

DIE NEUE BREHM-BÜCHEREI

GRAPTOLITHEN

NEUE ERKENNTNISSE ÜBER DIE
LEITVERSTEINERUNGEN DER SILURFORMATION

von RUDOLF HUNDT

mit 124 Abbildungen



Akademische Verlagsgesellschaft Geest & Portig K.-G. · Leipzig

1953

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	3
Kurze Geschichte ihrer Erforschung und verwandtschaftliche Beziehungen	4
Hydrologie des Graptolithenmeeres	6
Ontogenie der Graptolithen	10
Vom Bau des Polypariums, den Weichteilresten und Muskelansätzen des Graptolithentieres	11
Lebensweise der Graptolithina als:	
a) Plankton	13
b) Pseudoplankton	15
Die Schwebvorrichtung des <i>Demicystograptus vesiculosus</i> Nich., als Beispiel für die Schwebeinrichtungen der Diprionitidae	15
Zusätzliche Schwebeinrichtungen	18
Phylognese und Konvergenzen bei der Graptolithina	19
Erhaltungsweise der Graptolithina	22
Weitweite Verbreitung der Graptolithina	25
Postmortale Einflüsse auf die Graptolithen	27
Aussterben der Graptolithina	30
Gliederung des Obersilurs	32
Untersilurische Graptolithen im deutschen Silur	35
Taxonomie der Graptolithina	37
Systematik	39
Schrifttum	41
Erklärungen	42
Sach-, Orts- und Autorenverzeichnis	44

HEFT 102

Akademische Verlagsgesellschaft Geest & Portig K.-G., Leipzig
in Verbindung mit dem A. Ziemsen Verlag, Wittenberg/Lutherstadt

Satz, Druck und Bindung: IV/2/14 - VEB Werkdruck Gräfenhainichen - 146
Veröffentlicht unter der Lizenz-Nr. 276—105/73/52 des Amtes für Litoratur
und Verlagswesen der Deutschen Demokratischen Republik

Einleitung

Die Graptolithina sind, wenn man älteste Reste von ihnen (Dendroidea) im Kambrium und einzelne Nachzügler (Dendroidea) im Devon Belgiens unberücksichtigt läßt, nur auf die Silurformation, einen geologischen Zeitraum im Altertum der Erdgeschichte, der nach radioaktiver Zeitmessung etwa 400 Millionen Jahre zurückliegt und 90 Millionen Jahre gedauert haben mag, beschränkt. Im Silur erleben sie eine umfangreiche Entwicklung. Wohl kein Lebewesen der Vorwelt hat innerhalb einer Formationsspanne etwas Gleichartiges erlebt. So sind die Graptolithen zu Leitfossilien des Silurs geworden. Ihre phylogenetische Entwicklung und damit im Zusammenhang ihre weltweite Verbreitung erlaubte mit ihrer Hilfe eine Zonengliederung der Formation bis ins einzelne.

Im letzten Jahrzehnt hat die internationale Forschung, die dank der weltweiten Verbreitung der Graptolithen gegeben ist, bemerkenswerte Fortschritte gemacht. Man hat sie nicht als Einzelwesen betrachtet, sondern in biostratonomischer und paläobiologischer Betrachtungsweise innerhalb ihres Lebensraumes zu verstehen versucht, die man durch biochemische und petrographische Untersuchungen, die sich mit der Entstehung der die Graptolithen einschließenden Gesteine befaßten, rekonstruierte. Nicht zuletzt haben paläohydrologische Untersuchungen zum Verständnis des Lebensraumes und zur Rekonstruktion der Lebensweise der Graptolithen wertvolle Bausteine geliefert.

Freiätzungen der Graptolithenpolyparien in allen Entwicklungsstadien, die Kenntnis der Ontogenese, das Studium der Schiefererhaltungen der Graptolithen im ultravioletten Licht sind weitere erfolgreich angestellte Untersuchungsmethoden, denen wir es verdanken, daß die Graptolithen mit zu den besterforschtesten Vorzeitieren gehören.

Nachfolgende Ausführungen berücksichtigen vor allem die Graptolithen des deutschen Silurs, die vor allen Dingen im Obersilur (Gotlandium) vorkommen. Doch finden auch Graptolithenfunde aus dem Untersilur (Ordovizium) Deutschlands und der übrigen Welt Berücksichtigung.

Die nicht immer leichten photographischen Arbeiten wurden von WERNER und MAX FRANK gemacht, denen ich vielmals dafür danke. GEORG FIEDLER steuerte zwei mikroskopische Aufnahmen bei. Auch hierfür danke ich.

Kurze Geschichte ihrer Erforschung und verwandtschaftliche Beziehungen

CARL VON LINNÉ hat im Jahre 1734 in Schonen in Schweden den ersten Graptolithen gefunden und auch den Namen „*Graptolithus*“ geprägt. In seiner Reisebeschreibung „*Iter dalecarnicum*“, die 1734 geschrieben, aber erst 1889 gedruckt wurde, teilt er seine Entdeckung mit. Die in Abb. 123 wiedergegebene Darstellung des LINNÉschen Fundes ist in der erwähnten Reisebeschreibung enthalten. Es ist somit die älteste Abbildung eines Graptolithen, die wir kennen. Wir verdanken also LINNÉ diese älteste bildliche Darstellung sowie auch den Namen. In „*Iter dalecarnicum*“ schreibt er: „Ein Petrifikat oder einen Graptolithus von einer seltenen Art sah ich in einem Schieferrollstein, als ich ihn zerschlug. Er glich in dem grauen Stein und den schwarzen Charakteren einer Linea, die am Rande einer Münze eingepreßt gewesen ist, und ging oft in ein schmäleres spiralisches Ende aus.“ In seiner „*Systema naturae*“ (1768) erwähnt er diese Graptolithen als *Graptolithus scalaris*. S. A. TULLBERG hat die LINNÉschen Graptolithenfunde als *Climacograptus scalaris*, den geraden und den eingerollten als *Mono-graptus triangulatus* bestimmt (Abb. 123).

Der Name für die wie „Schreibsteine“ wirkenden, die gesamte Silurformation der Welt als hervorragende Leitversteinerungen charakterisierenden Tierkolonien, ist gut gewählt. Über die Natur dieser Fossilien ist sich LINNÉ nicht klar gewesen, und wir erleben auch bei den Forschern, die sich in den folgenden Jahrzehnten mit ihnen beschäftigen, keine bestimmte und sichere Einstufung in das paläozoologische System.

Kurz sei auf die Geschichte ihrer Erforschung eingegangen:

1727 von BROMEL für fossiles Gras gehalten.

1734 wird der Name Graptolithus LINNAEUS zum ersten Male in LINNÉs Reisewerk „*Iter dalecarnicum*“ erwähnt.

1735 bildet LINNÉ *Graptolithus scalaris* in seiner „*Systema naturae*“ ab.

1779 hat WALCH, 1821 WAHLENBERG, 1845 GEINITZ die Graptolithen für Orthoceratiten gehalten.

1843 ordnet sie MATTHEW, 1844 VAUXEN, 1844 EMMONS in die Pflanzenwelt ein.

1843 hat sie PORTLOCK zu den Sertularien, demnach zu den Hydroideen gerechnet.

1850 sah BARRANDE in den Graptolithen Polypen.

1851 sah BOECK in den Graptolithen Tentakeln höherer Tiere.

Am Ende des 19. Jahrhunderts haben PERNER (1894), WIMAN (1895), GÜRICH (1896), RUEDEMANN (1895, 1897, 1908), FRECH, und TOERNQUIST (1897) sich mit den Graptolithen als Hydrozoen beschäftigt. Von RUEDEMANN wird 1934 die Meinung vertreten, die Graptolithen seien Bryozoen gewesen. BULMAN stellt sie 1935 zu den Coelenteraten und KOZSLOWSKI kam 1938 zu der Überzeugung, daß die Graptolithen zu den Hemicordae gezählt werden müssen. O. H. SCHINDEWOLF übernimmt die Ansicht KOZSLOWSKIS und vertritt folgende Meinung: „Ihre Stellung im System war lange umstritten. Gewöhnlich wurden sie den Hydrozoen (einer Gruppe der Coelenteraten oder Pflanzentiere) angeschlossen; die neuesten, sehr sorgfältigen anatomischen Untersuchungen KOZSLOWSKIS an einem ausgezeichnet plastisch erhaltenen Material haben jedoch ergeben, daß es sich um hochorganisierte Wesen aus der Verwandtschaft der Pterobranchier (zu den Enteropneusten oder Schlundatmern gehörig) handelt.“ KOZSLOWSKI hat aber an keinem Vertreter seiner untersilurischen Funde eine Schwebelblase oder Schwebereinrichtung gefunden, obgleich wir solche von Vertretern aus diesem geologischen Horizont kennen. Gerade diese bisher bei der Eingliederung in das paläozoologische System nicht beachtete Ausbildung zu planktonischer Lebensweise ist dafür von ausschlaggebender Bedeutung.

Nach neuesten Untersuchungen sind die Graptolithen keine Hydroidea, sondern *Hydrozoa*, als Graptolithina eine selbständige Gruppe der Knidaria, die keine rezenten Nachkommen besitzen. Die im Ultralicht vom Verfasser entdeckten zusätzlichen Schwebearparate lassen Schlüsse zu, die Graptolithina Bronn 1846, emend. Lapworth 1847 in die Nähe der Quallen, vielleicht der Scyphozoa zu stellen.

Wertvolle Arbeiten über Graptolithen Deutschlands veröffentlichten R. EISEL, E. MANCK, B. GEINITZ, Sv. TOERNQUIST, A. MÜNCH, M. HEMMANN, E. EISENACK, B. BOUČEK, A. PRIBYL (Abb. 1 bis 5).

Hydrologie des Graptolithenmeeres

An anderer Stelle wird davon gesprochen, daß die Graptolithen meist in Gesteinen, sogenannten Schwarzschiefern, gefunden werden (Seite 7 bis 11). Man hat sich lange damit beschäftigt, um sich erklären zu können, wie die Graptolithenführung betont an Gesteine geknüpft ist, die reichlich organische Bestandteile in oft nicht mehr erkennbarer Form, meist als Kohlenstoff mit feinverteilter Schwefeleisen zusammen, enthalten. Diese organischen Bestandteile können bis zu 28% in obersilurischen Alaunschiefern vorhanden sein.

Erst durch die Untersuchungen von LAPWORTH-WALTHER im Jahre 1897 erfahren wir, daß die an organischen Bestandteilen reichen Alaun- und Kieselschiefer des Silurs in lagunenähnlichen mehr oder weniger vom Weltmeer abgeschlossenen Meeresräumen sich gebildet haben. In stillen und flachen Räumen, in sogenannten Halistasen, sollen sich die Schwarzschiefer sedimentiert haben. Man hat dabei an Meeresräume gedacht, die eine ähnliche hydrologische Beschaffenheit wie das rezente Schwarze Meer besessen haben.

Auf Grund der neuesten Untersuchungen der thüringischen Alaun- und Kieselschiefer sind wir über den Bildungsraum der mitteldeutschen Schwarzschiefer des Gotlandiums gut unterrichtet, und es ist durchaus vertretbar, wenn man diese Untersuchungsergebnisse auch auf die Entstehung ähnlicher sapropeler Sedimente überträgt.

LEUTWEIN hat durch die Untersuchungen der Spurenelemente in dem thüringischen Kiesel- und Alaunschiefer sich folgende Vorstellung vom mitteldeutschen Graptolithenmeer gemacht; die durch die internationale Graptolithenforschung bestätigt wird: „Die starken Wechsel der Metallführung von Schicht zu Schicht beruhen in ihrer Entstehung zumeist wohl auf dem Wechsel von Sapropel- und Gyttafazies. HUNDT wies 1945 darauf hin, daß hier freilich selten auch Kriechspuren von Würmern vorkommen, danach muß wenigstens zeitweilig höheres organisches Leben in dem Sedimentationsbereich möglich gewesen sein. Auch ich fand in Hohenleuben seinerzeit Stücke, die deutlich Kriechspuren zeigten (Arenicola). Schon eine relativ geringfügige vertikale Verschiebung der Schwefelwasserstoff- und Reduktionszone aus dem Wasser in den Boden hinein, würde — wenigstens zeitweise — aus der

Sapropel — eine Gyttjafazies gemacht haben. Durch die nachfolgende Sedimentation und das Empordrücken der Reduktionszone über die vorher als Gyttja an die Wasserschicht grenzenden Gebiete wurden auch die Gyttjasedimente wieder so stark reduziert, daß sie heute petrographisch nicht von den in echter Sapropelfazies abgelagerten Gesteine unterscheidbar sind. Paläontologisch wären in günstigsten Fällen Unterschiede feststellbar — siehe die Kriechspuren von *Arenicolites* —, besonders aber ist eine andere Verteilung der Spurenelemente zu erwarten. Das Überwiegen von Nickel und das Zurücktreten von Vanadin ist wohl so zu deuten. Interessant ist, wie mir Prof. PRATJE freundlicherweise mitteilte, daß es heute in der Ostsee Stellen gibt, die normalerweise Sapropelbodenfazies führen, in denen aber von Zeit zu Zeit Einbrüche von sauerstoffhaltigem Bodenwasser und damit zeitweilig Gyttjaverhältnisse auftreten. An derartige Vorgänge werden wir auch im Gotlandium-Meer in unserem Bereich zu denken haben“. Neben Kriechspuren von *Arenicolites* sind an verschiedenen Stellen Ostthüringens im Kieselschiefer Lebensspuren grabender Tierwelt nachgewiesen worden (Hohenleuben, Weckersdorf, Lichtenberg). Vielleicht sind auch die Reste von Crinoiden, die sich öfters finden, Zeugnisse für ein im Graptolithenmeer vorübergehend vorhanden gewesenes Benthos, desgleichen die Übergänge von Meerestangen zu den ältesten Landpflanzen (*Praerhynia*).

Mit dem geologischen Auftreten und der Entstehung der Kieselschiefer (*Lydite*) im allgemeinen und in diesem Zusammenhang mit dem gotlandischen Kieselschiefer beschäftigt sich W. SCHWAN 1952. Den vermehrten Kieselsäuregehalt der Kieselschiefer läßt er durch drei Faktoren entstehen:

„1. Die Kieselsäuremengen entstammen Landgebieten und sind durch Verwitterungslösungen durch Flüsse ins Meer gelangt, wo sie zur Ausflockung kamen (TAAR, WEIGELT, WETZEL u. a.).

2. Das mehrfach beobachtete Zusammenvorkommen von Kieselschiefern und Vulkaniten läßt einen genetischen Zusammenhang der beiden Gesteinsarten vermuten; die Kieselsäure ist durch heiße Quellen gefördert worden (DAVIS, KETTNER, KÜHNEL u. a.).

3. Auf Grund des Vorkommens von Radiolarien in den Kieselschiefern wird angenommen, daß organogene Sedimente vorliegen, die ähnlich wie die Radiolarienschlicke als Tiefseebildungen entstanden sind (CORRENS, SCHWARZ u. a.).“

Grundsätzlich ist zu den Ansichten von SCHWAN, der allen zeitlich verschiedenen Kieselschiefern (Algonkium, Silur, Devon, Karbon, Trias, Jura, Untere Kreide) die gleiche Entstehung als Korrelate ruitialer

Vulkanite zuschreibt, zu sagen, daß die gotlandischen Kiesel- und Alaunschiefer in dieses Entstehungsschema nicht einzuordnen sind, denn

1. SCHWAN spricht von einer „Fossilarmut der Lyditserien“, die bei den gotlandischen Kieselschiefern nicht zutrifft (Graptolithen, Radiolarien),
2. trifft es nicht zu, daß „in dem stark kieselsäure-, eisen- und schwefelwasserstoffhaltigem Wasser“ des Llandovery des Gotlandiums nur Radiolarien, „aber keine höheren Lebewesen existieren“ konnten. Dabei finden sich darin Orthoceren, Brachiopoden, Crinoiden, Psilophyten als Fossilien,
3. sind im Llandovery-Kieselschiefer Lebensspuren von Benthos als Grabspuren und Fährten vorhanden,
4. SCHWAN gibt zu, daß „Überreste tierischen Lebens“ in den Phosphoritknollen, die in Begleitung von Kieselschiefern des Ober-silurs und Kulmes auftreten, erhaltengeblieben sind. Die Phosphorite sind Konkretionen, die sich um Katalysoren (organische Reste) gebildet haben, während die übrigen Organismen im Sediment vernichtet wurden, aber vorhanden gewesen waren,
5. Radiolarien sind nicht nur in den gotlandischen Kieselschiefern erhalten, sondern im gleichen Umfang in Ludlowalaunschiefern Ostthüringens, die nach Ansicht von SCHWAN ebenso mitgewirkt haben müßten, die Kieselsäure zu speichern, die durch „anorganische Prozesse in die Lebensentwicklung eingegriffen und somit wiederum für eine mittelbare, in diesem Falle lebensfeindliche Auswirkung des Vulkanismus“ gewirkt haben soll.

Der gotlandische Kieselschiefer und mit ihm zusammen der gleichaltrige, mit ihm bis ins Untere Wenlock in Wechsellagerung auftretende Alaunschiefer, ebenso der reich Radiolarien-führende Ludlow-Alaunschiefer, sind Sedimente eines saprokraten Meeres und keine „fernvulkanischen Sedimente“.

In den Sappropel- und Gyttjaablagerungen am Boden des Silurmeeres ist es zu einem Kreislauf des Schwefels gekommen. Die Weichteilreste vor allem der in den Schwarzschiefern in ungeheurer Menge vorkommenden Graptolithen liefern beim Verwesens ihrer Weichteile den Schwefel des die Tiefe des Meeres vergiftenden Schwefelwasserstoffes. Sowohl bei der Zersetzung als auch bei der Bildung des Schwefelwasserstoffes sind Schwefelbakterien am Werke. Weil ihre Lebensweise nicht an den Sauerstoff gebunden ist, sie Kohlensäure assimilieren, also den im Wasser vorhandenen Sauerstoff nicht aufbrauchen, dient dieser zur Oxydation des Schwefelwasserstoffes. Die als Zwischenstufe entstehende Kohlensäure hat nur vorübergehenden Bestand, weil sie sich mit den basischen Bestandteilen zu Sulfaten verbindet.

Sulfatreduzierende Bakterien zerlegen diese Sulfate wieder in Schwefelwasserstoff und Kalziumbikarbonat.

An der Grenze des schwefelwasserstoffhaltigen und dem sauerstoffhaltigen Wasser, also an der Berührungsgrenze der Todes- und der Lebenszone des silurischen Graptolithenmeeres, arbeiten Schwefelbakterien, die den Schwefelwasserstoff oxydieren. Der entstehende Schwefel sammelt sich in Bakterienfäden. Mit der Zeit wird aus dem Schwefel ein Sulfat, das mit der Zeit von sulfatreduzierenden Bakterien umgewandelt wird.

Durch Eisensalze und Schwefelwasserstoff entstehen nach Doss Melnikowit, im weiteren Verlauf der Umsetzung Markasit, Pyrit, in dem die Graptolithenpolyparien ursprünglich versteinert waren (Seite 22). Aus diesem Pyrit entstand später an vielen Stellen Gümbelit oder Roteisen.

Wir wissen, daß die Graptolithen in diesem hydrologisch so eigenartigen Meer nicht nur als echtes Plankton, sondern auch als Pseudoplankton lebten. In Nordamerika hat man nicht nur im tiefsten Silur, im Ordovizium, auf dem Boden des Meeres lebende Graptolithen als sogenanntes Benthos (dendroide Graptolithen) gefunden, sondern auch im höheren Silur sind als *Ascograptus*, *Diplospirograptus*, *Medusaegraptus*, benthonisch lebende Graptolithen entdeckt worden (Abb. 6 bis 8), die wohl in einer Rinne innerhalb eines Rifles lebten.

Da in einem fossilen Schwarzen Meer, dessen Niederschlag die gotlandischen Alaun- und Kieselschiefer sind, wie im rezenten Schwarzen Meer eine Todeszone und über ihr eine oft geringmächtige Lebenszone entwickelt war, ist die vielgestaltige Einrichtung der Graptolithen als Plankton zu verstehen, denn im heutigen Schwarzen Meer beschränkt sich das Leben auch nur auf die etwa 200 m der Oberflächenschicht und die durchlüfteten Uferzonen. Zur Silurzeit muß in dieser Lebenszone ein betontes Algenleben entwickelt gewesen sein, ähnlich wie wir es in dem heutigen Sargassomeer im Atlantischen Ozean kennen. In diesem atlantischen Algenwald hat sich eine merkwürdige Tierwelt entwickelt, und die dort lebenden Bryzoen hängen an den Tangen in einer formenreichen und vielgestaltigen Entwicklung. So ähnlich müssen damals im Silurmeer die Graptolithen an den Tangen als Pseudoplankton befestigt gewesen sein.

Man kann sich das Leben im silurischen Graptolithenmeer, denn davon kann man im Hinblick auf manche Fazies im Silur, die

nur Graptolithen führt, sprechen, mit seiner Lebenszone so vorstellen, wie sich das Leben heute im Sargassomeer sich herausgebildet hat.

Wir kommen wahrscheinlich der Rekonstruktion des Graptolithenmeeres am nächsten, wenn man hinsichtlich der hydrologischen Beschaffenheit an eine Kombination eines Schwarzen Meeres mit einem Sargassomeer der Vorzeit denkt (Abb. 9 bis 12).

Ontogenie der Graptolithen

Die Graptolithina sowohl die Dendroidae, die das unterste Ordovizium beherrschen und im oberen Teil des Ordoviziums noch eine bedeutende Rolle spielen als auch die Graptolithen im Gotlandium, die aber bereits im oberen Teil des Ordoviziums die beherrschende Entwicklung im Gotlandium vorbereiten, entwickeln sich nach den Forschungsergebnissen von WIMAN, HOLM, BULMAN, MANCK, MÜNCH, KRAFT, EISENACK aus einer sogenannten Keimzelle, der Sicula. Der Sprossung der Theken, der Entwicklung zu einem Polyparium, geht in der Sicula das Prosicula-, Metasicula-Stadium voraus. Im Metasicula-Stadium beginnt die Sprossung, die zur Entstehung der Wohnzellen (Theken), die sich zu einer Kolonie, einem Polyparium oder Rhabdosom vereinigen, führt (Abb. 16 bis 18).

Die Theken setzen sich entweder an eine oder zwei Seiten der hohlen, wahrscheinlich aus mehreren Stücken bestehenden Achse, der Virgula, an, die bei den einreihigen Graptolithen, den Monograptiden, auf der Rückseite des Polypariums liegt, bei den zweireihigen, den Diplograptidae, in der Mitte des Rhabdosoms entwickelt ist. Nach dem Bau der Theken unterscheidet man bei den monograptitisch oder diplograptitisch gebauten Graptolithen einzelne Gattungen. Bei den Monograptidae zeigen sich Gattungen, die verschiedenartige Verzweigungen entwickelt haben. Vielgestaltiger sind die untersilurischen Dendroidea, bei denen sich die verschiedensten Baupläne der Polyparien zeigen (Abb. 13, 14, 15). Die sogenannte Virgula oder Achse bildet die hohlstabartige Verfestigung des gemeinsamen Kanals, in dem die Wohnzellen (Theken) einmündeten. Er scheint der gemeinsamen Verdauung der Nahrung gedient zu haben, die durch das einzelne Graptolithentier aufgenommen wurde.

Unter den Graptolithen unterscheidet man solche, deren Polyparium keine Virgula aufweist, die als Axonolipa vor allen Dingen das Untersilur beherrschen, und solche mit einer Virgula, die Axo-



Abb 1. Versteinerter Lebensraum der Zone 14 im mitteldeutschen Graptolithenmeer:

- }-○- → *Petalolithus palmeus* Barr. } → *Rastrites linnéi* Barr.
 | → *Demirastrites pragensis* Pribyl → *Demirastrites pulcherrimus* Mank
 Kieseliger Alaunschiefer, Zone 14.

Thalmannsbruch b. Schmirchau (Ldkr. Gera). Phot. MAX FRANK, 2/1

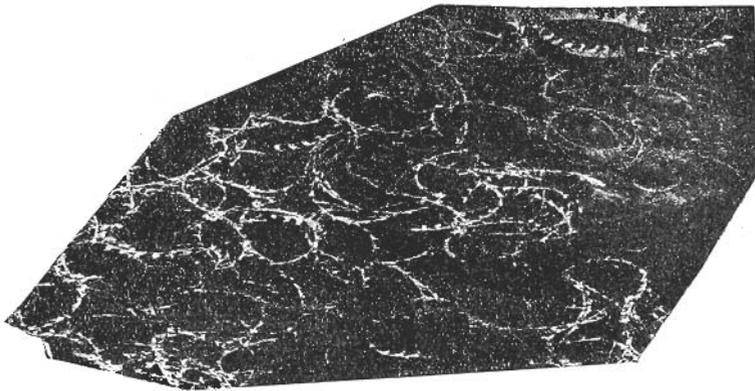


Abb. 2. *Monograptus crispus* Lapw. (Einbettungsformen)
Alaunschiefer, Zone 14/15.

Arnsbach b. Gräfentha (Thüringer Wald). Phot. W. FRANK, 2/1



Abb. 3. Massenvorkommen im Lebensraum von *Monograptus spiralis* Gein,
Monograptus subconicus Nich. Alaunschiefer, Zone 16.
Sparberg b. Grobsdorf (Ldkr. Gera). Phot. M. FRANK, verkleinert



Abb. 4. *Monograptus involutus* Lapw., Massenvorkommen durch Zusammen-
schwemmen. Alaunschiefer, Zone 15.
Weinberg b. Hohenteublen. Phot. W. FRANK, 2/1

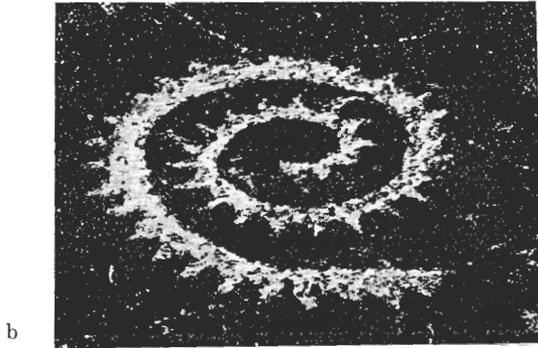
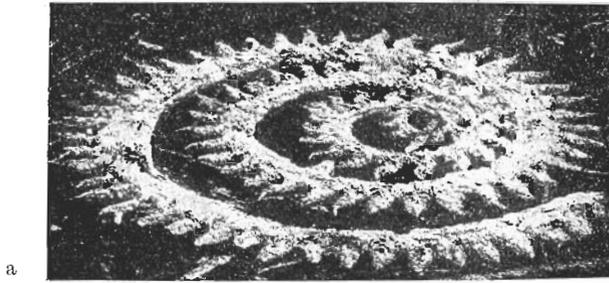


Abb. 5. a *Monograptus spiralis* var. *ciliatus* Hemmann.
Alaunschiefer, Zone 16.

Ronneburg

b *Monograptus spiralis* Gein. Alaunschiefer, Zone 14/15.
Weinberg b. Hohenleuben. Phot. M. FRANK, 5/1 (beide)

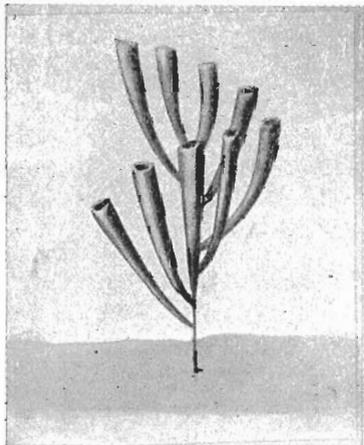


Abb. 6. *Ascograptus similis* Ruedemann.
Rekonstruktion nach R. RUEDEMANN (1925).
Lockport limestone, Gasport (Nordamerika).
Eine als Benthos lebende Graptolithen-
gattung