

Nazar Al-Hasani und Helfried Mostler

Zur Geologie der Spießnägel südlich Kirchberg  
(Nördliche Grauwackenzone, Tirol)

1969

Im Kommissionsverlag der  
Österreichischen Kommissionsbuchhandlung  
Innsbruck

Gedruckt mit Unterstützung des Bundesministeriums für Unterricht  
und der Tiroler Landesregierung

Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung in fremde Sprachen, vorbehalten

© 1969, Universität Innsbruck

Druck : Rauchdruck Innsbruck

# Zur Geologie der Spießnägel südlich Kirchberg (Nördliche Grauwackenzone, Tirol)

von

Nazar Al-Hasani und Helfried Mostler <sup>1</sup>

## Inhalt:

1) Einleitung und Problemstellung .....	7
2) Die Tonschiefer-Grünschiefer-Serie des Ordoviziums bzw. höheren Silurs .....	7
3) Feinkonglomerate, Subgrauwacken und Arkosen (z. T. Hangendkomplex der Wildschönauer-Schiefer .....	8
4) Die Karbonat-Gesteins-Serie (tiefstes Silur-Obersilur/Unterdevon) .....	12
a) Kalke des ? höheren Co-Bereich ! bzw. der celloni- und amorphognathoides-Zone .....	12
b) dunkelgraue bis schwarze Dolomite mit Kieselschieferereinschaltungen (höheres Wenlock bis tieferes Unterludlow) .....	20
c) Orthocerenkalke (mittleres Unterludlow bis höheres Oberludlow) .....	21
d) Dolomite mit Magnesiteinschaltungen (höheres Silur bzw. ? Unterdevon) .....	23
5) Bemerkungen zum Profil der Spießnägel .....	24
6) Zusammenfassung .....	24
Literaturnachweis .....	26

<sup>1</sup> Anschrift der Verfasser: cand. geol. Nazar Al-Hasani, Innsbruck, Amraserstraße 69, Univ.-Doz. Dr. Helfried Mostler, Institut für Geologie und Paläontologie, Universitätsstraße 4, Innsbruck.

## 1) Einleitung und Problemstellung

Im Zuge stratigraphischer Untersuchungen der Kitzbühler Grauwackenzone, die vom Institut für Geologie und Paläontologie der Universität Innsbruck unter der Leitung von Prof. Dr. Werner Heißel seit dem Jahre 1958 durchgeführt werden, wurde nun auch der Raum südlich Kirchberg in Tirol (siehe Abbildung 4) unter besonderer Berücksichtigung folgender Punkte erfaßt.

- a) Untergliederung der im Grenzbereich Grauwackenzone/Quarzphyllit aufgetretenen Karbonatgesteins-Serien.
- b) Ein Beitrag zur Grenzziehung Grauwackenzone/Quarzphyllit um die im Bereich der Wildschönau von N. EBERHARDT<sup>1</sup> mit Erfolg begonnenen Untersuchungen nach Osten forzusetzen.
- c) Stellungnahme zu den N-S Strukturen innerhalb der generell E-W-streichenden Gesteins-Serien in den Kitzbühler Alpen, sowie die Verfolgung der nach Süden ziehenden Überschiebungsbahn (H. MOSTLER 1968), an welcher die ordovizische Tonschiefer-Grünschiefer-Serie von einer inversen Schichtfolge (vom Hangenden zum Liegenden: tiefst-silurische Porphyroide, Porphyroidtuffe, Kalke des mittleren und höheren Llandovery bzw. Wenlock, Dolomite des unteren, mittleren und höheren Ludlow) überfahren wurde.
- d) Erfassung des Magnesitvorkommens der Spießnägel insbesondere dessen Altersstellung, insofern als in letzter Zeit durch die Arbeit von R. HÖLL & A. MAUCHER (1967) Genese und Alter der ostalpinen Magnesite neu diskutiert wurde.

Die folgende Arbeit beschränkt sich im wesentlichen auf conodontenstratigraphische Untersuchungen und kann nur oberflächlich auf die weiteren, oben angeführten Punkte eingehen, da die Untersuchungen diesbezüglich noch nicht ganz abgeschlossen sind.

## 2) Die Tonschiefer-Grünschiefer-Serie des Ordoviciums bzw. tieferen Silurs

Die von H. MOSTLER (1967b:64) erkannte Zweigliederung der Wildschönauer-Schiefer (Tonschiefer) ist auch im Raume südlich Kirchberg zu beobachten. Die tieferen Wildschönauer-Schiefer (nach H. MOSTLER 1967b, Liegendkomplex der Wildschönauer) bilden das Liegende der Porphyroide bzw. verzahnen mit den Porphyroidaufarbeitungsprodukten, über welche transgressiv Kalke des tiefsten Silurs zu liegen kommen. In Ersteren stecken eine Reihe von Grüngesteinen, auf die unten noch ganz kurz eingegangen werden soll. Festgehalten werden darf jedenfalls jetzt schon, daß die Grüngesteine in dem von uns untersuchten Gebiet nie in der stratigraphischen Position über den Porphyroiden beobachtet wurden.

Der Liegendkomplex der Wildschönauer-Schiefer, im wesentlichen ordovizischen Alters, setzt sich aus folgenden Gliedern zusammen:

- a) Tonschiefer
  - b) gröberklastische Zwischenschaltungen
  - c) basische Vulkanite
- a) Die Tonschiefer stellen den Hauptanteil der tieferen Wildschönauer-Schiefer. Im wesentlichen handelt es sich um hellgraue intensiv verschieferte Gesteine, gekennzeichnet durch eine starke Serizitneuspaltung. Seltener sprossen auch Chloritschiefer. Der

<sup>1</sup> N. Eberhardt: Die geologischen Verhältnisse des Wildschönauer Raumes (Nördliche Grauwackenzone, Tirol). – Unveröff. Diss. Innsbruck.

Anteil an Quarz in siltischer Korngröße beträgt durchschnittlich 30 %.

Akzessorisch finden sich immer wieder Turmalin und Zirkon. Diesbezüglich unterscheiden sie sich nicht von ihren sandigen Zwischenschaltungen. Die Tonschiefer haben naturgemäß die meisten Bewegungen aufgefangen und sind daher nahezu immer gefaltet oder zumindestens transversal geschiefert. Nur selten gelingt es innerhalb der Tonschiefer das ursprüngliche ss zu erkennen und zwar nur dann, wenn ein rhythmischer Farbwechsel durch die Sedimentation gegeben war.

- b) Die, den Tonschiefern zwischengeschalteten gröberklastischen Partien sind nach durchgeführten Kornanalysen durchwegs Subgrauwacken. Ihre Mächtigkeit schwankt zwischen 10 cm und 5 m. Im Gegensatz zu den Tonschiefern haben sich primäre Gefüge bestens erhalten. Die Schicht- bzw. Bankfugen sind vor allem durch klastische Glimmer, zum Großteil wohl Muskowit zum Teil auch Biotit (Hämatit parallel 001 in den ausgebleichten Glimmer) charakterisiert. Es fällt auf, daß innerhalb der gröberklastischen Einschaltungen kein spürbarer Korngrößenwechsel auftritt. Der Mineralbestand setzt sich im wesentlichen aus schwach gerundeten bis kantengerundeten Quarzen, Kalinatronfeldspäten (Perthiten und Mikroklinen), Plagioklasen (Albit-Oligoklas) zusammen. Die Grundmasse entspricht im wesentlichen dem Mineralbestand der Tonschiefer, zum Teil ist darin der Quarzgehalt in Siltgröße etwas niedriger als 30 %. Als Akzessorien sind Turmaline vorherrschend, dazu kommen Zirkon-Apatit, Rutil, Hämatit und Magnetit.
- c) Basische Vulkanite: Sie liegen in Form einer Reihe recht unterschiedlicher Grungesteinstypen vor, die von richtigen Albitdiabasen über Hornblende-Chlorit-Schiefer zu reinen Chloritschiefern überleiten. Durch Übergänge zu Tonschiefern (z. T. handelt es sich um Tuffe und Tuffite) ist die primäre Gebundenheit an die tieferen Wildschönauer Schiefer belegt.

Deutlich sind die Unterschiede zu den Grungesteinen der Quarzphyllit-Zone. In letzteren liegen die Grungesteine in Prasimitfazies vor, führen fast immer Biotit bzw. fehlt primärer Augit oder Hornblende.

Außerdem sind in den Grungesteinen der Quarzphyllit-Zone keine primären Gefügerelikte erhalten. Damit wurde kurz zum Problem der Abgrenzung der Gesteine Grauwackenzone/Quarzphyllit wie einleitend aufgeführt Stellung genommen; d. h. mit Hilfe von Grungesteinen sind die im Grenzbereich sich stark ähnelnden Gesteine zweier tektonischer Stockwerke abzugrenzen.

### 3) Feinkonglomerate, Arkosen und Subgrauwacken

Die drei oben angeführten grobklastischen Sedimenttypen stehen oft in enger Wechselagerung mit geringmächtigen Tonschiefer-Lagen. Konzentriert ist diese Entwicklung besonders auf das Gebiet der Spießnägel. Von anderen grobklastischen Sedimenten, wie etwa den Subgrauwacken-Einschaltungen der tieferen Wildschönauer-Schiefer, unterscheiden sie sich vor allem durch ihr Gefüge; Feinschrägschichtung, Gradierung und Flaserschichtung. (Siehe Abb. 1, 2 u. 3)

Mit den aperiodisch geschütteten Feinkonglomeratlagen bestehend z. T. aus Porphyroid-Geröllen (typisch magmatisch korrodierte Quarzdihexaeder und Kalinatronfeldspäte) ergeben sich engste Beziehungen zu den Konglomeratlagen über den Porphyroiden (H. MOSTLER 1967b:40), die zeitlich gut eingestuft sind. Bestens vergleichbar sind diese mit den Konglomerathorizonten des Klausenbachgrabens, in den auch gradierte Feinkonglomerate gefunden wurden (H. MOSTLER 1967b:42). Nachdem die gröberklastischen Gesteine der Spießnägel eine Mächtigkeit von über 100 m aufweisen, ohne daß darunter Porphyroide anstehen, steht zur Debatte, ob diese nicht auch den Zeitraum ein-

nehmen, in dem z. T. die Porphyroide entstanden sind. Tatsächlich läßt sich zeigen, daß die Porphyroide von Norden nach Süden abnehmen und somit südlich Aschau nur mehr in sehr geringmächtigen Lagen teilweise aber nur als Tuffe oder Tuffite entwickelt sind.

Abb. 1 Fein-Schrägschichtung in Subgrauwacken (Spießnägel)

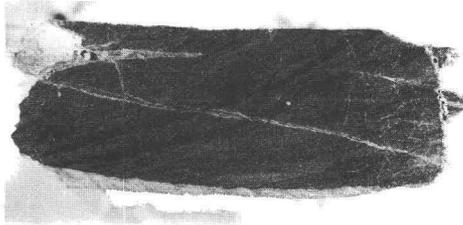


Abb. 2 Gradierte Schichtung in Subgrauwacken bis Feinkonglomeraten (Spießnägel)

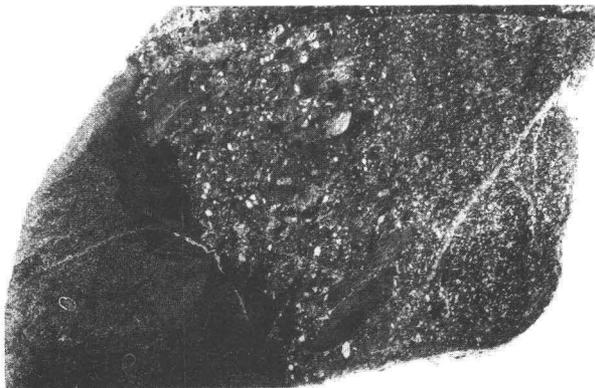


Abb. 3 Flaserschichtung in Arkosen (Spießnägel)

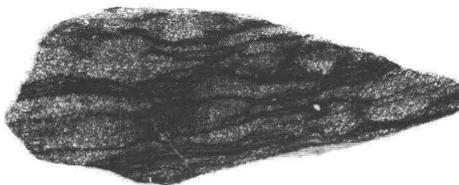


Abb. 4 Geologische Übersicht der Kitzbühler Alpen im Raume Hopfgarten - Kitzbühel, südlich des Brixentales. Signaturen: weiß = Wildschönauer Schiefer mit Grüngesteinseinschlüssen; schwarz = Porphyroide; feinliniert = Karbonatgesteine des Silurs; punktiert = Triasschollen; breitliniert = Quarzphyllit



(Abb. 4) Damit scheint die anfangs dargestellte Zweigliederung problematisch geworden, wenn sie auch nur das Gebiet der Spießnägel selbst betrifft, denn die typischen Wildschönauer-Schiefer fehlen in den von uns genauestens profilierten Gebiet. Wir deuten daher die gesamte aufgeschlossene Basis als eine den höheren Wildschönauer-Schiefern zugehörige Serie. Erst die in dem stark bewaldeten Gebiet nur schlecht erschlossenen Wildschönauer-Schiefer (100 Höhenmeter unter den Spießnägeln) können der tieferen Serie zugerechnet werden. Das bedeutet aber, wie die unten beigegebene Profildarstellung zeigt zwar einen deutlichen lithologischen Schnitt, entspricht aber nicht der von H. MOSTLER 1967 getordneten chronologischen Abfolge. Ersterer müssen wir insofern den Vorzug geben als es nicht möglich ist Kriterien herauszuarbeiten, die eine Abtrennung von Tuffen und aufgearbeiteten Porphyroiden ermöglicht (Abb. 5). Den conodontenstratigraphischen Ergebnissen vorausgreifend, sei festgehalten, daß die in beiden Profilen (Westendorf und Spießnägel, siehe Abb. 6) über den gröberklastischen Sedimenten folgenden Karbonatgesteine einander zeitlich vollkommen entsprechen. Sie sind durch den

Abb. 5 Aufgearbeitetes Porphyrmaterial mit geringmächtigen intermittierenden Tonschieferlagen

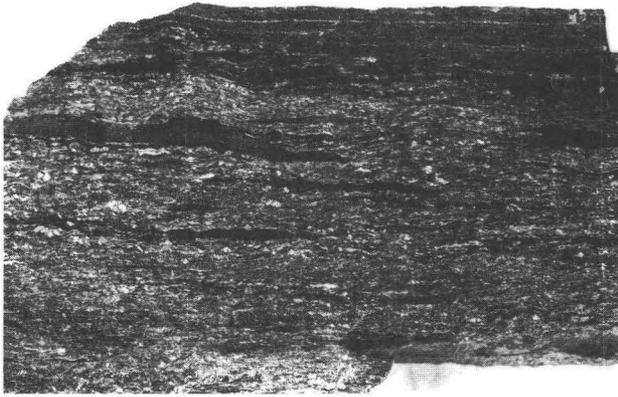
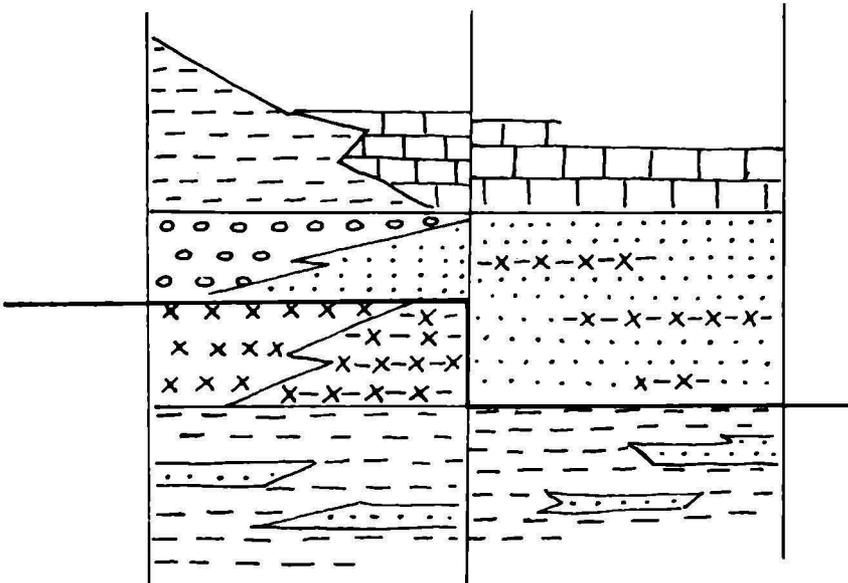


Abb. 6 Vorschlag einer Grenzziehung zwischen den tieferen Wildschönauer- und höheren Wildschönauer Komplex



von H. MOSTLER (1967a:297) erkannten Übergangshorizont, der vom Co-Bereich I zur celloni-Zone O. H. WALLISER's vermittelt, genauestens fixiert.

Aus den oben angeführten Gefügen läßt sich über die Wassertiefe der grobklastischen Sedimente nichts aussagen, denn Gradierung, Konglomeratbildung und Schrägschichtung sind im Flachwasserbereich als auch im Tiefwasserbereich zu finden (E. GRUMBT 1966).

#### 4) Die Karbonatgesteins-Serie (tiefstes Silur-Obersilur/Unterdevon)

Die Karbonatgesteine sind mit ihrer Unterlage sedimentär verknüpft. (Abb. 7) Im Gelände zeichnet sich die Grenze der höheren Wildschönauer-Schiefer zu den Karbonatgesteinen recht scharf ab. An- und Dünnschliffe aus dem Grenzbereich (entnommen von 3 verschiedenen Lokalitäten) zeigen, daß sich der Übergang allmählich vollzieht. Die Arkosen und Subgrauwacken nehmen gegen die Kalke der celloni-Zone hin allmählich Karbonat auf. Schon bei etwa 20 % Karbonat-Anteil sind die ersten Biogene zu beobachten. Conodonten fehlen aus dem Übergangsbereich. Dort, wo die Kalke aus Subgrauwacken hervorgehen, tritt im Übergangsbereich Feinschichtung auf, die durch dunkle Pigmentierung besonders gut hervorgeht. Es handelt sich hierbei zunächst um eine intermittierende Schichtung, in der die ersten Karbonatkörner sedimentiert wurden. Mit der Karbonatzunahme wird die Schichtung immer deutlicher, bedingt durch eine Wechselagerung von Quarz-Feldspatdetritus mit tonig-siltischen Feinschichten. Nach 5 bis 10 cm Übergangsbereich sind die ersten Karbonatbänke von etwa 15 bis 20 cm Mächtigkeit voll herausgebildet.

##### a) Kalke des höheren Conodonten-Bereichs I bzw. celloni und amorphognathoides-Zone: (Abb. 7)

Gutgebankte, rostbraun anwitternde Kalke mit graubraunen, tonigen z. T. richtig schwarzen Lagen (= stark erzführende Tuffite), die sich auf die liegenden Bänke (untere 30 cm) beschränken. Sehr auffallend sind die vor allem auf den Bankoberflächen auftretenden bzw. massenhaft anfallenden Crinoidenstiglieder.

Wie aus dem beigegebenen Profil ersichtlich, werden die untersten Bänke von Kalken mit bankinternen und bankexternen Tuffiten aufgebaut. Lappili wie in Westendorf (H. MOSTLER 1967:9) fehlen. Ein Ausschnitt eines Großschliffes (Abb. 8) daraus zeigt die absetzigen Tuffitlagen, in denen spärlich Echinodermenbruchstücke liegen. In der stark umkristallisierten Matrix sind die Biogene locker eingestreut, nur fallen dazu noch runde Querschnitte an mit wesentlich feinerem Karbonatkorn, gespickt von feinen Quarzkörnern. Es sind dies typische Wühlgefüge. Auch hier werden wiederum Parallelen zu den Kalken von Westendorf, in welchen ganze Horizonte bioturbat verwühlt sind, ersichtlich. Über diesen setzen dann typische biogenführende Oosparite ein. Den Kern der meist einfach umkrusteten Körner (superficial ooid) stellen vor allem Echinodermenbruchstücke und Lamellibranchiatenschalen, untergeordnet findet man auch echte Onkoide. Wie die Abb. 9 zeigt, ist keine bevorzugte Orientierung der umkrusteten Körner im Gestein gegeben.

Darüber folgen dann Kalke (Bioarenosparite), deren Biogene sich vor allem aus Lamellibranchiaten, Brachiopoden und Ostrakoden-Schalen zusammensetzen. Echinodermen treten stark zurück. Auffallend sind ortsweise auftretende konkretionäre Bildungen aus SiO<sub>2</sub> und Phosphat bestehend. (Abb. 10) Die Bioarenosparite mit schlechter Sortierung werden von gut geschichteten, hauptsächlich Echinodermenschutt-führenden Kalken abgelöst. (Abb. 11) Neben den Echinodermen treten untergeordnet Schalen von Lamellibranchiaten und Ostrakoden auf. Darüber hinaus wurden in Dünnschliffen recht häufig Querschnitte von Conodonten und „Hütchenformen“<sup>1</sup> angetroffen. Die zum Großteil aus Phosphat bestehenden Kügelchen werden als „faecal pellets“ gedeutet. Sehr markant ist der Gefügeumschlag in den hangensten

Abb. 7 Sedimentärer Übergang von Subgrauwacken in tiefsilurische Karbonatgesteine  
 a = Subgrauwacken; b = Kalke mit Tufflagen; c = biogenführende Oosparite;  
 d = Bioarenosparite; e = gutsortierte Echinodermenschutt-führende Kalke;  
 f = laminierte Dolomite

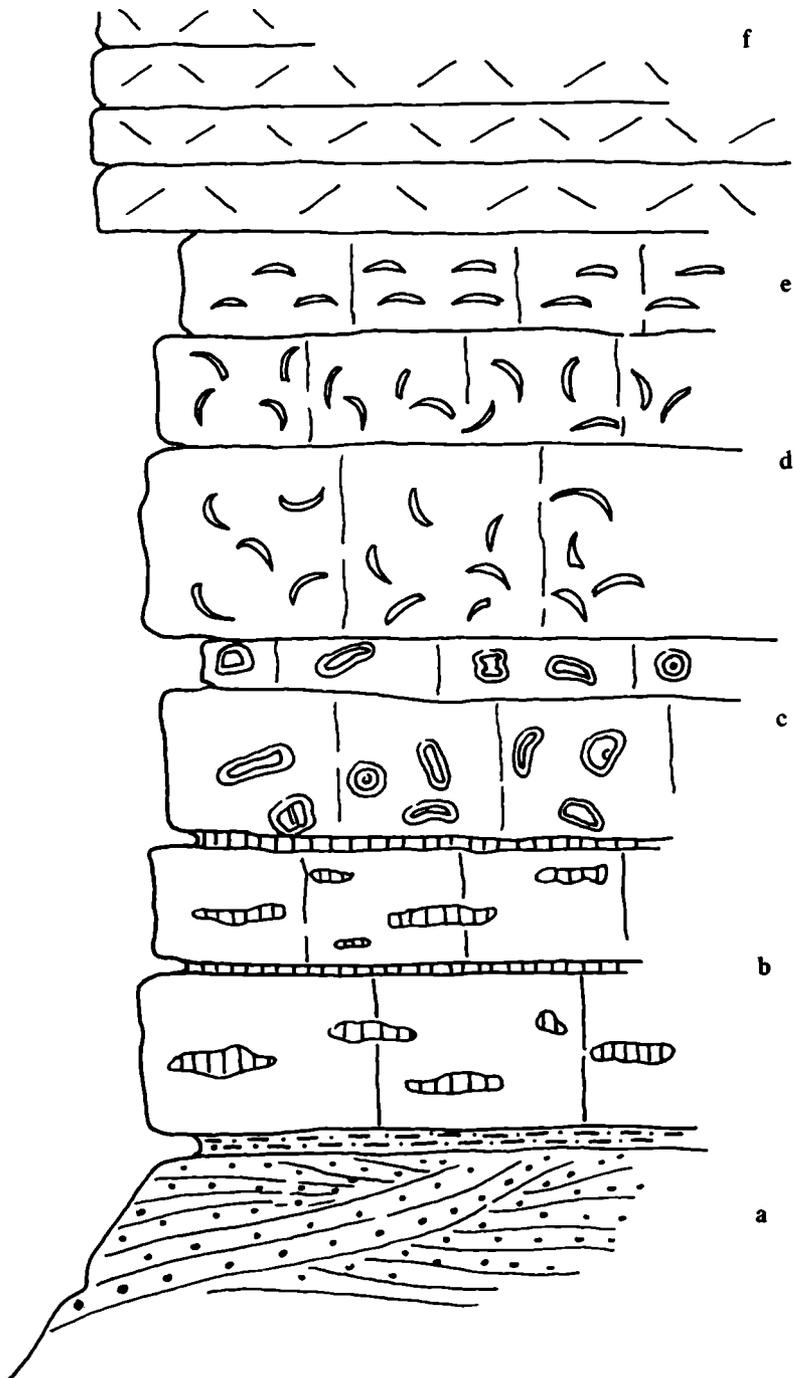


Abb. 8 Bankinterne, absetzige Tuffareale mit Querschnitten von Wühlgefügen

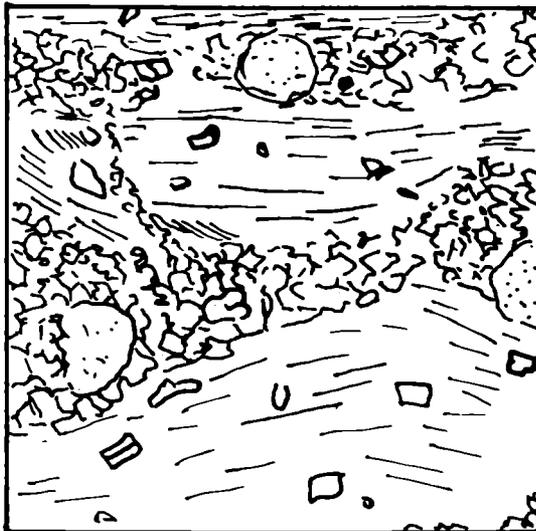


Abb. 9 Oosparite unsortiert

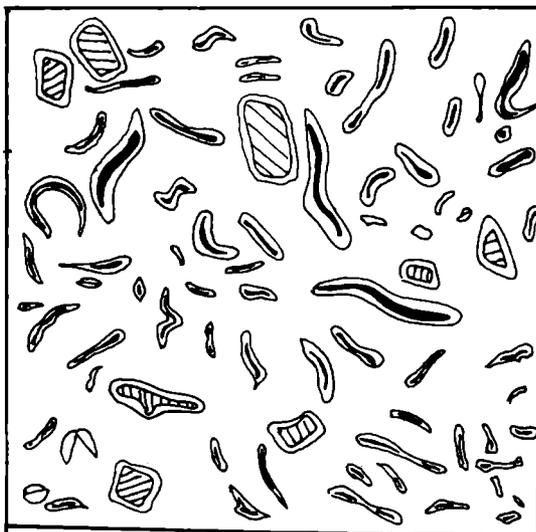
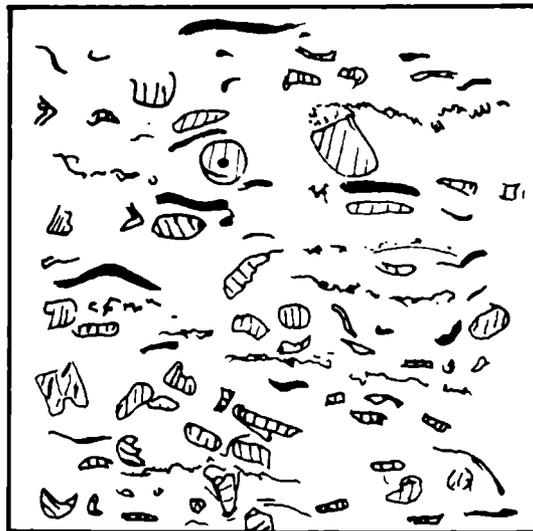


Abb. 10 Bioarenosparite (Muschel- und Ostrakodenschalen führend)



Abb. 11 Echinodermenschuttkalk



Bänken, welcher abrupt von schlechter Sortierung in eine Laminierung überleitet, wobei festzuhalten ist, daß sich dieser Sedimentationsumschwung noch in der amorphognathoides-Zone vollzieht und somit ein vermittelndes Glied zu den darüberfolgenden schwarzen laminierten Dolomiten der patula-Zone darstellt. Der Sedimentationswechsel eilt also der Biozone voraus.

Abschließend seien noch kurze Betrachtungen über das Ablagerungsmilieu angestellt. Mit dem Sedimentationsumschwung von Arkosen und Subgrauwacken zu Kalken der celloni-Zone hat sich zunächst, bedingt durch Tuffschüttungen (intermediäre Tuffe), ein eher lebensfeindliches Milieu herausgebildet. Der schlammige Boden wurde von wühlenden Organismen durcharbeitet. Die recht spärlich in diesem Schlamm eingestreuten Echinodermenbruchstücke wurden mechanisch herantransportiert. Sobald die Tuffschüttung ihr Ende gefunden hat, ändern sich schlagartig die Verhältnisse; gut durchlüftetes und durchlichtetes Wasser (coated grains), nimmt Oberhand. Dieses Milieu hält auch weiter an, wie aus der reichlichen Echinodermen- und Brachiopodenführung zu ersehen ist. Die Sedimente bildeten sich nach obigen Daten im Flachwasserbereich. Mit der hangendsten Bank der amorphognathoides-Zone haben wir dann bereits den Übergang zu tieferem schlecht durchlüfteten Wasser also schon ein richtig euxinisches Milieu (schwarze laminierte Dolomite mit Graptolithen).

### Conodontenfauna

Die bankweise entnommenen Proben wurden mit Essigsäure und Monochoressigsäure aufbereitet. Dabei ergaben sich vom Liegenden zum Hangenden folgende Fauna:

#### a. Tuff-führende Kalke:

Astropentagnathus irregularis MOSTLER  
Lonchodina fluegeli WALLISER  
Neoprioniodus planus WALLISER  
Ozarkodina cf. adiutricis WALLISER  
Ozarkodina sp. WALLISER  
Prioniodina cf. pulcherrima LINDSTRÖM  
Roundya trichonodelloides WALLISER  
Roundya cf. caudata WALLISER  
Roundya sp.  
Spathognathodus tyrolensis MOSTLER  
Synprioniodina silurica WALLISER  
gen. indet. n. sp. a. WALLISER

#### Bemerkungen zur Fauna

Die oben stehende Conodontenfauna fällt insoferne sehr stark heraus, weil sie die einzige im ganzen Profil darstellt, welche die von H. MOSTLER 1967a neu beschriebenen Formen *Astropentagnathus irregularis* und *Spathognathodus tyrolensis* führt, für die in Erwägung gezogen wurde, daß sie bereits Übergangsformen zum Conodontenbereich I O. H. WALLISER's darstellen. Darüber hinaus ist es von Bedeutung, das Zusammenvorkommen von *Prioniodina pulcherrima* LINDSTRÖM mit *Ozarkodina* sp. WALLISER 1964 und *Neoprioniodus planus* WALLISER (beide entsprechen Formen des Conodontenbereiches I), festzuhalten. Dazu kommen noch Bruchstücke einer neuen, vor kurzem in Westendorf gefundenen *Roundya*, die eng an den Formenkreis ordovizischer *Roundya* anschließt, sowie einen Vertreter der Gattung *Ozarkodina*, der einen Vorläufer von *Ozarkodina adiutricis* WALLISER stellen dürfte.<sup>1</sup> Falls sich eine Mischfauna ausschließen läßt, muß man mit einer höchstordovizischen bis tiefst-silurischen Fauna rechnen.

<sup>1</sup> Auf diese Formen wird in eigener Arbeit eingegangen, die auf eine Neuuntersuchung aller im Kitzbühler-Raum erfaßbaren Einheiten des tiefen Valentiums zurückgeht.

Abschließend sei noch kurz auf die Stellung der Gattung *Astropentagnathus* MOSTLER eingegangen. Eine Reihe von Autoren haben die seinerzeit von STAUFFER aufgestellte Gattung *Polyplacognathus* (R. O. FAY 1952: 163) als jüngeres Synonym von *Amorphognathus* BRANSON & MEHL aufgefaßt. 1962 aber haben W. C. SWEET & S. M. BERGSTRÖM Indizien aufgezeigt, daß es sich bei *Polyplacognathus* STAUFFER um eine berechnigte neue Gattung handelt, die klar von *Amorphognathus* BRANSON & MEHL abzutrennen ist.

Als Hauptunterscheidungsmerkmal zu *Amorphognathus* geben sie an:

1. Plattformähnliche Conodonten mit bezahnten Ästen, die von einem gemeinsamen Punkt ausgehen.
2. Die Unterseite der Äste weist Kanten oder Kiele auf, die sich erst nahe des Zentrums zu einer Basalgrube öffnen.
3. Recht unregelmäßig auf der Plattform verteilte Zähne.

Das erste oben angeführte Merkmal trifft aber auch für *Astropentagnathus* zu, sodaß zunächst der Eindruck entsteht, bei letzterer Form müßte es sich um einen Vertreter der Gattung *Polyplacognathus* STAUFFER handeln, doch fehlen dem *Astropentagnathus* MOSTLER die oben unter zwei und drei angeführten Merkmale. Somit ist eine Abtrennung der neuen Gattung von *Amorphognathus* einerseits und *Polyplacognathus* andererseits voll gerechtfertigt. (Siehe auch Abb. 12)

*b. Biogenführende Oosparite:*

*Apsidognathus tuberculatus* WALLISER  
*Carniodus carnis* WALLISER  
*Carniodus carnulus* WALLISER  
*Carniodus eocarnicus* WALLISER  
*Carniodus carinthiacus* WALLISER  
*Hadrognathus staurognathoides* WALLISER  
*Hindeodella* cf. *equidentata* RHODES  
*Lonchodina fluegeli* WALLISER  
*Neoprioniodus costatus paucidentatus* WALLISER  
*Neoprioniodus subcarnus* WALLISER  
*Neoprioniodus triangularis tenuirameus* WALLISER  
*Neoprioniodus triangularis triangularis* WALLISER  
*Ozarkodina adiutricis* WALLISER  
*Ozarkodina* cf. *gaertneri* WALLISER  
*Pterospatodus amorphognathoides* WALLISER  
*Pterospathodus* aff. *amorphognathoides* WALLISER  
*Pygodus lyra* WALLISER  
*Roundya breviaalata* WALLISER  
*Roundya latialata* WALLISER  
*Roundya trichonodelloides* WALLISER  
*Spathognathodus celloni* WALLISER  
*Spathognathodus pennatus angulatus* WALLISER  
*Synprioniodina silurica* WALLISER  
*Synprioniodina* cf. *silurica* WALLISER  
*Trichonodella* sp.

**Bemerkungen zur Fauna**

Neben typischen Formen der *celloni*-Zone bzw. Vertretern die sowohl in der *celloni*- als auch *amorphognathoides*-Zone auftreten, sind auch Formen vertreten, die nach O. H. WALLISER bisher nur auf die *amorphognathoides*-Zone beschränkt sind. Es sind dies:

*Carniodus carnulus* WALLISER  
*Carniodus carinthiacus* WALLISER

*Neoprioniodus triangularis triangularis* WALLISER

*Roundya latialata* WALLISER

Dazu wären noch Formen zu erwähnen, die zwischen den Zonen-Leitformen vermitteln wie:

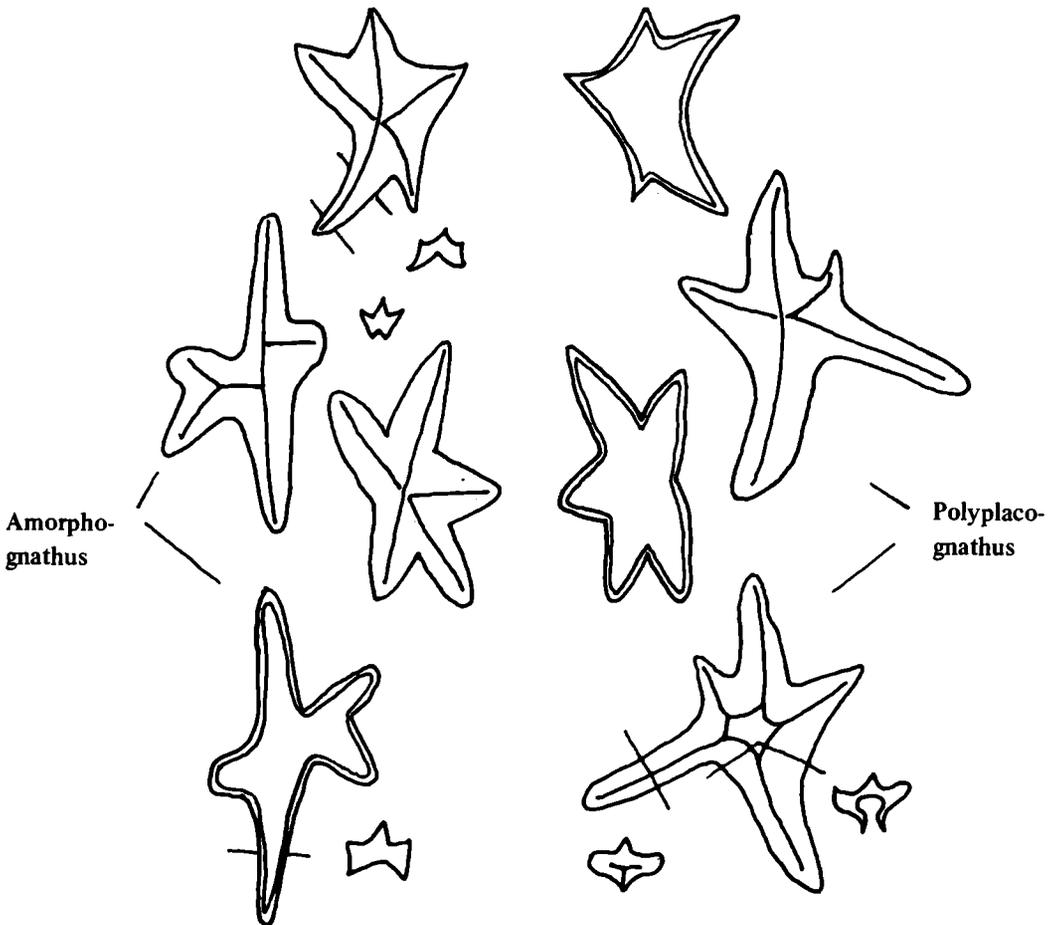
*Ozarkodina* cf. *gaertneri* WALLISER

*Pterospathodus* aff. *amorphognathoides* WALLISER

Weiters kommt noch eine Form der Gattung *Hindeodella* vor, die der *Hindeodella equidentata* nahezu gleichkommt. Nach O.H. WALLISER (1964:Tab. 2, 1. Teil) wird auch *Hindeodella equidentata* aus der *amorphognathoides*-Zone angeführt; ihr Hauptaufreten aber erst ab der *sagitta*-Zone festgehalten. Nach H. MOSTLER (1967b: 71) ist auch *Hindeodella equidentata* in der *celloni*-Zone vertreten. Bevor wir an eine

Abb. 12 Gegenüberstellung der wichtigsten Merkmale von *Amorphognathus* BRANSON & MEHL, *Astropentagnathus* MOSTLER und *Polyplacognathus* STAUFFER.

**Astropentagnathus**



Diskussion dieser Faunenmischung herangehen, werden noch Formen des gesamten Profils angeführt. Davor sei aber noch kurz erwähnt, daß nach einer statistischen Auswertung der Mischfauna 15,5 % der Formen der amorphognathoides-Zone angehören.

*c. Bioarenosparite:*

Carniodus carinthiacus WALLISER  
Neoprioniodus planus WALLISER  
Ozarkodina gaertneri WALLISER  
Pterospathodus amorphognathoides WALLISER  
Pygodus lyra WALLISER  
Spathognathodus pennatus procerus WALLISER  
Trichonodella excavata (BRANSON & MEHL)  
Trichonodella cf. excavata (BRANSON & MEHL)

*Bemerkungen zur Fauna*

Hiebei haben wir es praktisch nur mit Vertretern zu tun, die in der amorphognathoides-Zone bzw. als Durchläufer-Formen beider Zonen (celloni und amorphognathoides) vorkommen. Ausnahmen bilden nur:

Trichonodella excavata (BRANSON & MEHL)  
Trichonodella cf. excavata (BRANSON & MEHL)

Erstere kommt nach H. MOSTLER 1967a schon ab der celloni-Zone vor; inwieweit man dieser Feststellung Bedeutung geben darf, steht noch aus. Bei den als cf.-Form erwähnten Conodonten handelt es sich um eine Übergangsform von Roundya trichonodelloides WALLISER zu Trichonodella excavata (BRANSON & MEHL). Läßt sich die Verbreitung von Trichonodella excavata zeitlich nach unten erweitern wie dies H. MOSTLER (1967:71) versucht, dann haben wir es mit keiner Mischfauna zu tun, sondern es handelt sich um eine einwandfreie Fauna der amorphognathoides Zone.

*d. Laminierte Bioarenosparite:*

Carniodus carnulus WALLISER  
Carniodus carnus WALLISER  
Carniodus eocarnicus WALLISER  
Carniodus carinthiacus WALLISER  
Hindeodella equidentata RHODES  
Hindeodella sp. WALLISER  
Neoprioniodus subcarnus WALLISER  
Neoprioniodus triangularis tenuirameus WALLISER  
Neoprioniodus triangularis triangularis WALLISER  
Ozarkodina gaertneri WALLISER  
Pterospathodus amorphognathoides WALLISER  
Roundya latialata WALLISER  
Synbrioniodina silurica WALLISER

*Bemerkungen zur Fauna*

Während in der vorhergehenden Fauna praktisch nur Vertreter der amorphognathoides-Zone aufscheinen, sind hier fast 10 % einer älteren Fauna (celloni-Zone) vorhanden:

Carniodus eocarnicus WALLISER  
Hindeodella sp. WALLISER  
Neoprioniodus triangularis tenuirameus WALLISER

Nachdem in den folgenden Karbonatgesteinen keine „Mischfaunen“ mehr auftreten, und die vielen Proben die restlos aufgelöst wurden nicht eine Spur von Formen der amorphognathoides-Zone erbracht haben, ist daher notwendig, der Frage nach der Entstehung von Mischfaunen (Co-Bereich I, celloni-Zone, amorphognathoides-Zone) nachzugehen. Da, wie schon erwähnt, eine Arbeit über diese Fragen in Vorbereitung

steht, können wir uns hier kurz fassen: W. KREBS 1964 hat sich ausführlich mit der Deutung von Conodonten-Mischfaunen beschäftigt. Fassen wir die von ihm für Conodontenmischfaunen sprechenden Faktoren zusammen, so ergeben sich sowohl Anhaltspunkte für Mischfaunen als auch für autochthone Faunen, die sich etwa die Waage halten.

Die geringe Mächtigkeit (1,80 m) spräche für eine Mischfauna infolge Kondensation. Den Sedimenten nach (Ooide und Onkoide mit ausgewaschener Matrix) steht einer Mischfaunenbildung auch nichts im Wege. Gegen eine Mischfauna würde allerdings die conodontenfreie Übergangszone (andere Biogene sind bereits vorhanden) von Arkosen und Subgrauwacken zu den Kalken sprechen, denn erst in den beiden tiefsten Bänken darüber treten Formen des Conodontenbereiches I z. T. sogar Formen des höheren Ordoviziums auf.

Weiters ist auffallend, daß genau im gleichen Niveau bei Westendorf (15 km Luftlinie) dieselbe Fauna an der Basis auftritt. Ältere conodontenführende Sedimente fehlen bisher, was nach W. KREBS (1964:248) allerdings so gewertet werden könnte, daß die betreffenden Sedimente vollkommen erodiert sind und nur die Conodonten erhalten blieben.

Wichtig erscheint es uns aber, daß wir es auf der einen Seite mit Formen zu tun haben, deren zeitliche Reichweite zu wenig bekannt ist (*Astropentagnathus irregularis*, *Spatognathodus tyrolensis*, *Roundya n. sp.*), um Aussagen über eine „stratigraphic atmixture“ machen zu können, auf der anderen Seite sind gerade eine Reihe von Übergangsformen vorhanden, die bisher nur im Kitzbühler-Raum beobachtet wurden; diese sprechen eher gegen eine Mischfaunenbildung. Es sind Übergangsformen, die sich auf die wichtigsten, von O. H. WALLISER 1964 für die celloni- und amorphognathoides-Zone angeführten Formen beziehen, bzw. zwischen diesen vermitteln:

*Ozarkodina adiutricis* WALLISER

*Ozarkodina gaertneri* WALLISER

*Pterospathodus amorphognathoides* WALLISER

Darüber hinaus muß festgehalten werden, daß gerade Conodonten des Formenkreises der „Kärntner Gruppe“ O. H. WALLISER's bisher nur in den Karnischen Alpen und Kitzbühler Raum bekannt wurden, sodaß durchaus die Möglichkeit besteht, daß eine scharfe Abgrenzung der beiden Conodontenzonen, celloni-amorphognathoides-Zone, nur in dem Cellonetta-Profil möglich war und damit diesen nicht der Leitwert zukommt, wie man bisher annahm.

#### **b) Dunkelgraue-schwarze laminierte Dolomite mit Kieselschiefer einschaltungen (höheres Wenlock – tieferes U. Ludlow)**

Die etwa 30 m mächtige, schwarze Dolomitfolge zeigt eine recht monotone Entwicklung. Es handelt sich um gut gebankte (3–15 cm) durchwegs laminierte Dolomite, die vereinzelt Kieselschieferlagen führen, deren Mächtigkeit 10 cm kaum überschreitet.

An- und Dünnschliffe ließen zum Teil noch Echinodermenbruchstücke mit guter Sortierung erkennen. Im wesentlichen beruht die Laminierung auf einem rhythmischen Korngrößenwechsel, der sich selbst bei stärkerer Umkristallisation noch erfassen läßt. Die schwarzen organischen Reste, die in den Dünnschliffen angetroffen wurden, haben sich nach Säurebehandlung als Retikularfragmente von Graptolithen erwiesen. (Vertreter der Retiolitidae wurden auch an der Lachtal-Grundalm in gleichaltrigen schwarzen laminierten Dolomiten nachgewiesen.)

Fauna

*Hindeodella equidentata* RHODES

Lonchodina walliseri ZIEGLER  
 Neoprioniodus excavatus (BRANSON & MEHL)  
 Ozarkodina cf. edithae WALLISER  
 Plectospathodus extensus RHODES  
 Spathognathodus inclinatus inclinatus (RHODES)  
 Spathognathodus sagitta WALLISER  
 Trichonodella excavata (BRANSON & MEHL)

#### Bemerkungen zur Fauna

Die insgesamt 30 m mächtige Schichtfolge läßt sich faunistisch zweigliedern:

##### a. tieferer Anteil

Hindeodella equidentata RHODES  
 Lonchodina walliseri ZIEGLER  
 Neoprioniodus excavatus (BRANSON & MEHL)  
 Plectospathodus extensus RHODES  
 Spathognathodus inclinatus inclinatus (RHODES)  
 Trichonodella excavata (BRANSON & MEHL)

Es wird angenommen, daß in diesem Bereich die patula-Zone verborgen ist, Leitformen der patula-Zone wurden trotz der an über 30 Punkten mikrofaunistisch untersuchten Profilen im Kitzbühler und Salzburger Raum nicht gefunden. Sie sind nach O. H. WALLISER auch sehr selten. Aus der Unterlagerung von Kalken der amorphognathoides-Zone, die in dunkle laminierte Dolomite überleiten, sowie den darüber folgenden Dolomiten, die der sagitta-Zone angehören, erscheint es am plausibelsten diese Dolomite mit obiger Fauna in die patula-Zone, also höheres Wenlock zu stellen.

##### b. höherer Anteil

Hindeodella equidentata RHODES  
 Neoprioniodus excavatus (BRANSON & MEHL)  
 Ozarkodina cf. edithae WALLISER  
 Plectospathodus extensus RHODES  
 Spathognathodus sagitta WALLISER

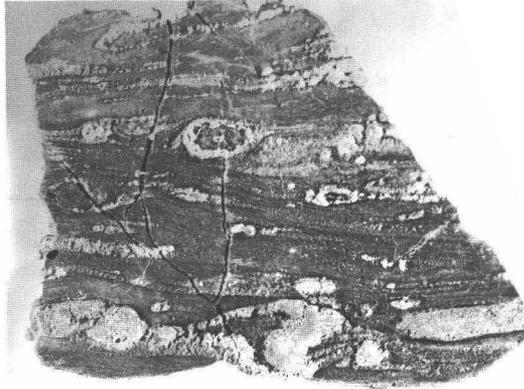
Die Formen Spathognathodus sagitta und Ozarkodina cf. edithae belegen eindeutig die sagitta-Zone (tieferes Unterludlow).

##### c) Orthocerenkalke (mittleres Unterludlow bis höheres Oberludlow)

Eine Novität des Kitzbühler Altpaläozoikums stellt der Orthocerenkalk dar. Es handelt sich um ein recht auffallendes Karbonatgestein, bedingt durch Kieselsäureabscheidung, die sich fast immer um Biogene, vorherrschend um Orthocerengehäuse absetzte (siehe Abb. 13). Bei der Zurückwitterung des Kalkes stechen die verkieselten Biogene besonders hervor, wobei noch dazukommt, daß die kalkigen Anteile tektonisch stark beansprucht, vor allem ss-parallel zerglitten sind und die kieseligen Anteile wie „Bouaains“ umfließen. Unter dem Mikroskop ist der reine karbonatische Bereich vollkommen umkristallisiert. Über das ehemalige Gefüge geben nur diejenigen Bereiche Auskunft, die schon in frühdiagenetischen Zustand eine Verkieselung erfahren haben, welche nicht nur die biogenen Anteile erfaßt hatte, sondern zum Teil auch darüber hinausgriff. Demnach hat es sich, soweit sedimentäre Gefüge erhalten sind, um Kalke mit coated grains gehandelt, deren Matrix völlig ausgewaschen wurde, zum Teil dürfte es sich auch um biogenreiche Mikrite handeln. Die biogenen Komponenten zeigen keine Sortierung.

Die Färbung des Orthocerenkalkes ist starken Schwankungen ausgesetzt; vorherrschend sind hellgraue Typen, mittelgraue bis nahezu schwarze Orthocerenkalke sind selten. Gerade die schwarzen Orthocerenkalke sind an die vertikal sie ablösenden laminierten

Abb. 13 Handstück eines Orthocerenkalks mit 10 prozentiger HCl angeätzt.



Dolomite gebunden. Milieumäßig konnten zum Teil Beziehungen zu den Oospariten der celloni-Zone festgestellt werden. Nachdem die Orthocerenkalkte einen Zeitraum von mittleren Unterludlow bis höheren Oberludlow verkörpern, lösen sie die Kieselschieferführenden schwarzen Dolomite nicht nur vertikal, sondern auch lateral ab. Für das Ludlow können wir durch Einbeziehung des Orthocerenkalkes drei verschiedene Karbonatfazies unterscheiden:

1. Dolomit-Kieselschiefer-Komplex
2. helle Dolomite (vom Typ Schwazer Dolomit)
3. Orthocerenkalkte

#### Fauna

Die etwa 17 m mächtige Folge läßt sich faunistisch dreigliedern:

##### a. tieferes Niveau:

- Ligonodina silurica BRANSON & MEHL
- Lonchodina greilingi WALLISER
- Neoprioniodus excavatus WALLISER
- Spathognathodus inclinatus inclinatus (RHODES)
- Trichonodella excavata (BRANSON & MEHL)

Dieser Abschnitt dürfte bereits zur crassa-Zone zu rechnen sein, wenn auch Leitformen hierfür fehlen, denn mit der sagitta-Zone im Liegenden und ploeckensis-Zone im Hangenden scheint dieses 6 m mächtige Paket am ehesten der crassa-Zone zuordenbar. Dazu kommt noch, daß die unmittelbar darauffolgende Probe (Liegendbank des mittleren Niveaus) Spathognathodus inclinatus posthamatus führt, womit Hinweise gegeben sind, daß wir es hier zum Teil schon mit der tieferen ploeckensis-Zone zu tun haben könnten.

##### b. mittleres Niveau:

- Ancoradella ploeckensis WALLISER
- Hindoeidella equidentata RHODES
- Kockellela variabilis WALLISER
- Ligonodina sp.
- Lonchodina fluegeli WALLISER
- Ozarkodina fundamentata (WALLISER)
- Ozarkodina media WALLISER
- Ozarkodina zieglerei zieglerei WALLISER
- Plectospathodus extensus RHODES

*Spathognathodus inclinatus inclinatus* (RHODES)  
*Spathognathodus inclinatus posthamatus* WALLISER  
*Synprioniodina silurica* WALLISER

Diese Fauna ist typisch für die ploeckensis-Zone. Es ist aber durchaus möglich, daß hier auch die siluricus-Zone vertreten ist. Auffallend ist das häufige Auftreten von *Kockellela variabilis* in dem höheren Teil dieses Niveaus.

- c. höheres Niveau:  
*Hindeodella* sp.  
*Lonchodina* cf. *greilingi* WALLISER  
*Lonchodina walliseri* ZIEGLER  
*Spathognathodus inclinatus inclinatus* (RHODES)  
*Spathognathodus* cf. *stygius* FLAJS

An sich hat diese Fauna keinen stratigraphischen Aussagewert, doch scheint der Form *Spathognathodus stygius* doch eine gewisse stratigraphische Bedeutung zuzukommen, insofern als G. FLAJS (1967:205) diese in der eosteinhornensis-Zone zum ersten Mal fand und zwar zusammen mit Durchläufer-Formen. R. SCHULZE (1968:227) gibt für diese Art (R. SCHULZE's neue Art *Spathognathodus seebergensis* ist ein jüngeres Synonym von *Spathognathodus stygius* FLAJS) allerdings eine Verbreitung vom unteren Siegen – unteres Emsium an. *Spathognathodus stygius* dürfte jedoch in der eosteinhornensis-Zone selten sein, und im tieferen Unterdevon erst häufiger auftreten. Damit eignet sich diese Form vorläufig für eine grobe Einstufung, was in unserem Falle eine Altersuntergrenze für den höheren Teil der Orthocerenkalke gibt, nämlich nicht älter als eosteinhornensis-Zone (höchstes Silur).

#### d) Dolomite mit Magnesiteinschaltungen (höheres Silur bzw. Unterdevon)

Allmählich entwickeln sich aus schwarzen laminierten Dolomiten, hellere braungrau anwitternde dickbankige Dolomite. Von dem ursprünglichen Gefüge dieser Dolomite ist auch reliktsch kaum noch etwas erhalten. Man kann nur sagen, daß Echinodermen am Aufbau dieser Sedimente beteiligt waren. Die Altersstellung dieser recht unterschiedlich gebankten Dolomite (5–70 cm) läßt sich nur indirekt angeben; einerseits aus der Unterlagerung der schwarzen Dolomite, andererseits durch die diesen Dolomiten vereinzelt zwischengeschalteten Kalke, die eine Conodontenfauna obersilurischen- unterdevonischen Alters gegeben haben. Jedenfalls vermittelt nicht direkt der Orthocerenkalk zwischen den schwarzen Dolomiten im Liegenden und braun anwitternden Dolomiten mit Magnesit im Hangenden. Ob der Orthocerenkalk tektonisch fehlt, steht noch offen; jedenfalls gibt es auch Anzeichen eines lateralen Faziesüberganges, denn nicht umsonst treten Kalklagen im Dolomit auf. Gehen wir von den nur wenig gestörten Muldenbau der Spießnägels aus, so finden wir ebenfalls Hinweise, daß es sich um höheres Silur bzw. Unterdevon handeln muß.

Mit diesem Altershinweis wollen wir kurz auf die einleitend angedeutete Stellung der Magnesite eingehen:

Die Magnesite der Spießnägels stecken in Dolomiten, die sich bisher auf die zeitliche Spanne Obersilur – U. Emsium einengen lassen. Sie stimmen altersmäßig mit den von R. HÖLL & A. MAUCHER eingestufteten Dolomit-Magnesit-Vorkommen von Lannersbach überein.

Damit scheint eine Horizontgebundenheit für eine Reihe von Magnesitvorkommen gegeben zu sein, doch gibt es einige Ausnahmen<sup>1</sup>. Bezüglich der Genese der Magnesite

<sup>1</sup> Diskussionsbeitrag über Alter und Genese ostalpiner Spätmagnesite unter besonderer Berücksichtigung der Magnesitlagerstätten im Westabschnitt der Nördlichen Grauwackenzone (Tirol und Salzburg) – Veröff. Univ. Innsbruck (in Druck)

sei nur soviel genannt, daß eine primär sedimentäre Bildung auszuschließen ist, eine diagenetische Vorkonzentration von Magnesium wie bei anderen Magnesitlagerstätten der Grauwackenzone im Bereich der Möglichkeit steht. Für Genesis-Studien eignet sich dieses Magnesitvorkommen nicht, da die sedimentären Relikte zu stark verwischt sind.

## 5) Bemerkungen zum Profil der Spießnägel

(Abb. 14 und 15)

Wie aus der Abbildung 15 hervorgeht, ist am NS-verlaufenden Grat der Spießnägel i. w. Sinne auf über 1 km Länge ein recht gutes Profil erschlossen, welches einen ausgezeichneten Sattel-Muldenbau zeigt.

Die im Süden engepreßte Mulde wird von einer markanten Störung abgeschnitten, sodaß unmittelbar daran ein breit ausladender Sattel, der auf der einen Seite das gesamte Silur in karbonatischer Entwicklung erschlossen hat anschließt, in Richtung auf die Spießnägel selbst fehlt der Orthocerenkalk, er ist wahrscheinlich ausgequetscht. Die Verfasser nehmen nicht an, daß auf so kurzem Raum die Orthocerenkalke vollkommen durch die schwarzen laminierten Dolomite lateral vertreten werden können. Daraus ergibt sich, daß die Mulde der Spießnägel beidseitig etwas gestört ist, denn auch im nördlichen Muldenschenkel fehlt der Orthocerenkalk, Dolomit und Magnesit der Spießnägel werden auch dort unmittelbar von schwarzen laminierten Dolomiten unterlagert. Zu dem im Norden anschließenden Sattel ist die Spießnägel-Mulde besonders stark tektonisch überarbeitet. Die Dolomite sind zerschlagen und relativ zu den Subgrauwacken des anschließenden Sattels bewegt. Außerdem ist noch ein schmaler Grüngesteins-Span an dieser Schwächestelle eingespießt. Diese Zerrüttungszone tritt auch morphologisch sehr stark hervor. Den im N anschließenden Sattel fehlt die karbonatische Sedimenthaut. Er wird ganz im nördlichen Teil von einer inversen Schichtfolge (oben Unterludlow-Dolomit, darunter Orthoceren-Kalk, Mittel-Oberludlow) überschoben. Es handelt sich bei dieser invers überschobenen Schichtfolge ohne Zweifel um die Fortsetzung der großen von Westendorf nach Süden ziehenden Überschiebungsbahn (H. MOSTLER 1968), die durch eine spätere Tektonik zerstückelt wurde<sup>1</sup>.

## 6) Zusammenfassung

Aus dem südlichen Teil der Kitzbühler Grauwackenzone (Aschau, südlich Kirchberg in Tirol) wurde ein bestens erhaltender Sattel-Muldenbau mit einem lückenlosen Silurprofil im Maßstab 1:2.000 aufgenommen und conodontenstratigraphisch bearbeitet. Neu für die Nördliche Grauwackenzone ist eine hochordovizisch bis tiefstsilurische Feinkonglomerat-, Arkosen-, Subgrauwacken-Serie, die zeitlich zum Teil die Porphyroide vertritt. Innerhalb der silurischen Karbonatgesteinsserie konnten erstmals Orthocerenkalke des mittleren bis oberen Ludlow bekannt gemacht werden, sodaß es für das mittlere und höhere Ludlow im Kitzbühler Raum drei Karbonatfazies gibt:

1. Dolomitkieselschiefer-Komplex
2. helle gebankte Dolomite
3. Orthocerenkalke

Das Alter der Magnesitvorkommen fällt in den Abschnitt Obersilur/Unterdevon (unteres Emsium). Für genetische Fragen sind die Magnesit-Dolomit-Vorkommen der Spießnägel ungeeignet.

In der am Westende des Spießnägelprofils aufgeschobenen inversen Schichtfolge, wurde eine Verbindung zu der von H. MOSTLER 1968 beschriebenen NS-verlaufenden Überschiebungsbahn erkannt.

Bezüglich der Abgrenzung der Gesteine der Grauwackenzone zu denen des Quarzphyllits, eignen sich die Grüngesteine infolge ihrer Mineral-faziellen Empfindlichkeit besonders.



Abb. 14 Aufschlußverhältnisse des 1:2.000 aufgenommenen Spießnagelprofils

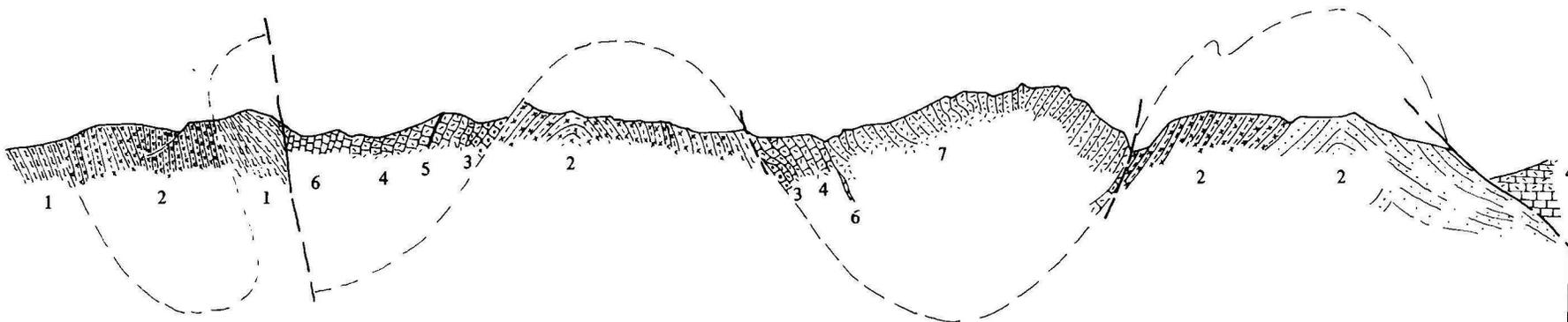


Abb. 15 Geologisches Profil der Spießnagel. 1 = Wildschönauer Schiefer; 2 = Porphyroidaufarbeitungsmaterial (Subgrauwacken und Arkosen); 3 = Kalke der celloni- und amorphognathoides-Zone; 4 = laminierte Dolomite; 5 = Kiesel-schiefer; 6 = Orthocerenkalke; 7 = Spießnagel Dolomit

## Summary

In the Southern part of „Grauwacken-Zone” in Kitzbühel - Aschau area south of Kirchberg, Tirol, a zone of very well preserved anticlines and synclines as well as a complete section of Silurian rocks (strata) were mapped in detail (1:2.000). Stratigraphic problems were solved with conodonts. Entirely new for the Northern „Grauwacken-Zone” is a Upper Ordovician – Lowest Silurian series of fine-grained conglomerates, arkoses and subgraywackes which replaces the porphyroids laterally. For the first time Silurian Orthoceras-limestones of Middle-Upper Ludlowian age could be found which means that in the Middle and Upper Ludlowian of the Kitzbühel-area three different carbonate-facies are present:

- 1) Complex of black siliceous dolomite-schists
- 2) Light, bedded dolomites
- 3) Orthoceras-limestone

The Magnesite-deposits are of Upper Silurian to Lower Devonian (Lower Emsian) age. The Magnesite-Dolomite deposits of the „Spießnägel”-area are not suitable for genetic purposes.

The overthrust inverse series at the Western margin of the „Spießnägel”-area shows a continuation of a N–S directed zone of overthrust described by H. MOSTLER 1968.

Due to the sensibility of their mineral-facies the Greenstone-series are especially suitable for delimitation towards the rocks of the „Grauwackenzone”.

## Literaturnachweis

- BRANSON, E. B. & M. G. MEHL: Conodonts: in H. W. SHIMER & R. R. SHROCK, Index Fossils of North America, 837 S. Wiley & Sons, New York 1944.
- FAY, R. O.: Catalogue of Conodonts. – Kansas Univ. Press. Univ. Pal. Contr. Vertebrata art. 3, 206 S., 1952
- FLAJS, G.: Conodontenstratigraphische Untersuchungen im Raum von Eisenerz, Nördliche Grauwackenzone. – Mitt. Geol. Ges. 59, 157–212, Wien 1967
- GRUMBT, E.: Schichtungstypen, Marken und synsedimentäre Deformationsgefüge im Buntsandstein Südhütingens. – Ber. deutsch. Ges. geol. Wiss. A. Geol. Paläont. 11, 217–234. Berlin 1966.
- HÖLL, R. & A. MAUCHER: Genese und Alter der Scheelit-Magnesit-Lagerstätte Tux. – Bayer. Akad. Wiss. mathem.-naturw. Kl., Sitz. Ber., 11 S., München 1967.
- HUCKENHOLZ, M. G.: Der gegenwärtige Stand in der Sandsteinklassifikation. – Fortschr. Min. 40, 1963
- KREBS, W.: Zur faziellen Deutung von Conodonten-Mischfaunen. – Senck. leth. 45, 245–284, Frankfurt 1964
- LINDSTRÖM, M.: Conodonts from the Cruglimestone (Ordovician, Wales). – micropaleontology 5, 427–452, New York 1959
- MOSTLER, H.: Conodonten aus dem tieferen Silur der Kitzbühler Alpen (Tirol). – Ann. Naturhistor. Mus. Wien (Kühn-Festschrift) 71, 295–303, Wien 1967 a.
- MOSTLER, H.: Das Silur im Westabschnitt der Nördlichen Grauwackenzone (Tirol und Salzburg). – Habilitationsschrift, 80 S., Innsbruck 1967 b.
- MOSTLER, H.: Bericht 1967 über stratigraphische Untersuchungen im Raume Westendorf – Kirchberg – Kitzbühel. – Verh. geol. B. A., Wien 1968 (in Druck)
- MÜLLER-JUNGBLUTH, W. & P. TOSCHEK: Karbonat-Sedimentologische Arbeitsgrundlagen. – 15 S., Innsbruck 1967
- SCHULZE, R.: Die Conodonten aus dem Paläozoikum der mittleren Karawanken (Seeberggebiet). – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., 130, 133–245, Stuttgart 1968
- SERPAGLI, E.: Conodonti dell Ordoviciano superiore (Ashgilliano) delle Alpi Carniche. – Boll. Soc. Paleont. Italiana, 6, 30–111, Modena 1967
- STAUFFER, C. R.: The Conodont fauna of the Cecedorali-shale (Ordovician). – Jour. Paleont 9, 596–620, Tulsa 1935
- SWEET, W. C. & S. M. BERGSTRÖM: Conodonts from the Pratt ferry formation (middle Ordovician) of Alabama. – Jour. Paleont. 36, 1214–1252, Tulsa.
- WALLISER, O. H.: Conodonten des Silurs. – Abh. nass. L. Amt. Bodenforsch., 41, 106 S., Wiesbaden 1964.