



## Graptolithen aus dem Silur der Nördlichen Grauwackenzone (Ostalpen) \*)

Von Hermann JAEGER \*\*)

Mit 2 Abbildungen und 2 Tafeln

### Zusammenfassung

Die Neuuntersuchung der Graptolithen aus den beiden klassischen Fundpunkten Lachtalgrundalm bei Fieberbrunn (Tirol) und Entachenalm bei Hintertal (Salzburg) brachte folgendes Ergebnis: Die dicht unter den geschlossenen spätsilurischen Karbonaten vorkommenden Graptolithenfaunen sind in beiden Lokalitäten unterludlowisch. Dieser Befund bestätigt die von MOSTLER durchgeführten Datierungen nach Conodonten. Im Profil der Entachenalm wurde in den Alaun- und Kiesel-schiefern 3–5 m unter den Karbonaten weiterhin eine Wenlock-Fauna (mögliches Intervall: Zonen des *Monograptus riccartonensis* bis *Cyrtograptus rigidus*, vielleicht *Monograptus flexilis*, 27 bis 28, 29?) nachgewiesen. Die geschlossene spätsilurische Karbonatsedimentation setzt im Westteil und im Ostteil der Nördlichen Grauwackenzone analog vielen anderen Gebieten der Paläotethys in oder über der Zone des *Monograptus chimaera* (34/35) ein.

### Summary

The revision of the graptolite faunas from the Lachtalgrundalm near Fieberbrunn (Tyrol) and Entachenalm (Salzburg), which are both classic Silurian localities of the Northern Grauwackenzone of the Eastern Alps, resulted in the following: In both of these sections the graptolites occurring in the beds immediately below the compact late Silurian carbonates are of early Ludlovian age. This is in accordance with correlations by MOSTLER which are based on conodonts. In the Entachenalm section the alum slates and lydites that underly the carbonates there yielded, in strata 3–5 m below the carbonates, Wenlockian graptolites (possible interval: zones of *Monograptus riccartonensis* to *Cyrtograptus rigidus*, *Monograptus flexilis?* – 27–28, 29?). The deposition of the compact Late Silurian

\*) Beitrag zum IGCP-Projekt Ökostratigraphie (Ecostratigraphy).

\*\*\*) Anschrift des Verfassers: Doz. Dr. Hermann JAEGER, Bereich Paläontologisches Museum im Museum für Naturkunde der Humboldt-Universität, Invalidenstraße 43, DDR-104 Berlin.

carbonates began within or above the zone of *Monograptus chimaera* (34/35) both in the western and eastern portion of the Northern Grauwackenzone, which is in agreement with data from many other areas of the Palaeotethys.

### Inhalt

1. Einführung . . . . .	90
2. Lachtalgrundalm . . . . .	91
3. Entachenalm . . . . .	94
a) Die Ludlow-Graptolithenfauna . . . . .	94
b) Die Wenlock-Graptolithenfauna . . . . .	95
c) Bemerkungen über Erhaltung und Maße der Wenlock-Graptolithen . .	98
4. Über die Entwicklung des Silurs in der Nördlichen Grauwackenzone . .	102
5. Literatur . . . . .	103

### 1. Einführung

Von den drei klassischen Fundpunkten silurischer Fossilien in der Nördlichen Grauwackenzone – Nagelschmiedpalfen bei Dienten, Entachenalm bei Hintertal (Salzburg) und Lachtalgrundalm bei Fieberbrunn (Tirol) – haben die beiden letztgenannten Graptolithen geliefert.

Am Nagelschmiedpalfen bei Dienten fand ERLACH in Pyritkonkretionen eine reiche Muschel- und Orthocerenfauna, die VON HAUER (1847) erstmalig beschrieben hatte und die sich im Laufe der verschiedenen Revisionen durch STACHE (1879–1890) und schließlich HERITSCH (1929) als eine typisch böhmische, besonders aus *Cardiola*-Arten bestehende Obersilur-Fauna erwies. Graptolithen kommen nicht vor.

Den 4 km westlich von Dienten gelegenen Fundpunkt Entachenalm bei Hintertal machte HAIDEN (1936) bekannt, welcher hauptsächlich auf Bergbauhalden zahlreiche Graptolithen sammelte. Auf der Grundlage dieser Kollektion und späterer Aufsammlungen bestimmte PELTZMANN (in FRIEDRICH & PELTZMANN 1937) Graptolithen der Zonen 27–35 nach ELLES & WOOD, d. h. das stratigraphische Intervall von der zweituntersten Zone des Wenlocks bis hoch ins Unterludlow.

Aus dem weitere 35 km westlich gelegenen Fundpunkt Lachtalgrundalm bei Fieberbrunn beschrieb AIGNER (1930; 1931) eine Graptolithenfauna der Zonen 18–22 (mittleres Llandovery).

In den letzten 15 Jahren wurde die Zahl der Funde silurischer Fossilien in der Nördlichen Grauwackenzone durch die Conodontenforschung beträchtlich vermehrt und dadurch die Kenntnis der Stratigraphie wesentlich verbessert (FLAJS 1967 u. a., FLAJS & SCHÖNLAUB 1976 u. a. im Ostteil der Grauwackenzone sowie MOSTLER 1966, 1968 u. a. im Westteil).

Bei den neueren Arbeiten im Silur ergaben sich Unstimmigkeiten zwischen der älteren stratigraphischen Beurteilung der Graptolithen und der Deutung nach Conodonten. Dies und der Wunsch nach einer Neubewertung der Graptolithenfaunen gegen den Hintergrund heutiger Erfahrungen führten zu der folgenden Untersuchung.

Herr Professor Dr. H. FLÜGEL ermöglichte mir die Durchsicht der im Geologisch-Paläontologischen Institut der Universität Graz aufbewahrten Graptolithen von der Lachtalgrundalm und Entachenalm, darunter der Originale zu AIGNER (1931) und PELTZMANN (1937) sowie Herr Dr. SCHRAMM die Durchsicht der Kollektion HAIDENs von der Entachenalm, die im Geologischen Institut der Universität Salzburg hinterlegt ist.

Unter Führung der Herren Prof. Dr. F. KAHLER (Klagenfurt) und Prof. Dr. H. MOSTLER (Innsbruck) sowie tatkräftiger Mitwirkung der Herren Dr. H. HOLZER, Dr. H. AUFERBAUER, Dr. F. EBNER, Dr. H. LEDITZKI und Dr. R. SCHUMACHER (seinerzeit alle Universität Graz) wurden während einer Exkursion im Jahre 1969 auf der Lachtalgrundalm und Entachenalm im Anstehenden zahlreiche Graptolithen gesammelt. Der 1969 auf der Entachenalm entdeckte Fundpunkt wurde bei einer erneuten Begehung im Jahre 1976 gemeinsam mit Herrn Dr. H. SCHÖNLAUB (Geologische Bundesanstalt, Wien) weiter ausgebeutet.

Die Geländearbeiten des Jahres 1969 wurden durch großzügige finanzielle Beihilfen von der Universität Graz (Prof. Dr. H. FLÜGEL) sowie dem Naturwissenschaftlichen Verein für Kärnten (Präsident Prof. Dr. F. KAHLER) und die des Jahres 1976 durch solche von der Universität Wien (Prof. Dr. H. ZAPFE) sowie aus dem österreichischen IGCP-Fonds (Dr. H. SCHÖNLAUB) entscheidend gefördert. Allen genannten Kollegen und Institutionen entbiete ich meinen aufrichtigen Dank.

## 2. Lachtalgrundalm

AIGNER (1930; 1931) wies der von ihr entdeckten Graptolithenfauna der Lachtalgrundalm 15 Arten zu, welche die mittleren Zonen des Llandovery (18–22 nach ELLES & WOOD) belegen sollen. MOSTLER (1966, S. 167) stellte die Graptolithen führenden Schichten (den 5 m mächtigen „Dolomit-Kieselschiefer-Komplex“) nach Conodonten jedoch ins mittlere Wenlock bis tiefe Ludlow.

Wie AIGNER ausdrücklich hervorhebt, sind die von ihr gesammelten Graptolithen sehr schlecht und bruchstückhaft erhalten. Alle von ihr abgebildeten Stücke sind Rhabdosom-Fragmente. Zudem zerstörte die Verwitterung die freiliegenden Graptolithen rasch. Dementsprechend ist von dem Originalmaterial AIGNERs heute wohl kein einziges Exemplar mehr artlich bestimmbar.

Dennoch neige ich zu der Annahme, daß die von AIGNER gesammelten Graptolithen nach der Darstellung der Autorin und den Merkmalen, die an den Originalen heute noch zu erkennen sind, mit der von uns gesammelten Fauna im wesentlichen übereinstimmen. Diese weist auf Ludlow. In AIGNERs Kollektion und den Neuaufsammlungen fehlen positive Hinweise auf Graptolithen, die für mittleres Llandovery sprechen. In dem umfangreichen Material vermißt man so bezeichnende Formen wie Rastriten, Monograpten der *triangulatus*- oder *gregarius*-Gruppe, überhaupt in größerer Zahl zu erwartende mehr oder minder spiralenförmige Rhabdosome. Ich vermag auch keine Diplograptiden zu bestätigen.

MOSTLER (1966, S. 167) fand beim Auflösen von Gesteinen zwecks Gewinnung von Conodonten Graptolithenreste, hauptsächlich kleine Bruchstücke von Retiolitiden, in verschiedenen Ebenen bis hinab zur *amorphognathoides*-Conodontenzonenzone, d. h. bis hinab in den Grenzbereich Wenlock/Llandovery (Zonen 26/25). Dieses kaum näher bestimmbare Material bleibt im Folgenden unberücksichtigt.

Unsere Neuaufsammlungen stammen von zwei Fundstellen. Beide liegen im Dolomit-Kieselschiefer-Komplex, gehören in diesem jedoch zwei etwas verschiedenen Ebenen an.

Der Fundpunkt 2 liegt unmittelbar über dem Lachtalbach in einer wandartigen Stufe. Mehrere Quadratmeter Schichtfläche waren in den fast steilstehenden Bänken freigelegt und an manchen Stellen dicht mit Graptolithen bedeckt.

Das Gestein ist ein schwarzer, infolge hohen Gehalts an kohligter Substanz stark rußig abfärbender, toniger, plattiger Dolomit. Zahlreiche weiße Kalkspatadern durchsetzen das Gestein in dichten Abständen und nach mehreren Richtungen, so daß es in ein kleinstückiges Mosaik zerfällt. Die stärker angewitterten Partien zerbröckeln leicht. Das Periderm der Graptolithen bildet ein brüchiges, sehr lückenhaftes Mosaik hochgradig inkohlter Substanz. Dies und die Körnigkeit des Gesteins, die Rauheit der Schichtflächen machen die genaue Erkennung der Thekenumrisse meist unmöglich.

Die Fundschichten erinnern lithologisch und durch die Graptolithen sehr an die *Cardiola*-Schichten in den Karnischen Alpen, obwohl die Graptolithen in den letztgenannten oft günstiger erhalten sind.

Die weitaus überwiegende Mehrzahl der Graptolithen dieser Fundschicht gehört zweifellos zu *Monograptus bohemicus* (BARRANDE), Leitform für einen großen Teil des Ludlows (im Sinne von Kopanina =  $e\beta_1$ ) von der Basis der Zone 33 an bis zu seiner Obergrenze (Taf. 2, Fig. 1 und 7).

Die in charakteristischer Weise ventral-konkaven Rhabdosome erreichen eine Länge von über 50 mm, Z (Anzahl Theken pro cm) beträgt  $\pm 8$ , die maximale Dicke (D) 1,2–1,5 mm.

Daneben kommen untergeordnet gerade, gedrungene (Länge 20–30 mm), proximal leicht ventral gebogene zugespitzte Rhabdosome vor. Mindestens zwei Arten oder Artengruppen sind zu erkennen: *Monograptus dubius* cf. *frequens* (JAEKEL) und *Monograptus* sp. indet. ex grege *colonus* (BARRANDE)? oder gestaltlich ähnliche Formen.

*M. dubius* cf. *frequens* (JAEKEL) ist eine große *dubius*-Form mit durchwegs einfachen Theken, Z proximal ca. 10, Z im zweiten cm ca. 8 und D (maximal) 2–2,3 mm (Taf. 2 Fig. 6).

Die zweite Formengruppe erreicht eine maximale Dicke von  $\pm 2\frac{1}{2}$ –3 mm, Z proximal beträgt ca. 12–14, im zweiten cm ca. 10. An mehreren Exemplaren glaubt man die distalen Theken sicher als einfach ansprechen zu können. Kompliziertere stachelförmige proximale Theken sind wahrscheinlich, aber nicht gesichert.

Der Habitus und die Dimensionen der Rhabdosome sprechen am ehesten für *M. colonus* (Taf. 2 Fig. 5); aber Formen wie *M. chimaera* (BARRANDE), *M. vulgaris* WOOD oder auch die Gruppe des *M. haupti* KÜHNE sind nicht auszuschließen.

Als Alter der Fundschicht muß nach der Graptolithenfauna also die Lebenszeit von *M. bohemicus* zugrundegelegt werden, d. h. das Ludlow ( $e\beta_1$ ), und zwar die Spanne von der Basis der Zone 33 (Zone des *M. nilssoni* oder *M. colonus*) bis zum Dach des  $e\beta_1$ . Nach MOSTLER ist die Fundschicht in der Conodontenchronologie sichere *sagitta*-Zone. Da deren Obergrenze in der Graptolithenzone 33 verläuft, käme bei Kombination des Graptolithen- und Conodonten-Datums folglich nur Zone 33 in Betracht, also frühes Unterludlow.

Der Fundpunkt 1 liegt tiefer im Gelände, und zwar im Seitenbach des Lachtalgrabens. Diese Stelle ist in MOSTLER (1966, Abb. 1, Profilserie) mit Punkt A bezeichnet. Die Proben wurden im Bachbett und am Bachufer geschlagen.

Das Gestein gleicht dem von Fundpunkt 2, ist jedoch frisch, daher dickbankig, hart und zäh. Die Graptoliten sind viel schwieriger zu sehen, ja oft gerade noch als solche zu erkennen. Sie lassen sich nicht photographieren. Es fehlt hier die am Fundpunkt 2 so deutliche „Entwicklung“ der Graptoliten durch Verwitterung.

Das Faunenbild ist etwas verschieden von dem des Fundpunktes 2. Es fehlen die Massenvorkommen von *M. bohemicus*. Ob diese Art überhaupt vertreten ist, muß sogar offenbleiben. Mit Sicherheit sind gerade, gedrungene, proximal leicht ventral eingebogene Monograpten zu erkennen – vom Habitus des *M. colonus*, *M. dubius* usw., also entsprechend der zweiten Formengruppe des Fundpunktes 2. Diese Fauna ist ebenfalls ludlowisch; die Festlegung der Zone ist jedoch nicht möglich. Da *M. bohemicus* nicht nachgewiesen werden konnte, ist das mögliche Intervall bereits mit Zone 32 (*M. vulgaris*-Zone) zu beginnen.

Nach MOSTLER (persönl. Mitteilung 1976) liegt die Fundschicht 1 in einer stratigraphisch etwas tieferen Ebene als der Fundpunkt 2. Die Conodontenfauna läßt keine Entscheidung darüber zu, ob Ludlow oder oberes Wenlock vorliegt. Wie gesagt, sprechen die Graptoliten auch dieser Fundschicht für Ludlow.

Die Abgrenzung des Ludlows ist umstritten. Mit britischen Autoren wird die im Typus-Gebiet des Ludlows und Wenlocks mehr lithologisch als biostratigraphisch gezogene Grenze zwischen Wenlock und Ludlow in der Graptolithenfazies heute oft mit der Basis der Graptolithenzone 33 parallelisiert, während seit WOOD (1900) die Basis der Zone 32 als Untergrenze des Ludlows galt.

Die Grenzziehung an der Basis der Zone 32 wird der Stammesgeschichte der Graptoliten zweifellos eher gerecht. Seit der Präzisierung der Zonenfolge an der Wenlock/Ludlow-Grenze lege ich diese noch eine Zone unter die Zone 32, nämlich an die Basis der von mir (JAEGER 1962, S. 114, Fußnote 4; 1964) eingeführten Zone des *Monograptus deubeli*. Bei dieser Grenzziehung beginnt das Ludlow mit den ersten neuen Graptoliten von ludlowischer Tracht bald nach einer der schärfsten Krisen in der Geschichte der Graptoliten, d. h. nach dem plötzlichen

Erlöschen der größtenteils bereits vom Llandovery herkommenden Stammreihen des Wenlocks.

Abschließend sei darauf hingewiesen, daß die vorstehend behandelten Graptolithen führenden Schichten stratigraphisch höchstens wenige Meter unter den geschlossenen, mächtigen,  $\pm$  magnetisierten Karbonaten liegen, welche ein bezeichnendes Element im Kitzbühler (Tiroler) und Salzburger Anteil der Grauwackenzone bilden. Da ein tektonisch ungestörter Übergang von dem Graptolithen führenden Dolomit-Kieselschiefer-Komplex in den massigen Magnesit auf der Lachtalgrundalm nicht besteht, kann eine auf cm genaue Entfernung der Graptolithenfundschichten von der Unterkante des Magnesits nicht angegeben werden.

Die geschlossene Karbonatsedimentation setzt nach den Graptolithen zweifellos erst im Ludlow, frühestens über der Zone 33 ein. Nach Conodonten beginnen die geschlossenen Karbonate in der *crassa*-Zone oder an der Basis der *ploeckensis*-Zone (MOSTLER 1968, S. 106), d. h. in der Graptolithenzone 34/35.

### 3. Entachenalm

#### a) Die Ludlow-Graptolithenfauna

PELTZMANN (in FRIEDRICH & PELTZMANN 1937) gab von der Entachenalm 16 Graptolithenarten und Varietäten an, die die Zonen 27–35 nach ELLES & WOOD (*Monograptus riccartonensis* bis *Monograptus tumescens*) anzeigen sollen, d. h. den Abschnitt von der zweituntersten Zone des Wenlocks bis weit ins Unterludlow. Nach FRIEDRICH (FRIEDRICH & PELTZMANN 1937, S. 247) stammen diese Graptolithen aus einem seit langem nicht mehr zugänglichen Stollen, und zwar sehr wahrscheinlich aus dem Niveau  $\frac{1}{2}$ –1 m, höchstens 2 m unter dem Magnesit (Sauburger Kalk).

Die Durchsicht der in Graz aufbewahrten Originale zu PELTZMANN und von etwa 100 Platten der Kollektion HAIDEN in Salzburg lehrt zunächst den mäßigen Erhaltungszustand auch dieser Graptolithen. Allerdings sind viele Graptolithen von der Entachenalm besser erhalten als die von der Lachtalgrundalm. Obwohl die meisten der in den Sammlungen liegenden Stücke keine artliche Bestimmung zulassen, fand ich keine sicheren Hinweise auf Wenlock-Graptolithen. Dagegen sind zahlreiche Rhabdosome eindeutig als Ludlow-Formen anzusprechen.

In den älteren Sammlungen sind sogar manche solcher Rhabdosome eindeutig als Ludlow-Formen zu erkennen, die ursprünglich als Wenlock-Arten bestimmt wurden. So ist z. B. ein als *M. flemingi* var. *primus* etikettiertes Exemplar (Univ. Graz, Nr. 1578) ein gerader spinoser *Monograptus*, wahrscheinlich *M. chimaera*. Diese Leitform der Zone 34/35 hat PELTZMANN selbst mehrmals mit Recht bestimmt.

Nach den unten mitgeteilten Beobachtungen hätte es nicht überrascht, wenn die älteren Forscher tatsächlich Wenlock-Graptolithen gefunden hätten. Sofern FRIEDRICHs Angaben der Fundschicht und ihrer Mächtigkeit zutrifft (es gibt wohl kaum Gründe daran zu zweifeln), dann müßte jedoch das große stratigraphische Intervall nachdenklich stimmen, das nach PELTZMANN in  $\frac{1}{2}$  Metern

(bis höchstens 1½ Metern) enthalten sein soll, auch wenn man sich der bekannten extremen Kondensation unserer Graptolithenschiefer bewußt bleibt.

Betrachtet man das Gestein der Sammlung Haiden – recht dickspaltende, rauhe, wie gebrannt aussehende, durchbewegte, teilweise karbonatische Alaunschiefer – so gewinnt man den Eindruck, daß die gesamte Kollektion aus einer Schicht oder wenigen benachbarten Lagen stammt, so wie Friedrich angibt. Das Gestein ist eigentümlich; es weicht von den unten behandelten Wenlock-Fundschichten ab.

Auf der Grundlage der von mir eingesehenen alten Aufsammlungen von der Entachenalm gebe ich folgende Artenliste:

*Monograptus uncinatus* TULLBERG (Taf. 1 Fig. 6), *M. nilssoni* LAPWORTH s.l. (Taf. 1 Fig. 1), *M. cf. roemeri* (BARRANDE) (Taf. 2 Fig. 4), *M. bohemicus* (BARRANDE)? (diese Art ist in den Kollektionen auf jeden Fall wider Erwarten sehr selten, falls sie überhaupt vorkommt), *M. dubius* (SUESS) oder ähnliche Formen, *M. chimaera* (BARRANDE) und *M. cf. colonus* (BARRANDE).

Die beiden letztgenannten Arten sind besonders zahlreich vertreten, wobei im Einzelfall fast nie zu unterscheiden ist, welche von beiden vorliegt (Taf. 1 Fig. 4 und Taf. 2 Fig. 3). Oft ist auch *M. roemeri* zu erwägen.

Die auf *M. chimaera* und *M. colonus* zu beziehenden Rhabdosome erreichen gewöhnlich nicht mehr als 15 mm Länge, Z beträgt proximal 13–15, D erreicht 2½–3 mm.

Das abgebildete Exemplar von *M. cf. roemeri* hat eine Länge von 19 mm, Z proximal ca. 13, im zweiten cm 11, D 1–(2,6–2,8) mm.

Der abgebildete *M. uncinatus* ist über 23 mm lang, Z beträgt proximal 12 oder 13, im zweiten cm 10, D 2,2 mm.

*M. uncinatus* (in Gemeinschaft mit *M. nilssoni*) zeigt Zone 33 an. *M. uncinatus* ist nach meinen Beobachtungen praktisch auf die untere Hälfte der Zone 33 beschränkt; ausnahmsweise scheint er schon in der Zone 32 aufzutreten. *M. roemeri* ist ebenfalls auf die Zone 33 beschränkt. *M. chimaera* ist leitend für Zone 34/35 (*chimaera*-Zone). Folglich erfaßten die Aufsammlungen Haidens, Friedrichs und PELTZMANNs mindestens Teile der Zone 33 und 34/35.

Da die Fundschichten dieser Autoren nach Friedrich ½–1 m, höchstens 2 m unter dem Magnesit zu suchen sind, ergibt sich, daß die geschlossene silurische Karbonatsedimentation auch in diesem Profil der Grauwackenzone in der Graptolithenzone 34/35 oder unmittelbar darüber einsetzt. Dies entspricht dem Befund MOSTLERs (1968, S. 108 und Abb. 9) auf Grund der Conodontenfauna – und den Beobachtungen auf der Lachtalgrundalm.

#### b) Die Wenlock-Graptolithenfauna

Am Westhang der Entachenalm stehen unter der felsbildenden, 35 m mächtigen, durch kleine Verwürfe zerbrochenen Magnesitplatte die Graptolithenschiefer auf einige hundert Meter Länge wiederholt an oder sind unter der Grasnarbe und Bodendecke freizulegen. Die Schiefer sind tektonisch stark durchbewegt, gestriemt,

oft verruschtelt, von zahlreichen Harnischen durchzogen und eng mit Quarz durchtrümpert. Die Fossilsuche ist meist aussichtslos. Jedoch wurden an einer Stelle im Niveau 3–5 m unter dem Magnesit in mehreren Lagen reichlich Graptoliten gefunden. Aber auch hier sind diese auf manchen Schichtflächen nur mit Mühe zu erkennen und nicht näher bestimmbar. Der Fundpunkt liegt etwa 100 m nördlich der alten kleinen Bergbauhalde, bereits mehr auf der NW-Seite als auf dem W-Hang. Bei längerer Suche wären sehr wahrscheinlich weitere Graptoliten führende Schichten zu finden und die nachstehend mitgeteilten Daten vielleicht wesentlich zu ergänzen.

In den 5 Metern unter dem Magnesit wechsellagern Alaunschiefer, Lydite und untergeordnet Bänke unreinen schwarzen Dolomits. In dem Graptoliten führenden Profilteil 3–5 m herrschen Alaunschiefer bei weitem vor; an der Basis domi-

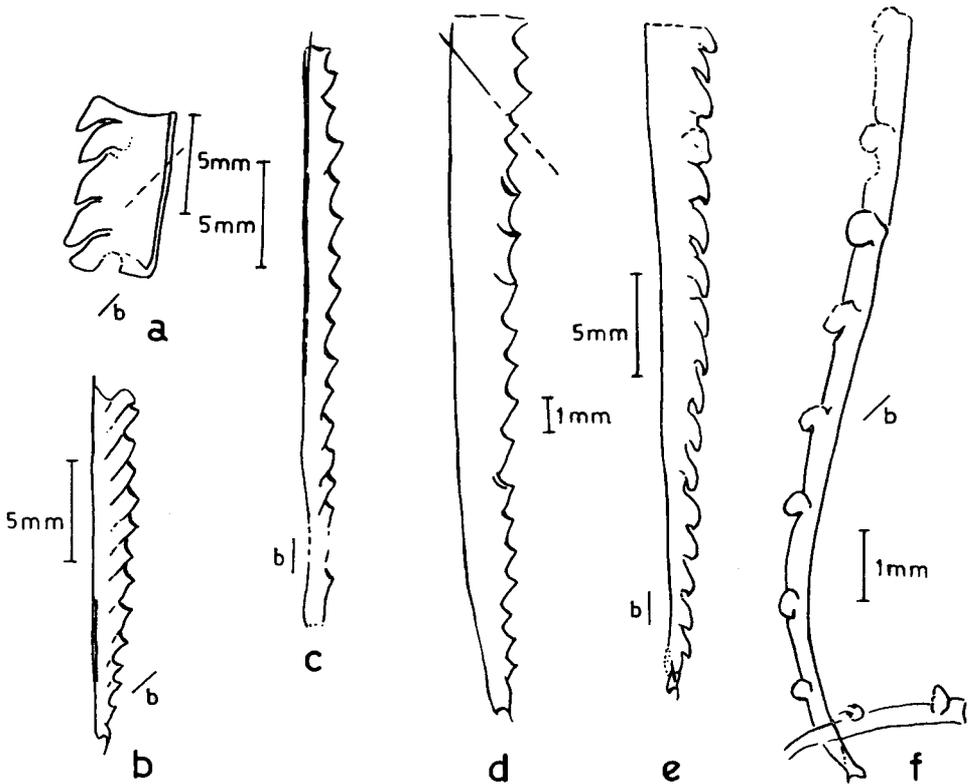


Abb. 1: Einige Graptoliten aus dem Wenlock der Entachenalm. a und e) *Monograptus priodon* cf. *flemingii* (SALTER) 1e ist identisch mit dem auf Taf. 2, Fig. 2 abgebildeten Exemplar; beide von 3 m unter dem Magnesit; b—c) *M. dubius* cf. *dubius* (SUESS), Schicht 3 m, b = Taf. 1, Fig. 8; d) *M. dubius dubius* (SUESS) (= Taf. 1, Fig. 9), Schicht 5 m. f) *M. antennularius* (MENEHINI), Schicht 3 m; das gezeichnete Rhabdosom wird von dem Exemplar Taf. 1, Fig. 2 gekreuzt (in der Zeichnung angedeutet).

nieren jeweils einige cm mächtige Lyditbänke. Etwas über der Mitte fällt eine rund 10 cm mächtige kalkige Bank durch bräunliche Anwitterung auf.

Die Gesteine gleichen bis in Einzelheiten den Graptolithenschiefern vom Typus Thüringen oder Bischofalm in den Karnischen Alpen. Die in großen Platten zu brechenden gestriemten Alaunschiefer zeigen z. B. auf vielen Schichtflächen härtere oder pulvrige rußartige kohlige Substanz in handtellergrößen Flatschen von mm-Dicke; diese werden von weißen mineralischen Ausscheidungen netzförmig durchzogen. Auch größerflächige und kleinere kohlige Konzentrationen kommen vor.

Folgende Graptolithen wurden festgestellt (vom Hangenden zum Liegenden, Fundschichten in Metern unter dem Magnesit):

- 3 m: *Monograptus dubius* cf. *dubius* (SUESS) (Taf. 1, Fig. 7–8, Abb. 1b–c), *M. priodon* cf. *flemingii* (SALTER) (Taf. 2, Fig. 2, Abb. 1a und e); *M. antennularius* (MENEHINI) (Taf. 1, Fig. 2, Abb. 1f), *M. cf. riccartonensis* LAPWORTH (Taf. 1, Fig. 10), *Cyrtograptus?* sp., *Retiolites* cf. *textor* (BOUČEK & MÜNCH). Diese Fauna stammt aus etwa 20 cm Alaunschiefern.
- 3½ m: *Monograptus* cf. *dubius* (SUESS), *M. priodon flemingii* (SALTER)?, Alaunschiefer, Graptolithen meist schwer zu erkennen.
- 4 m: *Monograptus dubius* (SUESS)?, Monograptidae indet. (zarte Formen). Aus etwa 10 cm Alaunschiefern.
- 5 m: *Monograptus dubius dubius* (SUESS) (Taf. 1, Fig. 3, 5 und 9, Abb. 1d), zahlreiche Exemplare im Lydit; wenige weitere Monograptidae indet. und Fetzen von Retiolitidae.

Datierung: Am aussagekräftigsten ist die Fauna aus den Fundschichten 3 m unter dem Magnesit. *Monograptus antennularius* ist aus den Zonen 27–29 (*M. riccartonensis* bis *M. flexilis*) bekannt. Der in einem Exemplar vorliegende *M. cf. riccartonensis* würde Zone 27–28 anzeigen. *Retiolites* cf. *textor* spricht für Zone 28–29. Das Fehlen des auffälligen *M. flexilis* könnte bedeuten, daß das Niveau der Zone 29 nicht erreicht ist. *M. priodon* cf. *flemingii* spricht für Wenlock insgesamt.

Der große *M. dubius dubius* aus dem Niveau 5 m und die wahrscheinlich ebenfalls zur typischen Unterart von *M. dubius* gehörenden Rhabdosome aus den Schichten 4–3 m sprechen für Zone 27–29.

Zusammenfassend ergibt sich, daß die Schichten 3–5 m unter dem Magnesit zweifellos ins Wenlock gehören, und zwar in den höheren Teil des unteren bis mittleren Wenlocks, anscheinend in die Zonen 27–28 (*M. riccartonensis* bis *Cyrtograptus rigidus*), vielleicht noch Zone 29.

Die 3 obersten Meter bis zum Magnesit müßten das höhere Wenlock und einen großen Teil des Unterludlows vertreten, d. h. die Zonen 30 (29?) bis 34/35. Da im obersten Meter (maximal in den obersten 2 m) bereits Zone 34/35 und wesentliche Teile von Zone 33 enthalten sind, wären im Profilteil 3–1 m (oder

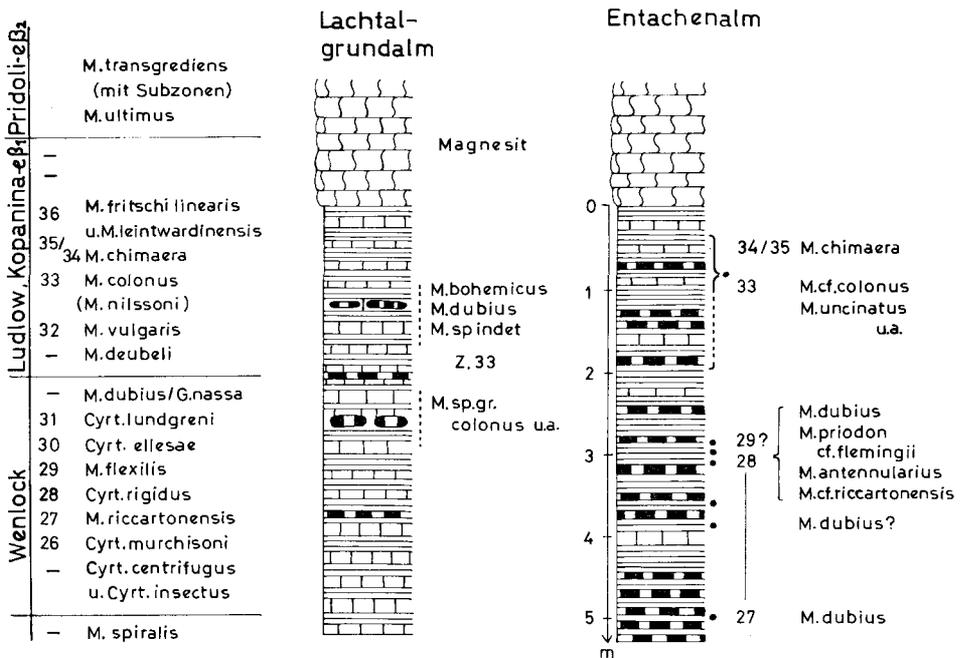


Abb. 2: Kombinierte schematische Profile durch die Graptolithen-führenden Schichten von der Lachtalgrundalm und Entachenalm. Die gegenseitige stratigraphische Entfernung der beiden Fundschichten auf der Lachtalgrundalm sowie ihr Abstand vom Magnesit wurden einigermaßen willkürlich angenommen. — Zur besseren Lesbarkeit wird die Graptolithenzonenfolge vom Wenlock bis Pridoli (eß<sub>2</sub>) daneben gestellt.

2 m) die Zonen 29?, 30, 31, das Interregnum des *M. dubius*/*Gothograptus nassa*, die Zone des *M. deubeli* und *M. vulgaris* (32) zu erwarten. Dabei könnte der größte Teil der Mächtigkeit auf Zone 31 entfallen, während die übrigen Niveaus erfahrungsgemäß sehr dünn sein könnten, da sie viel kürzeren Zeiträumen entsprechen. Dies gilt unter der Voraussetzung, daß die Schichtenfolge bis zum handgenden Magnesit vollständig ist, also keine nennenswerten tektonischen Unterdrückungen erfolgt.

### e) Bemerkungen über Erhaltung und Maße der Wenlock-Graptolithen

In den Alaunschiefern der Schichten 3–5 m unter dem Magnesit sind die Graptolithen in Richtung der gewöhnlich deutlich wahrnehmbaren feinen Strömung (b) extrem gelängt und in der Schichtebene durch Parallelverschiebung allseitig-flächenhaft vergrößert, wie Messungen erweisen. Nicht selten sind die Graptolithen zu einem kaum noch erkennbaren Film ausgewalzt. Die Verformung erfolgte gewissermaßen fließend.

In den Lyditbänken wurden die Graptolithen an Verschiebungsflächen, Klüften usw. oft erheblich zerrissen (Taf. 1 Fig. 3); die Verformung war ruptuell, eine fließende tektonische Verformung (Längung, Bügelung) unterblieb praktisch.

Die Graptoliten wurden jedoch durch die Setzung des Sediments plattgedrückt. Sie bewahren ungefähr die ursprünglichen Dimensionen der lediglich diagenetisch plattgedrückten Normalform.

*Monograptus dubius dubius* (SUESS)

Vorbemerkung: Die typische Unterart des häufigsten und langlebigsten Graptoliten (auch in der Wenlock-Kollektion der Entachenalm ist die Art am zahlreichsten) ist eine große bis 10 cm lange Form. BOUČEK (1932) und ihm folgend PŘIBYL (1943) unterscheiden in derselben Schicht (Zone des *M. riccartonensis*) die Unterarten *M. dubius dubius* (schmal, D bis 2 mm, Z proximal 10, distal 8) und *M. dubius latus* (breit, D 2,5 mm, Z nach PŘIBYL konstant 8).

Nach meinen Beobachtungen, u. a. an Aufsammlungen an der gemeinsamen Typus-Lokalität der beiden Unterarten (Vyskočilka bei Chuchle in Groß-Prag), gehen beide Formen ineinander über. Die maximale Dicke bei adulten plattgedrückten Exemplaren variiert von 2–>2½ mm (meist 2,2–2,5 mm), Z proximal beträgt 10–9, distal 8–7. Die Angabe eines konstanten Z für die dicken Exemplare kann ich nicht bestätigen. Dementsprechend vermag ich die Unterscheidung der beiden Unterarten, die also sympatrisch wären, nicht anzuerkennen.

Zum typischen *M. dubius* sind nach meinen bisherigen Beobachtungen auch die meisten der als *M. meneghini* GORTANI und *M. sardous* GORTANI (mit Unterarten) bezeichneten Graptoliten aus den Zonen 28–29 in Sardinien zu stellen. Es handelt sich um Rhabdosome, die durch doppelte Schieferung (Parallel- und Transversalschieferung) verformt wurden – ähnlich den Stücken von der Entachenalm, nur oft noch stärker. Einige mögen bereits zum kleineren *M. dubius pseudo-dubius* BOUČEK überleiten, der für die obersten Zonen im Wenlock bezeichnend ist.

Rhabdosome von der Entachenalm: Die Exemplare in den Lyditen erreichen eine Länge von über 40 mm, Z beträgt proximal  $\pm 10$ , im zweiten cm 8, weiter distal 8–7, D erreicht 2,0–2,7 mm. Werte von 2,4–2,7 mm werden an den am besten erhaltenen Rhabdosomen gemessen, während bei den schmalen Stücken Verkantung zu dem niedrigen Betrag führen mag. Die Meßwerte entsprechen denen der typischen böhmischen Exemplare im oben ausgeführten Sinne und werden im Gegensatz zu den stark verformten Rhabdosomen aus den Alaunschiefern ohne Vorbehalt mit der typischen Unterart identifiziert.

Rhabdosome in den Alaunschiefern (besonders Schichten bei 3 m): Länge bis >40 mm. Bei Exemplaren die  $\pm 11b$  liegen: Z proximal 6, distal 5; D erreicht 1,5–1,8 mm. Bei einem noch juvenilen, nur aus 9 Theken bestehenden Rhabdosom, das mit b einen Winkel von ca. 45° bildet, beträgt Z proximal 8, D erreicht 2½ mm, obwohl die adulte Dicke, die erst ungefähr bei Th<sub>20</sub> zu erwarten wäre, noch weit entfernt ist. Wäre das Gestein nur von Transversalschieferung betroffen, sollte Z bei diesem Exemplar 9–10, D bei Th<sub>9</sub> erst 1,7–1,8 mm betragen. Der tatsächliche niedrigere Wert für Z (8) und höhere für D (2½ mm) sind überzeugende Zeichen dafür, daß zusätzlich zur Längung in b durch Transversalschieferung eine Ausdehnung des Graptoliten durch Parallelschieferung bewirkt wurde.

Bei einem unter  $55^\circ$  zu b liegendem Rhabdosom beträgt D 3–3,2 mm, Z ist nicht meßbar. Leider fehlen sicher als *M. dubius* erkennbare Exemplare, die mit b Winkel von  $90^\circ$  bilden. Bei solchen dürfte D um 4 mm betragen.

Obwohl die Zahl der vorhandenen Rhabdosome für eine wünschenswerte umfassende Analyse der tektonischen Verformung nicht ausreicht – möglichst viele adulte Rhabdosome in den verschiedensten Winkellagen zu b wären vonnöten – zeigen die verfügbaren Meßwerte, was die offensichtliche Auswulzung der Graptolithen von vornherein vermuten läßt, daß eben zusätzlich zu der linearen Streckung in b eine allseitig-flächenhafte Vergrößerung in der Schichtebene stattfand.

*Monograptus priodon* cf. *flemingii* (SALTER)

**Taxonomische Vorbemerkung:** Die im höheren Llandovery (von Zone 22 an) und Wenlock (bis Dach der Zone 31) häufige *priodon*-Gruppe ist eine Entwicklungsreihe mit Seitenzweigen oder ein Bündel von Linien. Im wesentlichen nur nach den Dimensionen (Größe, Dicke, Modus der Dickenzunahme des Rhabdosoms, Z usw.), also nach quantitativen Merkmalen werden eine Anzahl Arten und Unterarten unterschieden, manche sicher zu Recht, bei anderen sind Unterscheidbarkeit oder zugemessener taxonomischer Rang zweifelhaft. Es scheint offenkundig, daß viele Bestimmungen weniger nach der Morphologie als nach der Stratigraphie erfolgen, welche mit Hilfe guter Zonengraptolithen vorher festlag. Dies scheint mir besonders auf *M. priodon* im engeren Sinne (oberes Llandovery bis unteres Wenlock) und *M. flemingii* (höheres Wenlock) zuzutreffen. Beide bilden die Riesenformen in der *priodon*-Gruppe, wobei die späten Wenlock-Vertreter anscheinend am allergrößten werden. Innerhalb der beiden Taxa werden manchmal wiederum mehrere Unterarten oder Varietäten unterschieden. Das mag berechtigt sein. Ich sehe mich jedoch außerstande, zuverlässige Unterscheidungsmerkmale von gewissen großen *priodon*-Rhabdosomen des frühen Wenlocks und manchen *flemingii*-Exemplaren des späten Wenlocks zu nennen und werte daher seit langem *flemingii* nur als Unterart von *M. priodon*. Die befriedigende Beantwortung der hier aufgeworfenen Fragen ist eine praktisch kaum lösbare Aufgabe; denn diese liefe hinaus auf die Untersuchung (zunächst Beschaffung) eines überaus umfangreichen, horizontierten, gut und vergleichbar erhaltenen Materials.

**Rhabdosome von der Entachenalme:** In den Schiefen 3 m unter dem Magnesit kommen einige aus wenigen Theken bestehende Juvenile und der proximale Teil eines größeren, parallel b liegenden Rhabdosoms vor (Taf. 2, Fig. 2 und Abb. 1c), die eindeutig auf *M. priodon* im weiteren Sinne und das vorgenannte große Anfangsstück sogar auf eine robuste *priodon*-Form (wegen des Niveaus auf *flemingii*) zu beziehen sind. Weitere adulte Bruchstücke sprechen ebenfalls für diese Form, können aber auch zu *M. flexilis* gehören, für den jedoch sonst keine Hinweise vorliegen.

**Maße:** Bei dem großen parallel b liegenden proximalen Rhabdosomteil Z 6, im zweiten und dritten cm 5; D bei Th<sub>15</sub> bereits 3,2 mm. Dieses Rhabdosom wurde um etwa 100% in b gelängt! Bei einigen adulten Bruchstücken, die mit b Winkel von  $20\text{--}45^\circ$  bilden, ist Z 4–5, D  $4\frac{1}{2}$ –5 mm.

Zum Vergleich: bei tektonisch nicht verformten, plattgedrückten Rhabdosomen aus Böhmen und Thüringen beträgt Z proximal 13–14 ( $\pm 1$ ), im zweiten cm 11–10, im dritten 10–9, distal  $\pm 8$ . D bei Th<sub>15</sub> ist 1,7– $>2\frac{1}{2}$  mm, distal 4–5 mm.

Der große Betrag für D bei Th<sub>15</sub> – 3,2 mm – bei dem in der Streckungsrichtung liegenden Rhabdosom von der Entachenalm, das beim bloßen Wirken linearer Streckung umgekehrt relativ dünn sein sollte, lehrt wieder die überaus erhebliche Auswalzung der Graptolithen in der Schichtfläche durch Parallelschieferung, welche der Längung in b in der Richtung normal zu b entgegenwirkt, sich in Richtung parallel b jedoch mit der Streckung durch Transversalschieferung addiert. Daher also enorme Längung in b und gleichzeitig größere Dicke als normalerweise vorhanden wäre.

#### *Monograptus cf. riccartonensis* LAPWORTH

Das einzige Rhabdosom (Taf. 1, Fig. 10) hat die bezeichnende Gestalt und die zu dieser Art passende Größe. Es liegt in distaler Richtung zunehmend verkantet (schräg) zur Schichtebene, so daß man unter dem Mikroskop bei geeigneter Beleuchtung die ventralen Thekenmündungsänderer unter den Mündungsdächern (Hauben) sehen kann. Diese sind vor allem distal recht klein, wie es für die Art oft typisch ist. Länge 20 mm, Z proximal 8 oder 9, distal 6?, D 1,3 (0,9)–2,0 (1,6). Das Rhabdosom liegt distal unter einem Winkel von 40° zu b. (Bei plattgedrückten, aber nicht durch Schieferung verformten Rhabdosomen beträgt Z proximal 10–11, distal 8–9; D erreicht etwas über 1½–2 mm).

#### *Monograptus antennularius* (MENEHINI)

Die abgebildeten juvenilen Rhabdosome (Taf. 1, Fig. 2 und Abb. 1f) zeigen die typische Gestalt dieser Art und lassen auch die „engerollten“ Theken erkennen. Z beträgt ca. 7 (in ½ cm 3½), D bei Th<sub>5</sub> 0,6–0,7 (0,5) mm, Winkel mit b 40–50°. Es liegen auch Bruchstücke mittlerer oder distaler Rhabdosomteile vor, bei welchen Z parallel b nur 3–4 beträgt, D ca. 0,8 (0,6) mm. Die Maße für unverformte Stücke sind nach BOUČEK & PŘIBYL (1942) wie folgt: Z 9–7, D 1 mm.

Ein möglicherweise zu *Cyrtograptus* gehöriges Rhabdosom-Bruchstück und einige nicht fotografisch abbildbare fragmentarische Retiolitidae, die ich mit *Retiolites textor* vergleiche, seien nur erwähnt. Sie fügen sich harmonisch in die übrige Fauna ein.

Weitere Fundpunkte: Südlich von Fieberbrunn unweit der Lachtalgrundalm, genauer 250 m südlich der Einmündung des Lachtalbaches in den Pletzerbach, auf der östlichen Talseite hoch am Hang im Wald fand MOSTLER im Verband mit Orthocerenkalken ein kleines Graptolithenschiefervorkommen. Die rauhen, bröckeligen Alaunschiefer führen nicht näher bestimmbare kleine gebogene Monograptiten. Identifizierbare Stücke wären von größeren Aufsammlungen zu erhoffen.

Von den früher viel genannten Graptolithenfunden im östlichen Teil der Grauwackenzone ist nur das Vorkommen im Sauerbrunngraben bei Eisenerz anzuerkennen. Die für die extreme Graptolithenfazies typische Alaun- und Kieselschieferwechsellagerung lieferte in harten spröden

Lyditlagen älterer und neuerer Aufsammlungen leider nicht näher bestimmbare Bruchstücke von Monograpten. Diese sind nicht älter als silurisch. Zwischengeschaltete Kalklinsen erbrachten eine reiche Conodontenfauna der *amorphognathoides*-Zone (Wende Llandovery/Wenlock) (FLAJS 1967). Die früher von diesem Fundort gemeldeten ordovizischen Graptolithen konnten ebensowenig bestätigt werden wie die angeblichen Graptolithenfunde aus dem Weiritzgraben bei Eisenerz, vom Salberg bei Liezen und von Gaishorn (JAEGER 1969).

#### 4. Über die Entwicklung des Silurs in der Nördlichen Grauwackenzone

Zwischen den Profilen Lachtalgrundalm und Entachenalm bestehen bemerkenswerte Unterschiede insofern, als auf der Lachtalalm das unter den geschlossenen ludlowischen Karbonaten liegende Silur selbst reich an Karbonaten und recht bunt aufgebaut ist (MOSTLER 1966), während auf der Entachenalm im Liegenden des Magnesits das bisher paläontologisch nachgewiesene Silur aus einer kondensierten Folge von Alaun- und Kieselschiefern des Typus Thüringen besteht. Die Karbonatanteile sind auf der Entachenalm im früh- und prä-ludlowischen Abschnitt gering.

Die verschiedene Entwicklung des Silurs auf der Lachtal- und Entachenalm bin ich geneigt, auf die Beeinflussung der Sedimentation durch den Blasseneck-Porphyröid zurückzuführen. Diese Laven und Tuffe sind sehr bedeutenden Mächtigkeitsschwankungen unterworfen, worauf schon OHNESORGE (1905, S. 376) hinwies, erzeugten auf dem Meeresboden also erhebliche Reliefunterschiede. Diese könnten meines Erachtens recht zwanglos die bekannte fazielle Vielfalt der nachporphyrischen Ablagerungen in der Grauwackenzone weitgehend erklären.

Die Lachtalgrundalm liegt im Verbreitungsgebiet des Porphyroides. Auf der von diesem gebildeten Untiefe wurde während des gesamten Silurs mehr oder minder Karbonat abgelagert. Im Gebiet der Entachenalm, wo der Porphyroid fehlt, also in einem tieferen Meeresgebiet, entstanden Graptolithenschiefer, bis ein überregionaler Fazieswechsel im Ludlow hier wie dort eine geschlossene Karbonat-sedimentation einleitete. Denn der Beginn der geschlossenen Kalkablagerung oder analoger Fazieswechsel in oder über der Graptolithenzone 34/35 hat eine genaue Parallele in anderen Silur-Vorkommen mit  $\pm$  euxinischer Graptolithenfazies von Thüringen über Sardinien bis Nordafrika (JAEGER 1976, 1977). Das generelle Einsetzen der Karbonate erst im höheren Ludlow wird für den östlichen Abschnitt der Grauwackenzone (Eisenerzer Alpen) von FLAJS & SCHÖNLAUB (1976, S. 283–284) hervorgehoben.

Die Beeinflussung der Sedimentation durch den Blasseneck-Porphyröid scheint mir noch weiter zu gehen: Die größten Porphyroid-Mächtigkeiten (auf 400–800 m geschätzt) und die größten Mächtigkeiten silurisch-devonischer Karbonate in der Grauwackenzone sind offenbar miteinander korreliert, was anscheinend schon in der Übersichtskarte (VETTERS 1935) zum Ausdruck kommt. Die hoch aufragenden vulkanischen Aufschüttungen ermöglichten eine besonders reiche Besiedlung durch Benthos und dementsprechend einen besonders hohen Anteil organogenen Kalkes im Sediment.

Die Polsterquarzit-Vorkommen (im unmittelbaren Hangenden des Porphyroids) schließlich finden sich nur in den Gegenden mit maximalen Porphyroid-Mächtigkeiten. Die Quarzite sind der Abtragungsschutt der bis über den Meeresspiegel aufragenden Porphyr-Akkumulationen (Inseln).

Die weite, wenn auch sehr ungleichmäßige Verbreitung des Blasseneck-Porphyroids durch die gesamte Grauwackenzone hindurch über 300 km streichender Länge und – falls die Parallelisierung mit den meist jedoch viel dünneren Porphyroiden in Mittelkärnten und den Karawanken (SCHÖNENBERG 1970 u.a.) zutrifft – bei der heutigen Topographie 100 km quer zum Generalstreichen der Ostalpen ist ein bemerkenswertes Phänomen. Die Porphyroide bezeugen eine gewisse bruchtektonische Aktivität im ausgehenden Ordoviz, denn Vulkanismus setzt wohl immer Dehnungsvorgänge voraus. Insofern hat die engräumige fazielle Differenzierung des Silurs der Grauwackenzone letztlich tektonische Ursachen. Ob darüber hinaus die Annahme einer synsedimentären tektonischen Zerbrechung der Porphyrplatte im Silur (MOSTLER 1970) erforderlich ist, dürfte wegen der alle älteren Vorgänge überlagernden variszischen und alpidischen Tektonik (die ihrerseits oft schwer zu trennen sind) nicht leicht zu bestätigen sein.

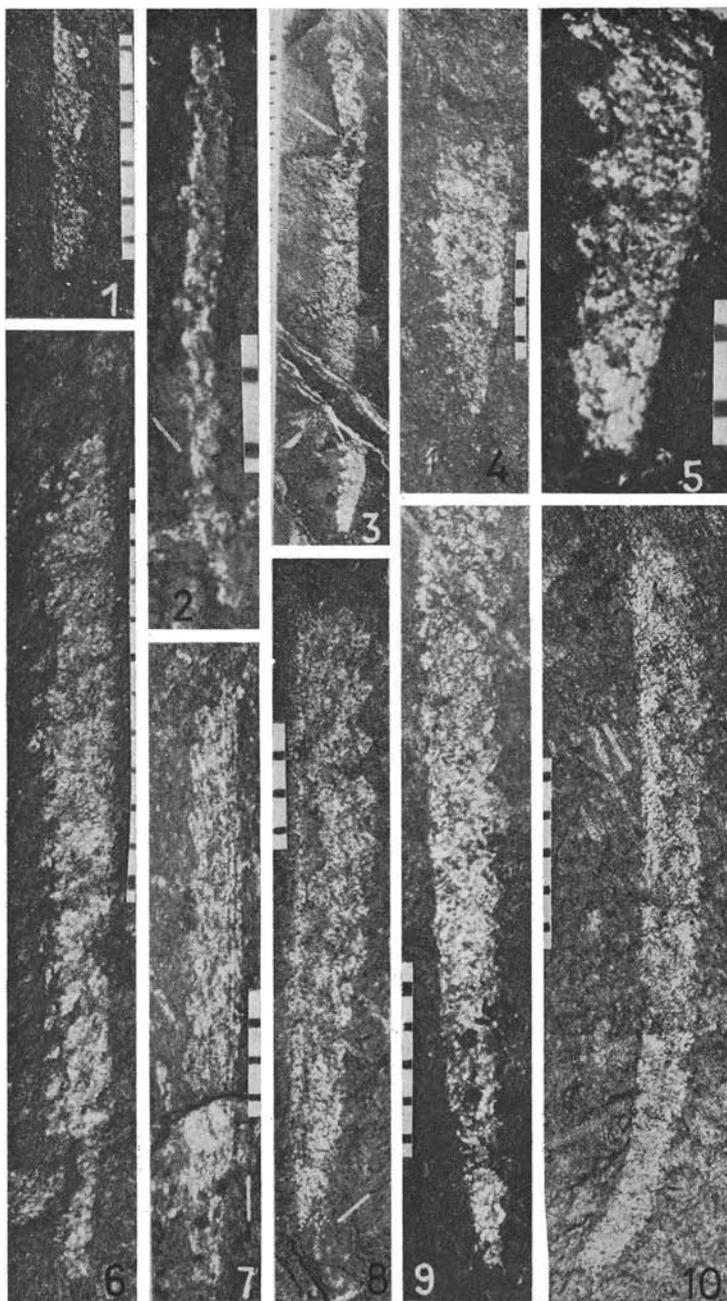
Im Auftreten offenbar frühsilurischer synsedimentärer Diabase von örtlich beachtlicher Mächtigkeit (z. B. im Wildfeld- und Reiting-Massiv der Eisenerzer Alpen, SCHÖNLAUB 1976, persönl. Mitteilung) würden sich m.E. (1.) eine gewisse silurische Bruchbildung und (2.) ein grundlegender Umschlag in der erdgeschichtlichen Entwicklung der Grauwackenzone dokumentieren, nämlich der Umschlag vom sauren zum basischen Vulkanismus. Wenn die in den ordovizischen Grauwackenschiefern, also im Liegenden des Porphyroids steckenden basischen Vulkanite tatsächlich synsedimentäre Bildungen sind, wäre im Zeitraum Ordoviz/Silur in der Grauwackenzone ein zweimaliger radikaler Umschlag im Chemismus des Magmatismus erfolgt, von basisch → sauer → basisch.

## 5. Literatur

- AIGNER, G. (1930): Silurische Versteinerungen aus der Grauwackenzone bei Fieberbrunn in Tirol. — Verh. geol. B.-A., **1930**, S. 222—224, Wien.
- (1931): Eine Graptolithenfauna aus der Grauwackenzone von Fieberbrunn in Tirol nebst Bemerkungen über die Grauwackenzone von Dienten. — Anz. Akad. Wiss. Wien, math.-natw. Kl., **68**, S. 23—55, 21 Abb., Wien.
- BOUČEK, B. (1932): Preliminary report on some new species of graptolites from the Gothlandian of Bohemia. — Věst. Stát. Geol. Úst., **8**, S. 150—155, 2 Abb., Prag.
- BOUČEK, B. & PŘIBYL, A. (1942): Über böhmische Monograpten aus der Untergattung *Streptograptus* YIN. — Mitt. tschech. Akad. Wiss., **52**, S. 1—23, 5 Abb., 3 Taf., Prag.
- FLAJS, G. (1967): Conodontenstratigraphische Untersuchungen im Raum von Eisenerz, Nördliche Grauwackenzone. — Mitt. geol. Ges. Wien, **59**, S. 157—212, 8 Abb., 5 Taf., Wien.
- FLAJS, G. & SCHÖNLAUB, H. P. (1976): Die biostratigraphische Gliederung des Altpaläozoikums am Polster bei Eisenerz (Nördliche Grauwackenzone, Österreich). — Verh. geol. B.-A., **1976**, S. 257—303, 5 Abb., 4 Taf., Wien.
- FRIEDRICH, O. & PELTZMANN, I. (1937): Magnesitvorkommen und Paläozoikum der Entachen-Alm im Pinzgau. — Verh. geol. B.-A., **1937**, S. 245—253, 6 Abb., Wien.
- HAIDEN, A. (1936): Über neue Silurversteinerungen in der nördlichen Grauwackenzone auf der Entachenalm bei Alm im Pinzgau. — Verh. geol. B.-A., **1936**, S. 133—138, 1 Abb., Wien.
- HAUER, F. (1847): Versteinerungen von Dienten. — Ber. Mitt. Freunden Naturwiss., **1**, S. 187—189, Wien.

- HERITSCH, F. (1929): Faunen aus dem Silur der Ostalpen. — Abh. Geol. B.-A., **23**, H. 2, S. 1—183, 19 Abb., 8 Taf., Wien.
- JAEGER, H. (1962): Das Silur (Gotlandium) in Thüringen und am Ostrand des Rheinischen Schiefergebirges (Kellerwald, Marburg, Gießen). — [In:] H. ERBEN [Hrsg.]: Symposiums-Band 2. int. Arbeitstgg. über die Silur/Devon-Grenze etc., S. 108—135, 3 Tab., Stuttgart (Schweizerbart).
- (1964): Der gegenwärtige Stand der stratigraphischen Erforschung des Thüringer Silurs. — Abh. dt. Akad. Wiss. Berlin, Kl. Bergbau, Hüttenwesen, Montangeol., **1964**, H. 2, S. 27—51, 1 Abb., Berlin.
- (1969): Kritische Bemerkungen zu einigen Angaben über Graptolithenfunde in den Ostalpen. — Anz. österr. Akad. Wiss., **106**, S. 173—177, Wien.
- (1976): Das Silur und Unterdevon vom thüringischen Typ in Sardinien und seine regional-geologische Bedeutung. — Nova Acta Leopoldina, **45**, 224, S. 263—299, 10 Abb., 3 Taf., Halle/Saale.
- (1977): Das Silur/Lochkov-Profil im Frankenberger Zwischengebirge (Sachsen). — Freib. Forsch.-H., **C 326**, S. 45—59, 3 Abb., 1 Taf., Freiberg.
- MOSTLER, H. (1966): Zur Einstufung der „Kieselschiefer“ von der Lachtal-Grundalm (Fieberbrunn, Tirol). — Verh. geol. B.-A., **1966**, S. 157—170, 2 Abb., Wien.
- (1968): Das Silur im Westabschnitt der Nördlichen Grauwackenzone. — Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud., **18**, S. 89—150, 40 Abb., Wien.
- (1970): Struktureller Wandel und Ursachen der Faziesdifferenzierung an der Ordoviz-/Silur-Grenze in der Nördlichen Grauwackenzone (Österreich). — Festband 300-Jahr-Feier Geol. Inst. Univ. Innsbruck, S. 507—522, 5 Abb., Innsbruck.
- OHNESORGE, Th.: (1905): Über Silur und Devon in den Kitzbühler Alpen. — Verh. geol. B.-A., **1905**, S. 373—377, Wien.
- PŘIBYL, A. (1943): Revision aller Vertreter der Gattung *Pristiograptus* aus der Gruppe *P. dubius* und *P. vulgaris* aus dem böhmischen und ausländischen Silur. — Mitt. tschech. Akad. Wiss., **53**, H. 4, S. 1—49, 4 Abb., 4 Taf., Prag.
- SCHÖNENBERG, R. (1970): Das variszische Orogen im Raume der Südost-Alpen. — Geotekt. Forsch., **35**, S. 1—22, 2 Abb., Stuttgart.
- STACHE, G. (1879): Über die Verbreitung der silurischen Schichten in den Ostalpen. — Verh. geol. R.-A., **1879**, S. 216—223, Wien.
- (1884): Über die Silurbildung der Ostalpen, mit Bemerkungen über die Devon-, Carbon- und Perm-schichten dieses Gebietes. — Z. dt. geol. Ges., **36**, S. 277—378, 1 Tab., Berlin.
- (1890): Die Silurfaunen der Ostalpen. — Verh. geol. R.-A., **1890**, S. 121—126, Wien.
- VETTERS, H. (1935): Geologische Karte der Republik Österreich und der Nachbargebiete. — Wien (Geol. B.-A.).
- WOOD, E. M. R. (1900): The Lower Ludlow Formation and its graptolite fauna. — Quart. J. geol. Soc. London, **56**, S. 415—492, 27 Abb., 2 Taf., London.

Manuskript bei der Schriftleitung eingelangt am 15. 4. 1977.



Tafel 1

Tafel 1: Einige Graptolithen von der Entachenalm. Der weiße Strich neben den Figuren markiert die durch Transversalschieferung erzeugte Striierung (= Lination = Streckungsrichtung = b) auf den Schichtflächen. Wo der weiße Strich fortgelassen wurde, ist eine einfache Lination nicht klar zu erkennen und die Streckungsrichtung nicht mit Bestimmtheit anzugeben.

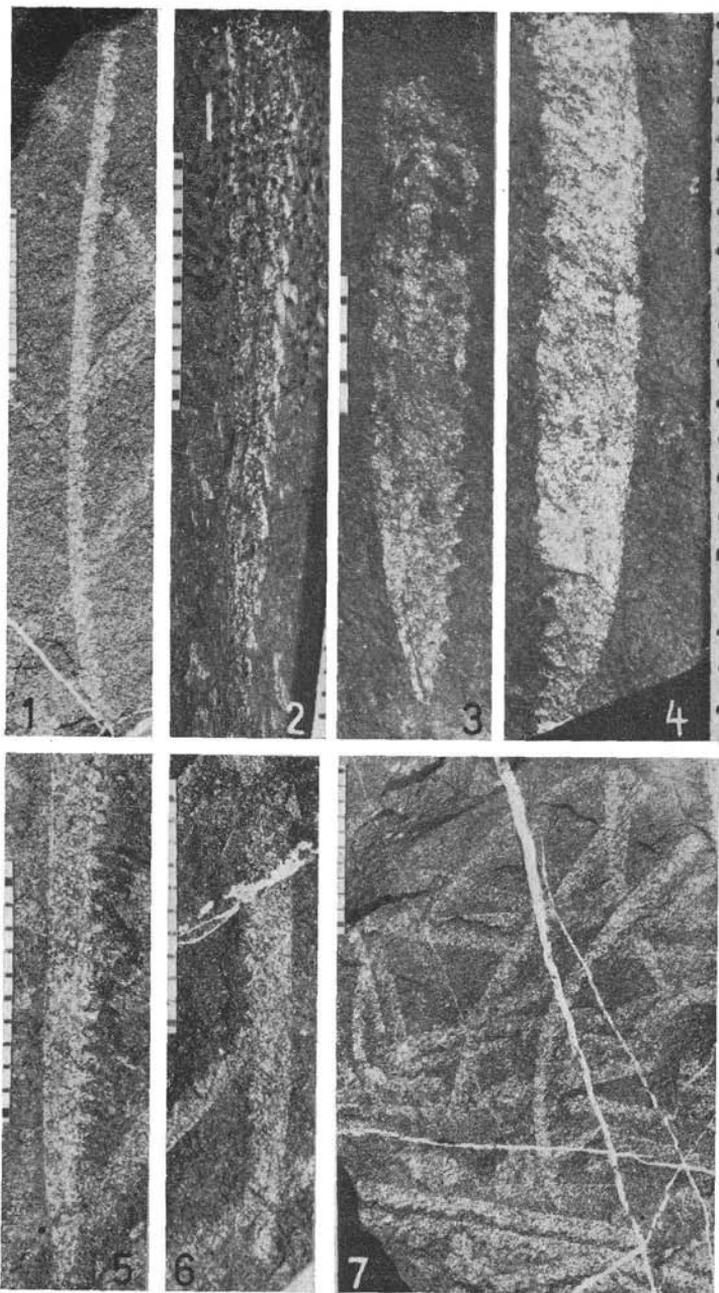
Wenn nicht ausdrücklich anders vermerkt, werden die Originale im Geologisch-Paläontologischen Institut der Universität Graz aufbewahrt.

- Fig. 1: *Monograptus nilssoni* LAPWORTH s.l. Unterludlow, Zone 33. Alaunschiefer aus dem Stollen,  $\frac{1}{2}$  bis höchstens 2 m unter dem Magnesit. Kollektion A. HAIDEN, Universität Salzburg, Nr. 7070 (auf derselben Platte wie Fig. 6).  $\times 5$ .
- Fig. 2: *Monograptus antennularius* (MENEHINI). Mittleres Wenlock. Alaunschiefer, Westhang, 3 m unter dem Magnesit.  $\times 10$ .
- Fig. 3, 5, 7 bis 9: *Monograptus dubius dubius* (SUESS). Mittleres Wenlock. Westhang. Fig. 3, 5 und 9 im Lydit 5 m unter dem Magnesit, 7 bis 8 im Alaunschiefer 3 m unter dem Magnesit (für diese Subspezies-Bestimmung mit Vorbehalt). Fig. 5 ist das stark ( $\times 10$ ) vergrößerte Proximalende des als Fig. 3 vollständig wiedergegebenen, zersicherten Rhabdosoms ( $\times 2$ ). Fig. 7 bis 9  $\times 5$ .
- Fig. 4: *Monograptus* cf. *chimaera* (BARRANDE) (vel *M. colonus* (BARRANDE)). Unterludlow, Zone 34/35 (oder Zone 33). Die bezeichnenden Mündungsstacheln sind an mehreren proximalen Theken deutlich zu erkennen. Stollen. Kollektion A. HAIDEN, Universität Salzburg, Nr. 2.217.  $\times 5$ .
- Fig. 6: *Monograptus uncinatus* TULLBERG. Unterludlow, Zone 33. Stollen. Kollektion A. HAIDEN, Universität Salzburg, Nr. 7070.  $\times 5$ .
- Fig. 10: *Monograptus* cf. *riccartonensis* LAPWORTH. Mittleres Wenlock. Alaunschiefer, Westhang 3 m unter dem Magnesit.  $\times 5$ .

— — —

Tafel 2: Graptolithen von der Lachtalgrundalm und Entachenalm.

- Fig. 1 und 7: *Monograptus bohemicus* (BARRANDE). Ludlow, eß<sub>1</sub>. Lachtalgrundalm, Fundpunkt 2.  $\times 2$ .
- Fig. 2: *Monograptus priodon* cf. *flemingii* (SALTER). Mittleres Wenlock. Stark in b gelängtes juveniles Rhabdosom mit Sikula. Entachenalm, Westhang, Alaunschiefer 3 m unter dem Magnesit.  $\times 3$ .
- Fig. 3: *Monograptus colonus* (BARRANDE)? vel *roemeri* (BARRANDE)? vel *chimaera* (BARRANDE)? Unterludlow, Zone 33 oder 34/35. Entachenalm, Stollen, Alaunschiefer  $\frac{1}{2}$  bis höchstens 2 m unter dem Magnesit. Kollektion A. HAIDEN, Universität Salzburg, Nr. 7058. Distal blickt man in die Thekenmündungen des verkanteten Rhabdosoms.  $\times 5$ .
- Fig. 4: *Monograptus* cf. *roemeri* (BARRANDE). Unterludlow, Zone 33 (oder 34/35). Entachenalm, Stollen. Kollektion A. HAIDEN, Universität Salzburg, Nr. 7083.  $\times 5$ .
- Fig. 5: *Monograptus* sp. indet. ex gr. *colonus/dubius* usw. Ludlow, eß<sub>1</sub>. Lachtalgrundalm, Fundpunkt 2.  $\times 3$ .
- Fig. 6: *Monograptus dubius* cf. *frequens* (JAEKEL). Ludlow, eß<sub>1</sub>. Lachtalgrundalm, Fundpunkt 2.  $\times 3$ .



Tafel 2