

Die silurischen Ablagerungen am Südrande des Zwickauer Kohlenbeckens mit besonderer Berücksichtigung der Graptolithenfauna.

Von

Max Fricke in Zwickau.

Eine geologisch-paläontologische Studie
mit 12 Abbildungen im Text.



Inhalts-Übersicht.

	Seite
A. Die silurische Formation im allgemeinen:	
1. Geschichtliches	3.
2. Geologische Vergangenheit	3.
3. Verbreitung	5.
4. Petrographische Verhältnisse	6.
5. Tektonische Verhältnisse	7.
6. Fauna und Flora	8.
7. Einteilung und Gliederung	10.
B. Die silurischen Ablagerungen südlich von Zwickau:	
1. Begrenzung des Gebietes und Geographisches	16.
2. Historisches	16.
3. Tektonische- und Verbandsverhältnisse	17.
4. Lagerungsverhältnisse	20.
5. Petrographische Zusammensetzung	
a) des Untersilurs	22.
b) des Mittelsilurs (unterer Graptolithenhorizont)	24.
c) des Obersilurs (oberer Graptolithenhorizont)	27.
6. Gliederung	29.
7. Fauna:	
I. Graptolithen:	
a) Allgemeines	32.
b) Erhaltung und Aussehen	33.
c) Verdrückungen	34.
d) Bau und Lebensweise	36.
e) Systematische Übersicht	38.
f) Einteilung und Charakterisierung	41.
g) Vorkommen und geologische Verbreitung	42.
h) Stellung im heutigen System	43.
i) Stammesgeschichtliches	44.
II. Übrige organischen Reste	45.
8. Volkswirtschaftliches	46.
9. Fundorte und ihre Zonen	47.
10. Quellennachweis und Literaturangabe	52.

Die silurische Formation im allgemeinen.

Geschichtliches. Als der Engländer Sir Roderick Murchison (1792—1871) in der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts erkannt hatte, daß die untere Abteilung der sog. Grauwacken-Gruppe eine selbständige und sehr gut charakterisierte Formation darstellte, sonderte er sie von den jüngeren, später als devonisch bezeichneten Grauwackenbildungen ab und nannte sie nach dem alten Königreiche der Silurer in Westengland, in dessen Gebiete er sie zuerst nachwies, die silurische Formation. Zwar hat sich der Namen Grauwackerformation, besonders in Deutschland, noch lange darnach als Bezeichnung für die untere Hälfte des Paläozoikums erhalten; aber als Murchison 1840 in seinem Werke „The Silurian system“ den exakten Nachweis für die Richtigkeit seiner Behauptung erbrachte und man auch in vielen anderen Ländern, z. B. in Nordamerika, Rußland und Skandinavien diese Formation als sehr verbreitet nachwies, verschaffte sich die neue Benennung mehr und mehr Geltung. Und so bezeichnen wir heute als silurische Formation jene lokal bis über 6000 m mächtige Schichtenreihe, die sich vorwiegend aus tonigen, sandigen und kieseligen und untergeordnet aus kalkigen Gesteinen aufbaut. Ihre liegende Formation ist das Kambrium, während sie nach oben zu vom Devon begrenzt wird. Sie gehört mit dem ersteren zu den ältesten versteinierungsführenden Schichten unserer Erdrinde und ist darum von Paläontologen schon frühzeitig und sehr eingehend auf ihren Fossiliengehalt untersucht worden.¹⁾

Geologische Vergangenheit. Stellt sich uns das Kambrium mit seinen Grauwacken und Tonschiefern als typische Tiefsee-Bildung dar, so gilt dasselbe auch noch für das Silur. Wogte bereits im Kambrium ein tierreiches Meer, so lassen auch die organischen Reste des Silurs auf einen gewissen Reichtum an Arten und eine Fülle von Individuen schließen, die ausschließlich Meeresbewohner, also Korallen, Graptolithen, Krinoiden, Brachiopoden, Cephalopoden und Trilobiten waren, während

Land- und Süßwassertiere bis auf einige in Gotland und Schottland gefundenen Skorpione nicht bekannt sind.²⁾ Ebenso wie die Fauna war auch die Flora fast ausschließlich marin. In Deutschland breiten sich die silurischen Schichten gleichmäßig über die kristallinen Gesteine des Liegenden aus. Man muß deshalb annehmen, daß unser weiteres Vaterland von der kambrischen bis zur silurischen Zeit zum größeren Teile ununterbrochen Meeresgrund war. Nur in Böhmen und Belgien begegnen wir anderen Verhältnissen.³⁾ Diskordant auf einem älteren, gefalteten Schiefergebirge auflagerndes Unterdevon, sowie eine sonst befremdende Verbreitung von Konglomeraten läßt dort erkennen, daß sich während der Silurzeit ein felsiges Gebirgsland im Nordwesten von Deutschland erstreckte, das, aus älteren (kambrischen) Gesteinen bestehend, wahrscheinlich in der Obersilurzeit emporgefaltet wurde. Das übrige Deutschland scheint während der kambrischen und silurischen Zeit in einer langsamen, andauernden Senkung begriffen gewesen zu sein, wenigstens folgen auf die älteren fossiliferen Gesteine ohne Unterbrechung die Sandsteine und Schiefer des Unter- und Mittelsilurs. Am Schlusse der Silurzeit (Obersilur) sank fast ganz Mitteleuropa unter den Spiegel des Meeres, auch Böhmen und die Ardenneninsel. Nur in Ostthüringen hoben sich flache Inselzüge empor, welche die eben erst gebildeten Silurgesteine wieder an das Tageslicht brachten. Es geht dies zur Genüge daraus hervor, daß die in Westdeutschland allenthalben und sogar noch im Oberharz so weitverbreiteten und versteinerungsreichen unterdevonischen Schichten im Frankenwalde und Ostthüringen vollständig fehlen, sodaß hier direkt auf dem Mittel- bez. Obersilur mitteldevonische, tentakulitenführende Schichten auflagern.⁴⁾ Die Senkung des Festlandes dauerte beständig auch im Mittel- und Oberdevon fort, wenssich jetzt durch zahllose Inselvulkane, die sich aus dem berstenden Meeresboden erhoben, kompliziertere Verhältnisse anbahnen. Erst die nun folgende Karbonperiode gebietet dem transgressiven Vorgehen des Meeres Einhalt und eine allmähliche Verlandung beginnt, die mit der Auffaltung des großen varistischen Gebirgszuges im Mittelkarbon wie in einem gewaltigen Finale zunächst ihren Abschluß findet.

Verbreitung. Was die Verbreitung der silurischen Formation anbelangt, so ist sie nicht nur in Europa, sondern auch in Nord- und Südamerika (Bolivia), in der Sahara Afrikas und in Australien nachgewiesen. Das europäische Silur besitzt zwei langausgedehnte Verbreitungsgebiete von verschiedenem Charakter ihrer Spezialfaunen. Das eine begreift das nordwestliche Europa von der Petschora im Nordosten des europäischen Rußlands bis nach Cornwall — die baltisch-skandinavische Fazies —, das andere die Längsachse Europas von Bogolowsk bis nach Portugal — die böhmisch-mediterrane Fazies. Ersterer gehören die silurischen Territorien Britanniens, Nordfrankreichs, Belgiens, Skandinaviens und Rußlands, letzterer diejenigen Böhmens, Sachsens, Thüringens, des Fichtelgebirges, Südfrankreichs, Spaniens und Portugals an. Beide Hauptgebiete dürften getrennten Meeren entsprechen.⁵⁾ Die mächtigsten Ausdehnungen weist das Silur in Nordamerika und in Europa das von Rußland auf. Viel beschränkter ist die Verbreitung in Zentraleuropa; am schönsten entwickelt allerdings und auch am speziellsten untersucht in Böhmen, wo das Silur zwischen Prag und Pilsen ein großes beckenförmiges Gebiet ausfüllt. Innerhalb Deutschlands ist die silurische Formation in Schlesien in der Lausitz, in Sachsen, in Ostthüringen, im Fichtelgebirge, Frankenwald, Harz, Kellerwald und in den Vogesen zur Ausbildung gelangt. In unserem engeren Vaterlande Sachsen endlich finden sich silurische Areale vor allem im Vogtlande, im südlichen Teile des erzgebirgischen Beckens, an der Umwallung des Granulitgebietes, im Elbtalgebirge (von Lommatzsch bis Tharandt), zwischen Kamenz und Görlitz und endlich als sog. nordsächsischer Sattel von Leipzig ostwärts über den Oschatzer Kollm ziehend bis nach Schlesien hinein. Erteuft ist das Silur als Liegendes der Kohlschichten des Plauenschen Grundes und unter dem oberdevonischen Grundgebirge der Zwickauer Kohlenformation im Bürgerschacht II bei 604 m Tiefe.

Auch der Befund unserer sächsischen silurischen Ablagerungen drängt zu dem Schlusse, daß Deutschland zur Zeit des Kambriums und Silurs das Küstengebiet eines großen Meeres bildete, das in kambrischer Zeit zwar wenig deutsches

Gebiet bedeckte, in silurischer hingegen infolge kontinentaler Senkung und damit bedingten transgressiven Vorgehens des Meeres große Teile unseres weiteren Vaterlandes überflutete. Von diesem Schicksale wurde besonders auch unser Sachsenland betroffen, das nur mit Ausnahme des mittelsächsischen Granulitgebirges, das sich bereits in kambrischer Zeit emporgewölbt hatte, vom Silurmeere bedeckt war.

Petrographisches. Die petrographischen Verhältnisse der silurischen Schichtenreihe sind trotz ihrer unverkennbaren Ähnlichkeit im großen sonst keineswegs konstant, sondern sind im einzelnen in den verschiedenen Bildungsgebieten recht verschieden. Übereinstimmung besteht im allgemeinen darin, daß die Hauptbeteiligten am Aufbau Tonschiefer — meist dunkel —, Grauwacken und Grauwackenschiefer sind, wozu oft noch Sandsteine und in manchen Gegenden auch Kalksteine kommen. Nur untergeordnete Gebirgsglieder sind lokal noch Konglomerate, sog. Thuringit, Diabase und Diabastuffe, sowie die speziell für unsere Verhältnisse wichtigen Kiesel- und Alaunschiefer. Besonders die letzteren sind es, die eine typische marine Fazies darstellen und jedenfalls genau so biogene Bildungen eines tieferen Meeres sind wie etwa der Globigerinenschlamm unserer heutigen Tiefsee.⁶⁾

Die silurische Formation ist im allgemeinen ziemlich reich an Erzlagerstätten, sodaß deren Bildung eine Eigentümlichkeit des silurischen Zeitalters gewesen zu sein scheint, welche sich gewissermaßen noch aus der archaischen Periode her erhalten hat. Es sind dies namentlich verschiedene Eisenerze, sowie Kupfer-, Blei- und Zinkerze, welche in Gestalt von Flözen, Imprägnationen oder unregelmäßigen Einlagerungen als gleichaltrige Glieder der Silurformation anzusprechen sind. Hierher gehören die Lager von oolithischem Roteisenerz im Untersilur Böhmens und New Yorks, die Stöcke von Spateisenstein im Silur der Nordalpen (Reichenau, Dienten, Neuburg, Admont, Werfen, Schwaz usw.), die Thuringitschicht*) an der unteren

*) Thuringit ist ein dunkelgrünes, meist rot oder braun verwittertes Eisenerz aus Tonerde, Eisen, Kieselsäure. Eisengehalt etwa 33 Prozent. Der Thuringit ist in zwei Schichten dem Untersilur eingeschaltet und konnte in Sachsen z. B. bei Ölsnitz i. V. nachgewiesen werden.

Grenze des Silurs im Thüringer- und Frankenwalde, die Alaunschiefer mit mehr oder weniger großem Gehalte von Schwefelkies, sowie die zahlreichen und ausgedehnten Flöze von Brauneisenstein im untersilurischen Dolomite des großen appalachischen Tales von Nordamerika.⁷⁾

Tektonische Verhältnisse. Ebenso wenig wie in der petrographischen Beschaffenheit herrscht auch in den tektonischen Verhältnissen der einzelnen Silurgebiete Übereinstimmung. Das scheinen sie allerdings — nur mit Ausnahme des Mississippigebietes und Rußlands — gemeinsam zu haben, daß ihre Ablagerungen infolge gewaltsamer Störungen, zahlreicher Verwerfungen und großartiger Dislokationen, steil aufgerichtete und gefaltete, geknickte, gestauchte und zerrissene Schichtensysteme und Ausstrichzonen bilden.

Speziell für unsere deutschen bez. europäischen Verhältnisse kommt dann noch hinzu, daß sämtliche paläozoischen Schichten bis zum Kulm*) mit inbegriffen durch die bereits oben erwähnte Emporwölbung des großen varistischen Gebirgszuges im mittleren Karbon aus ihrer ursprünglichen Lage gerückt wurden. Spätere Verwerfungen — durch Unterwaschung des untersilurischen Kalkes z. B. — und Auffaltungen infolge vulkanischer und gebirgsbildender Ursachen taten dann noch das ihrige, um die Störungen der Schichten komplett und eine Klarlegung der tektonischen Verhältnisse fast zur Unmöglichkeit zu machen. In Rußland dagegen, wo die silurische Formation die mächtigste Verbreitung in Europa besitzt, sind die einzelnen Formationen gleich ungeheuren flachen Tellern übereinandergeschichtet. In ihrer Lagerung kaum gestört, bilden sie ein System mächtiger Tafeln oder Platten — die sog. russische Platte —, wie dies sonst nirgends wieder gefunden worden ist. Als letztes kommt dann noch hinzu, daß in den silurischen Schichten, wie überhaupt im ganzen Paläozoikum, eine transversale Schieferung allgemein verbreitet ist, die es im Verein mit den übrigen erwähnten Störungserscheinungen

*) Nur im belgischen-, Aachener- und Ruhrkohlengebiete sind auch die Schichten des Oberkarbons noch von der Faltung mit betroffen worden, ein Zeichen, daß die Aufpressung hier noch eine zeitlang fort dauerte, als sie im übrigen Gebiete schon erloschen war.⁸⁾

später gänzlich unmöglich machen, stratigraphische Feststellungen innerhalb der einzelnen Schichten ohne besondere Hilfsmittel vorzunehmen. Kommt es doch häufig vor, daß geologisch ältere Schichten auf jüngeren liegen, sodaß eine Zonenbestimmung nur durch die darin befindlichen Fossile vorgenommen werden kann.

Die Fauna des Silurs. Die Flora und Fauna des silurischen Zeitalters waren, wie schon oben erwähnt, fast ausschließlich marin. Die spärlichen Vertreter der Pflanzenwelt gehören bis auf wenige Reste, die man äußerst selten fand und die uns gerade noch beweisen, daß eine Landflora im Entstehen begriffen war, sämtlich den *Fucoiden* (Seetangen) an. Ihr Erhaltungszustand ist aber durchweg so mangelhaft, daß ihr paläontologischer bez. entwicklungsgeschichtlicher Wert nicht zu hoch veranschlagt werden darf. Außerdem haben sich viele dieser für *Fucoiden* gehaltene Reste später bei genauerer Untersuchung als Kriechspuren von Tieren bez. überhaupt als anorganische Bildungen herausgestellt.

Eine viel weitgehendere Entwicklung hat naturgemäß die Tierwelt des Silurs erlangt. Besonders auffällig daran ist der große Formen- und Individuenreichtum, der mit zwingender Logik zu der Annahme führt, daß wir die Vorfahren der silurischen Meeresbewohner nicht erst im Kambrium, das ebenfalls schon eine ziemlich verbreitete*) und wohlorganisierte Tierwelt aufweist, sondern bereits im algonkischen Meere zu suchen haben, in einer Zeit, wo das Festland — mit dem Bibelwort gesprochen — noch „wüst und leer“ war.

Mehr als 10 000 silurische Tierarten kennt man heute⁹⁾ und die fortschrittliche Entwicklung des organischen Lebens offenbart sich in dieser vielgestaltigen Tierwelt dadurch, daß sich neben den beiden Haupttiergruppen des Kambriums, den Trilobiten und Brachiopoden, eine Menge anderer Gruppen einstellt. Zu den Trilobiten und Brachiopoden am Meeresgrunde gesellen sich Korallen, Schwämme und Cephalopoden. Die Meeresfluten selbst werden von vielgestaltigen Radiolarien und jenen eigentümlichen, planktonisch lebenden

*) Aus dem Kambrium sind immerhin schon mehr als 700 Arten von Tieren bekannt.

Graptolithen erfüllt und nach dem Ende der Silurzeit zu von den ersten haiartigen Knorpelfischen durchzogen. Andere Wirbeltiere, vor allem landbewohnende, fehlen in dieser Zeit noch vollständig.

Während wir nun von Böhmen, Skandinavien, Schottland und Nordamerika bereits in den grauen Sandsteinen und mächtigen Kalkbänken, die das kambrische Meer absetzte, die schönsten Abdrücke von den damaligen Meeresbewohnern haben, würde man im deutschen Kambrium vergeblich nach solchen organischen Resten suchen. In erster Linie ist auch hier der große Faltungsprozeß in der Karbonzeit schuld, der viel zerdrückte und zerstörte; andererseits ging durch Neubildung von Mineralien die ursprüngliche Struktur der Steine verloren, sie wurden kristallinisch und infolgedessen verschwanden auch die darin enthaltenen Versteinerungen.¹⁰⁾

Sieht man von Ostthüringen ab, wo ein als oberkambrischer Sandstein¹¹⁾ bezeichnetes Gestein jenen problematischen *Phycodes circinnatus* Richter enthält, oder rechnet man dieses Gestein mit Kayser zum Untersilur, so bildet für Deutschland nicht das Kambrium, sondern das Silur die älteste, Versteinerungen führende Schicht der Erdkruste.

Aber nicht genug damit; die geologische Ausnahmestellung unsers weiteren Vaterlandes in Bezug auf Fossilienführung in den ältesten Schichten erstreckt sich sogar noch auf die untere Abteilung der nächstfolgenden Formation, auf das Untersilur. Während z. B. die untersilurischen Ablagerungen von Böhmen,^{*)} Schweden, England und Nordamerika bereits von Radiolarien, Graptolithen, Krinoiden, Brachiopoden und gewissen Arten von *Orthoceras* wimmeln, kommen dergleichen im deutschen Untersilur nicht vor. Die wenigen bei uns gefundenen organischen Reste aus diesem Komplex (Orthis, Lingula, Conularia, Echinospaerites) vermögen diese allgemeine Kalamität weder zu beheben noch zu verbergen. Allerdings ist hierbei in Betracht zu ziehen, daß für diese negative Tatsache weder physikalische noch chemische Ursachen heranzuziehen sind. Das Fehlen

^{*)} In den grauen, dünn-schichtigen, untersilurischen Schieferen Böhmens, sowie in den diesen zwischengelagerten Kieselknollen haben sich bereits gegen 100 Arten von Versteinerungen nachweisen lassen.¹³⁾

einer untersilurischen Fauna bei uns findet vielmehr seine einfache Erklärung darin, daß es bei uns nicht in dem Maße zur Ablagerung untersilurischer Kalke gekommen ist, wie in den oben erwähnten Ländern, oder aber die vielleicht doch abgesetzten Kalke in späterer Zeit wieder unterwaschen bez. abgetragen worden sind. Kalkablagerungen aber waren von jeher -- und sind es heute noch*) — ein sicheres Kriterium dafür, daß reines, normal gesalzenes Meerwasser, ein gleichmäßig warmes Klima und langandauerndes Sonnenlicht da waren, die allein der Entwicklung organischen Lebens förderlich waren. Und so dürfen wir auch heute aus der Verteilung mächtiger und reiner Kalkmassen für die Meere der Vorzeit schließen, wo jeweilig im Ozean die günstigsten Lebensbedingungen herrschten.¹²⁾

Einteilung und Gliederung. Wenn hier des öfteren schon von Unter-, Mittel- und Obersilur die Rede war, so war damit eine Einteilung benutzt, die nicht ohne Kommentar bleiben darf. Sie ist einesteils bei uns noch garnicht offiziell eingeführt, andernteils auch nicht ohne Widerspruch geblieben. Ob mit Recht oder nicht, das soll ein kleiner Rückblick auf die Geschichte von der Erforschung der silurischen Formation erweisen. Der erste, der nach Murchison sich eingehender mit dem Silur befaßte, war der um diese Formation in Böhmen hochverdiente Paläontolog Joachim Barrande (1799—1883). Er unterschied bereits 1850 vom Präkambrium aufwärts bis zum Devon eine ganze Anzahl Etagen — *A* bis *H* —, von denen er dem Silur die Stufen *D*, *E*₁, *E*₂ und *F*₁ zuwies.***) Diese Einteilung des Silurs ist heute zwar längst beiseite geschoben worden, immerhin aber ist es sehr wichtig, daß schon Barrande mehrere Horizonte im Silur erkannte. Nachdem Gümbel später mit Bezug auf die Graptolithen des Fichtelgebirges festgestellt hatte, daß „unten mehr krumme, oben mehr gerade Arten vorkommen“, und dies auch von Richter

*) Vergl. die Entwicklung von Korallenriffen und ähnlichen Kalkanhäufungen in unsern heutigen Meeren, die immer nur in ganz bestimmten geographischen Breiten und Höhenlagen des Meeresbodens vorkommen.

**) *Système silurien du centre de la Bohême. Prag 1852.*

für das Saalfelder Silur bestätigt wurde, nahm Liebe daraufhin an, daß sich hierin überhaupt der Unterschied zwischen Mittel- und Obersilur zeige.*) Zu einer genaueren Untersuchung und Einteilung des Silurs kam man jedoch nicht.

Der Impuls dazu kam wieder erst vom Auslande. In England hatte Charles Lapworth, der Bahnbrecher und erste Graptolithanforscher Englands bez. Europas, zunächst die Dreiteilung des Silurs durchgeführt und andere bedeutende Forscher waren ihm darin gefolgt, z. B. in Schweden Linnarson, Tullberg und Törnquist¹⁴⁾ und in Frankreich Barrois; nur in Deutschland stand man zweifelnd von ferne. Als dann Lapworth gar noch mit genialem Scharfblick daran ging, die charakteristischen Versteinerungen des Silurs, die Graptolithen, in den einzelnen Horizonten genau zu untersuchen und auf Grund seines diesbezüglichen Befundes eine Reihe von Zonen aufstellte, deren jede durch einen typischen Vertreter genügend charakterisiert war, folgten ihm zwar auch noch hierin bedeutende Kenner der silurischen Formation, vor allem auch in seinem Vaterlande,**) aber in Deutschland rührte sich nun schon garnichts mehr. Man machte weder den Versuch, diese Zoneneinteilung nachzuprüfen, noch viel weniger natürlich, sie ebenfalls auf unsere graptolithenführenden Schichten anzuwenden, sondern ignorierte Lapworths Feststellungen und sein bahnbrechendes Werk „On the geol. distribution of the Rhabdophora“ (In den Annalen and Magaz. Natur. Hist. VII, 1880) vollständig. Nur so konnte es kommen, daß Jaekel 1888 („Über das Alter des sog. Graptolithengesteins mit Berücksichtigung der in demselben enthaltenen Graptolithen“) und ebenso der Berliner Töckel die Lapworthschen Zonen noch nicht kannten, daß Geinitz noch 1890 jedes Vorhandensein eines durch Graptolithen gekennzeichneten Unter-, Mittel- und Obersilurs leugnete, geschweige denn die Zonen anerkannte; daß Frech in der Lethaea 1897 über Graptolithen berichtete, ohne auch nur im geringsten von Lapworth Notiz genommen zu haben.

*) Liebe: Übersicht über den Schichtenaufbau Ostthüringens. Abhandlung zur geologischen Spezialkarte von Preußen, Band 5.

**) Miß G. L. Elles, Cambridge und Miß E. M. Wood, Birmingham.

Der einzige, der es bisher unternahm, Lapworth und seine Zoneneinteilung auch in Deutschland zur Anerkennung zu bringen, war und ist noch heute der verdiente Graptolithenforscher Ostthüringens, Robert Eisel in Gera, der nun in beinahe zwanzigjähriger, unermüdlicher Tätigkeit für Ostthüringen zunächst den Nachweis erbrachte, daß die detaillierte Gliederung des Silurs nach Lapworth für Mittel- und Obersilur auch auf deutsche Verhältnisse anwendbar sei. *) Nach seiner und auch Törnquists**) Meinung stimmen England, Schweden, Deutschland und auch Böhmen in den Zonen vollständig überein, für welche Behauptung ersterer zunächst natürlich nur für Ostthüringen mit mehreren Zehntausenden von Belegstücken jederzeit eintreten kann. Eingeräumt muß natürlich werden — und das ist sehr leicht erklärlich und dürfte nicht als ein Grund dagegen angeführt werden —, daß die für die einzelnen Zonen in England oder Schweden leitenden Graptolithen nicht unbedingt auch bei uns als solche gelten müssen, sondern sehr wohl durch andere, mehr bei uns einheimischere und dominierende abgelöst werden können, was ja auch teilweise der Fall ist; aber das Vorhandensein der Zonen selbst kann durch diese Einräumung nicht im geringsten in Frage gestellt werden. Daß auch nach dieser Korrektur eine große Übereinstimmung zwischen englischen und thüringischen (deutschen) Zonen bestehen bleibt, mag die folgende Gegenüberstellung beider vor Augen führen:

Mittel- und Obersilur:

Eisel für Ostthüringen:	Lapworth für England:
Zone 10: Diplopraptus acuminatus	Zone 10: Diplograptus acuminatus
„ 11: Monograptus revolutus	„ 11: „ vesiculosus
„ 12a: „ triangulatus	
„ 12b: „ leptotheca	„ 12: Monograptus gregarius
„ „ : Rastrites peregrinus	
„ 13: Diplograptus cometa	„ 13: Diplograptus cometa

*) „Über die Zonenfolge ostthüringischer und vogtländischer Graptolithenschiefer“ im 39.—42. Jahresberichte der Gesellschaft von Freunden der Naturwissenschaft in Gera 1896—99.

**) „Anteckningar om de äldre palaeozoika leden i Ostthüringen och Vogtland of s. v. Leonhard Törnquist“. Geol. Fören Förhandlg. Stockholm 1887.

Eisel für Ostthüringen:

Zone 14:	Rastrites Linnaei
" "	Monograptus Becki
" 15:	" exiguus
" "	" dubius
" "	" veles
" 16:	ohne sicheres Leitfossil,*)
" 17:	meist Retiolites,*)
" 18:	unsicher, weil wenig aufgeschlossen,*)
" 19:	Monograptus testis
" "	Retiolites macilentus
" 20:	Monograptus bohemicus
" "	" colonus

*) Die schwedischen und englischen Leitfossilie fehlen hier ganz oder sind bis zur Unkenntlichkeit verändert.

Lapworth für England:

Zone 14:	Rastrites Linnaei
" 15:	Monograptus exiguus
" 16:	Cyrtograptus Grayi *)
" 17:	" Murchisoni *)
" 18:	" Linnarsoni *)
" 19:	Monograptus testis
" 20:	" colonus.

*) Die Zonen 16—18 sind fast nirgends deutlich unterscheidbar.

Schon durch die Übereinstimmung einer Anzahl von Zonen im gleichen Leitfossil ist hinlänglich der Beweis erbracht, daß die betreffenden silurischen Schichten hüben und drüben gleichaltrige Ablagerungen darstellen. Die Zonen 2—9 (Untersilur) kommen für unsere deutschen Verhältnisse nicht in Frage, da unser Untersilur so gut wie nichts an organischen Resten, am allerwenigsten Graptolithen geliefert hat, während in England und Schweden darin Graptolithenformen vorkommen, die wir auch sonst nicht haben. Wahrscheinlich haben diese Gesteine bei uns, ähnlich wie das Kambrium, eine Ausbildungsweise erfahren, die der Erhaltung von Organismen sehr wenig günstig war. Daß unser untersilurisches Meer überhaupt frei von Graptolithen gewesen sei, ist nicht anzunehmen.

Freilich ist es bis zu einem gewissen Grade erklärlich, wenn auch nicht entschuldbar, daß die Erforschung der Zonenfolge bei uns so lange vernachlässigt wurde. Es ist bereits oben des Näheren dargetan, wie die silurische Formation ganz besonders durch nachträgliche gewaltsame Veränderungen und Störungen heimgesucht wurde. Außerdem aber kommen zu diesen dynamischen Deformierungen auch noch chemische, wie Zersetzung und Entfärbung des Gesteins, die ebenfalls nicht gerade geeignet sind, Dokumente aus dem Altertum der Mutter Erde dauernd zu konservieren und von vornherein erfolgreiche stratigraphische Feststellungen zu gewährleisten. Besonders sind es freilich die ersten Vorgänge gewesen, die eine Be-

stimmung des Alters bez. der Übereinanderfolge der Schichten beinahe illusorisch machen. Selbst die Mächtigkeit der Zonen nach Metern zu bestimmen ist kaum angängig. Gegen alles dies blieb — nach Eisels eigenen Worten — nur ein Weg leidlich gangbar: einmal eine jederzeit sofortige und zwar derartige Etiquettierung jedes einzelnen Fundstückes, daß es auch nach Jahren noch peinlich genau wieder zu orientieren blieb; dann aber keine bloß gelegentliche, sondern eine viele Jahre lang systematisch fortgesetzte Ansammlung derartiger Belege nach Tausenden, wo nicht Zehntausenden. Erst der Massenvergleich an der Hand der englisch-schwedischen Resultate ergab auch hier die Erkennung häufigerer, d. h. stabilerer Formen in fast gleicher Altersfolge, und später, bei immer genauerer Nachsuche, auch die Erkenntnis der Zwischenlagen mitsamt den Varianten und Übergängen. Die Identifizierung hiesiger mit bereits beschriebenen fremden Arten ist der verschiedenen Erhaltungsgrade wegen mitunter freilich noch unsicher; doch ist sie natürlich für die Aufstellung einer Zonenfolge just unserer Formen kein Hindernis.¹⁵⁾

Dieses eigene Rezept hat der nimmermüde Verfechter der Lapworthschen Zonen dann auch durch zwei Jahrzehnte hindurch getreulich im Dienste der Wissenschaft befolgt. Viele Zehntausende von Graptolithen sind indes, alle peinlich und sauber bestimmt, durch seine Hände gegangen, dabei die frühere Annahme zur unumstößlichen Gewißheit festigend, daß die englischen bez. schwedischen Zonen mit den deutschen übereinstimmen. Heute an seinem späten Lebensabende steht der Unermüdliche noch vor seiner letzten Aufgabe, die Früchte seiner mühseligen Studien in einer größeren Graptolithen-Monographie niederzulegen, in der die einzelnen Spezies, mit Bild und Nationale versehen, Revü passieren sollen, — das erste derartige Werk, das wir dann hätten und das der Kritik zugänglich wäre. Hoffentlich kommt der greise Sechsendachtzigjährige noch dazu, seine Lebensarbeit mit dem geplanten Werk zu krönen und seine allzeit verfochtene Idee auch von der daran beteiligten Wissenschaft anerkannt zu sehen, bevor ihm der große Unerbittliche Hammer und Meisel für immer aus der Hand nimmt!

Freilich einen solchen Weg zu begehen wie Eisel, dazu hatte weder ein Barrande und Gümbel, noch ein Geinitz und Liebe Zeit, die das Hauptgewicht nicht auf systematisches Sammeln, sondern auf ihre wissenschaftlichen Veröffentlichungen legten. Es ist darum allgemach an der Zeit, auch dem deutschen graptalithenführenden Silur ohne Vorurteil zu Leibe zu gehen und überall an der Hand reichlichen Materials nachzuweisen, inwieweit sich in den einzelnen silurischen Distrikten englische und schwedische Verhältnisse mit deutschen decken. Es ist durchaus nicht mehr zeitgemäß und wissenschaftlich berechtigt — vor allem jetzt, wo der exakte Nachweis für die Übereinstimmung englischer mit deutschen Zonen für einen Teil Deutschlands bereits erbracht ist —, eine Formation, die sich zeitlich mindestens über ein halbes Dutzend Jahrmillionen erstreckte, die für unsere einheimischen Verhältnisse die ersten Lebewesen birgt und die entwicklungsgeschichtlich schon so manches Problem aufrollt, mit einer so allgemeinen und äußerlichen Zeiteinteilung, wie es die von Unter- und Obersilur ist, abzutun. Der Einwand von gänzlich anders gearteten Verhältnissen bei uns als in Schweden und England ist haltlos geworden, seit zugegeben werden muß, daß auch in unsern silurischen Kiesel-schiefern sich in verschiedenen Niveaus eine Verschiedenheit des paläontologischen Charakters bemerkbar macht, die zu einer detaillierten Gliederung in mehrere Unterstufen sehr wohl berechtigt. Man kann doch schließlich ein großes Haus nicht aus dem einzigen Grunde leerstehen lassen, nur weil man fürchtet, in die einzelnen Etagen nicht die Bewohner zu bekommen, die man bereits im benachbarten Hause darin kennt! Es ist bedauerlich, daß sich auch neuere Arbeiten und Veröffentlichungen über silurische Gebiete mit dieser Prinzipienfrage nicht klar und unzweideutig auseinander setzen, sondern meist schon von vornherein eine mehr oder weniger ablehnende Stellung der Lapworth'schen Zoneneinteilung gegenüber einnehmen.

Die silurischen Ablagerungen südlich von Zwickau.

Begrenzung des Gebietes und Geographisches. Das hier zur Besprechung stehende Gebiet erstreckt sich südlich und südwestlich von Zwickau von Niederhaßlau am rechten Muldenufer westlich bis in die Gegend von Hauptmannsgrün-Oberneumark, dabei die Ortschaften Wilkau, Cainsdorf, Oberplanitz und Stenn berührend. Weiter südwestlich, wo es auch bedeutend breiter in seiner Ausstrichzone wird, dürfte es bereits zum vogtländischen Silur zu rechnen sein und damit aus dem Rahmen dieser Arbeit ausscheiden. Die Entfernung von Niederhaßlau bis Oberneumark beträgt in der Luftlinie etwa 12 km, während die durchschnittliche Breite des fraglichen Gebietes etwa 1 km ausmacht. Das ganze Gebiet bildet mit seiner nördlichen und südlichen Nachbarschaft den nördlichen, sich allmählich verflachenden und schließlich unter das erzgebirgische Becken untertauchenden Teil des vogtländisch-erzgebirgischen Grenzgebietes.

In hydrographischer Hinsicht gehört es in seinem östlichen Flügel zum Stromgebiete der Zwickauer Mulde, in seinem westlichen hingegen zum Flußgebiet der Pleiße. Die kleineren östlichen Bachläufe nimmt das Kirchberger Wasser auf, das sich bei Wilkau in die Mulde ergießt, während die größere Anzahl der das Gebiet entwässernden Bäche dem Pleißebach zustreben, der selbst seinen Ursprung auf silurischem Boden hat. Interessant ist, daß die Richtung der Wasserläufe nicht im Zusammenhang mit dem geologischen Aufbau der Gegend steht, sondern die Wässer folgen der Abdachung und durchqueren dabei gewöhnlich mehrere Formationsglieder; übrigens in derselben Richtung, in der die vielen Linien verlaufen, längs deren überall Dislokationen erfolgt sind, die gerade dieser Gegend eigentümlich sind und ihr im Kartenbild jenes eigenartige gestaffelte Aussehen verleihen. Diese allgemeine Richtung ist eine nördliche bis nordwestliche.

Eine spezielle Behandlung haben die silurischen Ablagerungen am Südrande des erzgebirgischen Beckens bisher noch nicht erfahren, wenn man von der Bearbeitung absieht, die es durch die Kgl. Sächs. geologischen Landesanstalt unter

Professor Credners Leitung in der Mitte der achtziger Jahre erfuhr. Die Veröffentlichung dieser Forschungsergebnisse erfolgte in der von K. Dalmer bearbeiteten Erläuterungen zur geologischen Spezialkarte des Königreichs Sachsen der Sektionen Planitz-Ebersbrunn und Kirchberg-Wildenfels. Im übrigen war das in Frage stehende Gebiet landschaftlich zu wenig charakteristisch, auch volkswirtschaftlich zu wenig bedeutend, um eine eingehendere Behandlung als angebracht erscheinen zu lassen. Außerdem liegt es in unmittelbarer Nachbarschaft eines Gebietes, das durch seinen Kohlenreichtum und seine wirtschaftliche Bedeutung von jeher die Aufmerksamkeit und das Interesse voll und ganz auf sich vereinigt hat. Immerhin ist es nicht ganz unbeachtet geblieben. Der alte Geinitz*) hat in zweien seiner Werke auch die hiesige silurische Formation und seine Fauna beschrieben, selbst einige Brüche besucht und fossile Funde daraus, meistens Graptolithen, mit nach Dresden genommen, wo sie noch heute im mineralogischen Museum zu jedermanns Einsicht liegen. Und A. von Gutbier widmet in seinem „Zwickauer Schwarzkohlengebirge“ (1835) dem silurischen Alaunschiefer von Obercainsdorf auch einige Worte. Was den Verfasser bewogen hat, die silurischen Distrikte südlich von Zwickau einmal eingehender zu untersuchen, waren vor allen Dingen die Funde von Graptolithen, jener eigentümlichen und für das Silur so charakteristischen Tiere, die er massenhaft in silurischen Kieselschieferbrüchen fand und zu dessen Studium er durch den hier schon öfters genannten R. Eisel in Gera angeregt worden war. Andererseits reizte ihn auch die Möglichkeit, die Lapworth'schen Zonen wenigstens für diesen Teil sächsischen Silurs später vielleicht einmal nachweisen zu können.

Tektonische- und Verbandsverhältnisse. Silurische Ablagerungen sind in der Umgebung von Zwickau nur in den beiden südlich gelegenen Sektionen Kirchberg-Wildenfels und Planitz-Ebersbrunn zu finden. In jener streichen rechts der

Geinitz: Die Grauwackenformation in Sachsen und den angrenzenden Länderabteilungen 1853, und: Versteinerungen der Grauwackenformation Sachsens 1852, 1. Band: Graptolithen, sowie der Nachtrag dazu von 1890: Die Graptolithen des mineralogischen Museums zu Dresden.

Mulde zunächst in der Gegend von Wildenfels, Grünau und Schönau silurische Schichten zwischen kambrischen Schiefern im Süden und dem Rotliegenden im Norden zu Tage aus, die infolge großer Dislokationen — wieder an einer Linie erfolgt, die von Südosten nach Nordwesten gerichtet war — und bedeutender Verwerfungen in eine höchst merkwürdige, sonst nicht verständliche geologische Umgebung geraten sind. Nach Dalmer repräsentieren sie mitsamt der benachbarten Devon- und Kulmpartien eine rings von Verwerfungen begrenzte, zwischen Kambrium und der Glimmerschieferformation eingesunkene Scholle,¹⁶⁾ inmitten deren eben die zur letzteren Formation gehörigen Partien von Glimmerschiefer, Gneiß, Amphibolit und Chloritschiefer infolge Aufpressung bestehen blieben. Ihren unterirdischen Anschluß finden diese weiter nördlich und nordöstlich, wo sich unter dem Rotliegenden das archaische Zwischengebirge weiter ausbreitet. Die Herausbildung dieser eigenartigen, mit der übrigen Tektonik in Widerspruch stehenden Verhältnisse erfolgte im Zusammenhange mit der Aufwölbung des Erzgebirges und seiner zwei nördlich davon befindlichen, mit ihm parallel streichenden Falten in der mittleren Karbonzeit, nach der Ablagerung des Kulms und vor der oberen oder produktiven Kohlenformation. Diese Faltenbewegung erstreckte sich — wie schon oben erwähnt — nicht nur auf Sachsen, sondern läßt sich von Südostfrankreich bis zu den Sudeten verfolgen, wo der varistische Gebirgszug nach Süden zu umkehrt, um an der Donau ganz auszuklingen.

Anders verhält es sich bei der kleineren Silurpartie von Niederhaßlau, die ursprünglich mit dem Silur von Wilkau zusammenhing und erst nachträglich durch die erodierende Tätigkeit der Zwickauer Mulde von dem Hauptzuge getrennt wurde. Dieser kleine silurische Komplex am rechten Mulden- talgehänge bildet den östlichsten Ausläufer des über die gesamte benachbarte westliche Sektion Planitz-Ebersbrunn sich erstreckenden Silurzuges, der wieder mit dem des Vogtlandes und des östlichen Thüringens in kontinuierlichem Zusammenhange steht. Hier ist im Gegensatz zu dem Silur-Devon-Kulm-Areale von Schönau-Grünau ein ziemlich regelmäßiger

Verband der verschiedenen Formationen zu beobachten; wenn schon auch hier der ganze silurische Zug sich als ein fortgesetzt gebrochener Streifen charakterisiert, tritt doch seine natürliche Zusammengehörigkeit — vor allem auf der Karte — offensichtlich zu Tage.

Nach Süden zu wird das Silur konkordant unterlagert vom kambrischen Schiefer; noch weiter in derselben Richtung, etwa von Wiesenburg, Wiesen ab, folgen in gleicher Weise jene alten, phyllitischen Schiefer, die den Übergang von der paläozoischen zur archaischen Formationsgruppe vermitteln. Vom Silur aus nördlich folgt der ähnliche Verhältnisse wie dieser zeigende devonische Zug, der durch Diabas- und Tuffdurchbrüche noch besonders arg in Mitleidenschaft gezogen worden ist. Diese besitzen besonders zwischen Neumark, Schönfels, Thanhof, Stenn und Oberplanitz ihre größte Verbreitung und geben, indem sie zahlreiche, meist isoliert-kegelförmig emporstrebende Bergkuppen bilden und in Tälern steile, felsige Gehänge bedingen, der ganzen Landschaft ihren eigenartigen reizvollen Charakter. Am Nordrande des Devons beginnt dann ziemlich unvermittelt das Rotliegende, das die Kulmschichten und die Steinkohlenformation vollständig überlagert*), indem es das einstige Becken völlig wieder zuschlammte und dadurch mit Ausschluß des Karbons in unmittelbare, aber diskordante Nachbarschaft des Devons geriet. Das Rotliegendgebiet beherrscht nun weiter nach Norden und Nordosten zu die ganze Gegend, zeichnet sich aber im Gegensatz zur devonischen Landschaft durch eine mehr ebene, sanft undulierte Oberfläche aus. Nur die Täler sind ziemlich tief eingeschnitten und an ihrer Ostseite mehrfach mit einem steilen Gehänge versehen.¹⁷⁾

Die Schichtung der silurischen Gesteine, wie überhaupt aller andern mit Ausnahme des Rotliegenden, streicht fast

*) Nur lokal streicht die produktive Steinkohlenformation zutage aus, z. B. zwischen dem Galgenberge und der Königin Marienhütte im sog. Hammerwald, mit dem Planitzer- und Rußkohlenflöz und dem karbonen Melaphyr südlich davon; sowie auf der rechten Muldenseite am Schmelzbach-Talgehänge, wo sie den südöstlichsten Ausstrich des Zwickauer Kohlenbeckens bezeichnet.

durchgängig nach Osten und fällt unter wechselnden Winkeln nach Norden zu ein, das Kohlenbecken schließlich bei immer mehr zunehmender Mächtigkeit des letzteren unterteufend.*)

Lagerungsverhältnisse. Was die Lagerungsverhältnisse im besonderen anbelangt, so wurde bereits erwähnt, daß die Formationen der ganzen Gegend in mancherlei Punkten übereinstimmen. Sie lagern, vom Phyllit (Urtonschiefer) im Süden beginnend, nach Norden zu bis zur Kulmformation einander konkordant auf; nur der Neigungswinkel, der im Kambrium, nördlich vom Kirchberger Granitmassiv, mitunter zwischen 70^0 und 90^0 schwankt und beim Silur immerhin noch etwa 70^0 — 45^0 beträgt,**) wird immer geringer, sodaß die Kulmformation kaum noch eine nennenswerte Ausstrichzone hat. Übergänge von den silurischen Ablagerungen nach den kambrischen wie auch nach den im Norden aufsetzenden devonischen sind im allgemeinen nicht vorhanden oder wenigstens nicht nachzuweisen. Die Ausstrichbreite***) des ganzen silurischen Zuges ist im Westen, in der Gegend von Oberreichenbach-Oberneumark ziemlich bedeutend — über 3 km —, wobei allerdings in Betracht zu ziehen ist, daß zwischen Hauptmannsgrün und Oberneumark inmitten des Untersilurs eine größere kambrische Tonschieferpartie zum Vorschein kommt, die den silurischen Gürtel auf eine Strecke in zwei Streifen teilt. Verschiedene Gründe sprechen dafür, daß von Seiten des Untersilurs keine Einfaltung in das obere Kambrium vorliegt, sondern jene silurische Partie auf Senkungen infolge von Verwerfungen zurückzuführen ist, also eine bis in das Niveau des Kambriums eingesunkene Scholle darstellen.¹⁸⁾

Für diese Auffassung spricht vor allem auch die Tatsache, daß gerade auf den Grenzen bez. Verwerfungslinien mehrere Eisensteingänge aufsetzen, die nur als nachträgliche Aus-

*) Das Obersilur wurde z. B. im Bürgerschacht II in einer Tiefe von 604 m erreicht, während man im neuen Morgensternschachte bei über 1000 m erst die Steinkohlenformation erteufte.

**) Ausnahmsweise auch größer, z. B. in Wutzlers Bruche in Oberplanitz und Floß' Bruche in Obercainsdorf fast 90^0 .

***) Unter Ausstrichbreite versteht man die Entfernung der liegenden Grenze (hier über dem Kambrium) bis zur hangendsten (hier unter dem Devon).

füllungen großer aufgerissener Spalten zu deuten sind, selbst wenn sie mit dem Nebengestein meist durch stark mit Eisen imprägnierte Gesteinsmassen innig verbunden sind. Sie sind früher von zahlreichen Gruben abgebaut worden,*) von denen heute jedoch keine mehr in Betrieb ist.

Nach Osten zu verschmälert sich die silurische Zone derart, daß sie am linken Talgehänge der Mulde kaum noch eine Breite von 400 m besitzt. Die Schichtung der silurischen Schiefer, deren Verlauf sich infolge der ausgeprägten Spaltbarkeit sehr gut verfolgen läßt, streicht, wie schon erwähnt, in der Hauptsache von West nach Ost bez. Nordost, und die Schichten selbst fallen fast durchgängig nach Norden bez. Nordwesten zu ein. Die Schieferung verläuft mitunter der Schichtung parallel, viel häufiger jedoch schneidet sie die Schichten in sehr verschiedenen Winkeln. Diese transversale Schieferung ist hier, wie auch wohl sonst in den meisten Fällen, das Produkt einer andauernden und sehr intensiven Druckwirkung auf die Gesteine und steht darum mit dem Prozeß der Gebirgsbildung durch seitlichen Schub in engster Beziehung.

Was die Lagerung im großen Ganzen anbelangt, so sind die silurischen Schiefer am Südrande des Beckens nicht besser plaziert als alle übrigen Silurkomplexe, besonders die mittelsilurischen. Was bereits oben im allgemeinen darüber gesagt wurde, trifft auch für die hier behandelten Verhältnisse voll und ganz zu. Unglaubliche Auffaltungen, Verbiegungen und Überschiebungen, Verwerfungen und Überstürzungen deformieren die Gesteine oft derart, daß in den meisten Fällen weder von einer Schichtung noch Schieferung die Rede sein kann, und beim Brechen ergibt sich nur ein Haufwerk von scheinartigen, oft rhomboedrigen Stücken. Nicht unerwähnt gelassen sei schließlich noch, daß häufig, vor allem bei den Kieselschiefern, frühzeitig in die entstandenen Spalten und Risse Quarzflüsse eindringen, die dem Gesteine wieder die ursprüngliche Konsistenz verliehen. Auf den Schichtflächen solcher Schieferstücken treten sie dann als deutliche, mitunter aber auch haarfeine Quarzäderchen hervor.

*) Mehlhorn-Fundgrube, Isolde-Fundgrube, Thekla-Fundgrube u. a.

Petrographische Zusammensetzung: a) Das Untersilur.

Das dominierende Gestein des Untersilurs ist ein ziemlich weicher, dünnblättriger Tonschiefer (*s₁*), der im frischen Zustande infolge feinverteilter, kohligter Bestandteile ein schwärzliches Aussehen hat, das allerdings an der Oberfläche oder in der Nähe von Spalten durch die Oxydation des Kohlenstoffes sehr bald in ein Graugrün bez. Weißgrau übergeht*). Oft zeigen größere zerschlagene Gesteinsbrocken noch im Innern vereinzelte Flecken der ursprünglich einheitlichen Färbung. Abgesehen von einigen kleineren Unterschieden wird dieser untersilurische Tonschiefer von denselben Mineralelementen zusammengesetzt wie der kambrische und phyllitische.***) Dagegen kann man in jenem Tonschiefer noch, mit bloßem Auge sichtbar, gleichsam porphyrisch eingesprengte, der Schichtung meist parallel gerichtete Glimmerschüppchen wahrnehmen. Aufgeschlossen findet man den untersilurischen Tonschiefer vielfach in der Gegend zwischen Oberneumark, Heinsdorf und Schönfels, teils durch Steinbruchbetrieb, teils durch Straßeneinschnitte, teils auch in den Schurflöchern der alten Eisensteingruben.

Für Sammler: Anstehend findet sich dieser Stein unmittelbar gegenüber der Cainsdorfer Brauerei, sowie in den darüber befindlichen Wasserrissen; ebenso in der kleinen, im gegenüberliegenden Muldentalgehänge befindlichen Schlucht bei Niederhaßlau und am Südausgange von Cainsdorf.

Lokal, besonders in der Gegend zwischen Oberneumark, Heinsdorf und Hauptmannsgrün, gehen die Tonschiefer oft in Kieselschiefer (*l*) über, die auch noch als untersilurisch zu bezeichnen sind. Dieses Gestein ist ebenfalls dünnschiefbrig, aber beträchtlich härter, wovon man sich beim Schlagen sofort überzeugen kann. Es klingt und gibt einen splittrigen Bruch. Die Farbe ist im frischen Zustande auch schwarz, nach erfolgter Bleichung durch die Oxydation des Kohlenstoffes grau, in der Nähe von Eisensteingängen gelblichbraun.²⁰⁾

Sammler finden diesen nur im Westflügel der Silurzone zur Ausbildung gelangten, sonst aber kaum irgendwo aufgeschlossenen untersilurischen Kieselschiefer nur in den auflässigen Tagebauen von Mehlhorn-, Isolde- und Thekla-Fundgrube, nördlich von Hauptmannsgrün.

*) Die „graue Grauwacke“ der älteren Geologen.

**) Ein feinkörniges Gemenge von Kaliglimmer, Quarz und Chlorit, dazu accessorisch Rutilmikrolithen, opakes Eisenerz und lokal staubförmig verteilte kohlige Substanzen.¹⁹⁾

Der nächstgrößere Anteil am Aufbau des Untersilurs kommt den Quarzitschiefern*) (*q*) zu. Dieses Gestein zeigt meist weißgraue Farbe, die lokal auch etwas ins Gelbliche, Rötliche oder Bräunliche übergehen kann, und besteht in der Hauptsache, wie schon der Namen verrät, aus Quarzkörnchen, die deutlich klastische Formen zeigen, und denen sich in schwankender Menge kleine Schüppchen von Glimmer oder toniger Beschaffenheit beigesellen. Je nachdem die letzteren bald spärlich, bald reichlich vorhanden sind, ist das Gestein bald von härterer kompakterer, bald von weicherer schiefriger Beschaffenheit. Von accessorischen Bestandteilen konnten gerundete Körner von Zirkon, Rutil und Turmalin nachgewiesen werden.²¹⁾

In typischer Ausbildungsweise findet sich der untersilurische Quarzitschiefer am oberen linken Muldentalgehänge, westlich von der Cainsdorfer Brauerei und in mehreren Brüchen aufgeschlossen etwa 1 km südlich von Altrottmannsdorf.

Da dieser dickbankig abgesonderte, beim Schlagen klingende Schiefer infolge seines hohen Quarzgehaltes nur sehr schwer der Verwitterung unterliegt, gibt er auch nur einen ziemlich steinigen und unfruchtbaren Boden und seine Ausstrichzone pflegt sich aus demselben Grunde schon äußerlich durch buckelförmiges Überragen der Umgebung anzudeuten. Schon etwas glimmerreicher und darum weniger hart und fest sind die bei Neumark und südöstlich von Schönfels im Neuschloss Walde durch früheren Steinbruchsbetrieb aufgeschlossenen Varietäten.

Für Sammler: Etwa 1½ km südöstlich von Schönfels, zwischen der Ziegelei in dem kleinen Tälchen und dem oberen Teile von Stenn, mitten im Walde. Übrigens der Bruch, in dem Geinitz die ältesten Versteinerungen Sachsens fand. (Siehe weiter unten bei Fauna!)

Weniger normale Verhältnisse herrschen bei den Quarzitschiefern in der Gegend zwischen Oberneumark und Heinsdorf und bei dem als hangendstes Glied des Untersilurs auftretenden Quarzite bei Niederhaßlau. Erstere sind ziemlich schiefrig, gehen teilweise in Tonschiefer über oder befinden sich mit letzteren in inniger Wechsellagerung. Der andere bildet ein ziemlich mächtiges Lager, das auf der hinter dem Haßlauer Friedhofe befindlichen dominierenden Höhe noch ziemlich gut aufgeschlossen ist.

Man fährt mit der elektrischen Straßenbahn bis zur ersten Haltestelle hinter Cainsdorf, geht auf der Straße nach Haßlau weiter und biegt kurz vor der Fabrik auf der rechten Seite links in den Weg ein, der der Höhe zustrebt und erreicht nach etwa fünf Minuten den Bruch.

*) Die „alte quarzige Grauwacke“ in der älteren Literatur.

Zwischen einzelnen Quarzitschieferbänken bemerkt man da mehliges, kaolinreiche Lager, daneben aber auch Schichten von sehr festem Hornstein oder Kieselschiefer. Außerdem sind auch die Lagerungsverhältnisse infolge vieler nach allen Richtungen streichenden Klüfte außerordentlich gestört. Die untersilurischen Quarzitschiefer Niederhaßlaus, vor allem die auf der Höhe, sind noch insofern erwähnenswert, als sich auf Klüften dieser Gesteine Zinnober, vergesellschaftet mit Schwefspat, Eisenkies, Braun- und Roteisenerz, sowie mit Schwefel fand, zu dessen Gewinnung 1841 die Merkur-Fundgrube aufgemacht wurde, die aber bald wieder ihren Betrieb einstellen mußte.²²

Diabase (D) und Diabastuffe (Dt) spielen im Untersilur nur eine sehr bescheidene Rolle. Nur an drei Stellen konnten Diabasdurchbrüche einwandfrei festgestellt werden. Die eine Lokalität, eine kleine Kuppe am linken Gehänge des Tälchens, das in Heinsdorf in das Raumbachtal einmündet, zeigt körnigen Diabas von frischer Beschaffenheit. Die beiden andern Vorkommnisse, das eine direkt südwestlich von der Cainsdorfer Brauerei am Gehänge inmitten von untersilurischem Tonschiefer, das andere inmitten Niederhaßlaus in einer kleinen, ins Muldentälchen einmündenden Schlucht, — sind derartig umgewandelt, daß eine genauere Bestimmung der ehemaligen Zusammensetzung nicht mehr möglich ist.²³) Der durch die seit langem auflässige Grube Frisch Glück, westlich vom oberen Teile Stenns, aufgeschlossene Diabas, der zwar an der Grenze von Unter- und Mittelsilur aufsetzt, ist höchstens obersilurisch.

Weniger wichtig und nur der Vollständigkeit halber erwähnt seien die Diabastuffe oder Schalsteine, die lagerartig dem untersilurischen Tonschiefer eingeschaltet sind und schiefrige, chloritreiche Grünsteinmassen repräsentieren.

Aufgeschlossen findet sich dieser Schalstein z. B. am obersten Ende von Neumark durch einen Steinbruch und an der Straße von da aus nach Oberreichenbach durch den Weganschnitt, südwestlich vom Galgenberge.

Zur selben Varietät gehört auch der breccienartige Schalstein, der etwa 300 m südlich von Isolde-Fundgrube in einer Reihe von Pingen zu beobachten und am Südwestende seiner Verbreitung durch einen kleinen Bruch aufgeschlossen ist.²⁴)

b) **das Mittelsilur.** Um Mißverständnissen von vornherein vorzubeugen, sei gleich hier erwähnt, daß Verfasser mit vielen

bedeutenden Geologen der Ansicht ist, daß selbst bei den bescheidenen und räumlich beschränkten Verhältnissen im deutschen obersten Silur sich doch dasselbe aus später noch zu erörternden Gründen ganz gut vom mittleren trennen und als besondere Abteilung — das Obersilur — bezeichnen und behandeln läßt.

Die mittlere Abteilung des Silurs — in diesem Sinne — setzt sich bei uns nur aus Kieselschiefer, dem bezeichnendsten Gesteine der silurischen Periode in der ganzen Welt,²⁵⁾ zusammen. Seine liegendste Schicht führt die Bezeichnung des unteren Graptolithenhorizonts, während der obere nach der eben benutzten Einteilung nun der dritten Stufe, dem Obersilur zuzuweisen ist. Die Kieselschiefer des Mittelsilurs bestehen in der Hauptsache aus einer äußerst feinkörnigen Quarzmasse, die spärlich mit tonigen und reichlich mit organischen Bestandteilen gemengt ist. Die Farbe ist infolge des reichlichen Gehaltes an Kohlenstoff — bis 25 Prozent und darüber — in der Regel tiefschwarz. Bei eintretender Verwitterung bleicht zunächst der Kohlenstoff aus, später löst sich dann das Gestein in eine weißgraue, brockige Masse auf. Den Reichtum an Kohlenstoff, der lokal mitunter derartig angehäuft ist, daß man ihn herauslöffeln kann, führt man heute nicht mehr auf die verwesenden Graptolithen, die den Stein massenhaft erfüllen, zurück, sondern nimmt mit Lapworth an, daß er von dem Pflanzenmoder herrührt, den die im Silurmeere als Sargassum treibenden Tange nach dem Zubodensinken hinterlassen haben.

Der silurische Kieselschiefer (*s₂*) ist, was nach seiner Zusammensetzung nicht wundernehmen kann, von beträchtlicher Härte und Festigkeit und weist oft dickschichtiges Gefüge auf. Gewöhnlich wechsellagern jedoch härtere mit weicheren Lagen. Die letzteren sind mehr toniger Natur und nähern sich, besonders wenn sie reichlich mit kohligen Gemengteilen imprägniert sind und stellenweise auch Schwefelkies enthalten, dann schon dem Alaunschiefer. Auf Rutschflächen finden sich häufig Anthrazitspiegel, die sich mit dem Messer leicht abheben lassen. Die festeren Bänke des Kieselschiefers werden oft nach allen Richtungen hin von feinen schneeweißen Quarz-

adern durchschwärmt, die sich beim Schlagen und Spalten des Steins gewöhnlich unliebsam bemerkbar machen.

In typischer Ausbildung trifft man denselben in dem etwas unterhalb der Cainsdorfer Brauerei, dicht neben der Straße belegenen, jetzt auflässigen Bruche, sowie an dem unmittelbar hinter dem Schönauer Friedhofe anstehenden Kieselschieferfelsen.

Mittel- bez. obersilurische Diabase konnten nicht völlig sicher festgestellt werden. Ein diesbezügliches, wenig mächtiges, aber desto mehr zersetztes, lagerartig eingeschaltetes Vorkommen in einem Schönauer Bruche kann wohl kaum als Vertreter dafür gelten.

Die Kieselschiefer des Mittel- wie Obersilurs sind nun insofern wichtig und Gegenstand eifriger Forschung geworden, als sie die Überreste der äußerst reichhaltigen Fauna des Silurmeeres enthalten; für uns in Sachsen noch besonders deshalb, weil in unsern kambrischen Schiefen*) noch nirgends organische Reste einwandfrei nachgewiesen werden konnten, die silurische sich also als unsere älteste Formation repräsentiert, die Versteinerungen enthält. Der graptolithenführende Kieselschieferkomplex erstreckt sich vom linken Muldentalgehänge an in westlicher Richtung bis zum Schönfelser Grunde. Jenseits des letzteren fehlt der in Rede stehende Horizont fast durchweg, sodaß hier das Untersilur nach oben hin meistens mit devonischen Schichten in unmittelbaren Kontakt tritt. Diese lückenhafte Verbreitung des unteren Graptolithenhorizonts ist eine nach Liebe**) auch im thüringischen Schiefergebirge sehr verbreitete Erscheinung, die wahrscheinlich darauf zurückzuführen ist, daß vor der Ablagerung des unteren Devons eine bedeutende Erosion stattgefunden hat, welcher der weit-

*) Die in den kambrischen Schiefen von Wilkau gefundenen spärlichen und ziemlich undeutlichen Reste von *Phycodes circinnatus* Brongn. können kaum als solche gelten und überdies ist man über ihre Zugehörigkeit zum Tier- oder Pflanzenreich heute noch nicht klar. Sehr viel hat die Annahme für sich, die in diesen fächerförmig vergabelten, mitunter auch enggeringelten Gebilden weder Tier noch Pflanze sieht, sondern sie als die Bohrgänge eines Wurmes anspricht, vor allem wegen der Lage im anstehenden Gestein.²⁷⁾

**) Liebe „Übersicht über den Schichtenaufbau Ostthüringens“. (Abh. zur geol. Spezialkarte v. Preußen. Bd. 5, Heft 4, 34.)

aus größte Teil des oberen, aber auch ein Teil des unteren Graptolithenhorizonts zum Opfer gefallen ist.²⁶⁾

Nur erwähnt sei schließlich noch, daß es nicht gelang, in dem Mittelsilur des vorliegenden Gebietes den *Cardiola interrupta* führenden, sog. Ockerkalk*) festzustellen, der anderwärts die beiden Graptolithenhorizonte trennt, was die Ansicht Eisels zu bestätigen scheint, daß er keine besondere mittelsilurische Fazies, sondern nur ein Äquivalent der oberen Abteilung des Mittelsilurs (Zone 16—19) darstellt, die einander ausschließen. Ebenso wenig glückte der Nachweis der den Alaunschiefern dieses Komplexes sonst häufig eingeschalteten Phosphoritknollen,**) in denen die Bruchstücke und Reste der verschiedensten Tiere des Silurmeeres, vor allem aber Graptolithen gefunden wurden. Nur ein einziges Mal wurden spärliche, flachbohnenförmige Phosphoritknollen in dem weichen, stark gebleichten Alaunschiefer gefunden, der sich in dem Bruche am linken Talgehänge Unterschönaus in die härteren Kieselschieferlagen eingeschoben hat. Graptolithen oder andere organische Reste waren jedoch nicht darin nachzuweisen.²⁸⁾

c) **das Obersilur.** Nach der beibehaltenen Gliederung der gesamten Formation in Unter-, Mittel- und Obersilur würde der letzteren Abteilung allein der obere Graptolithenhorizont zufallen (nach Lapworth-Eisel Zone 20). Wenn auch das Obersilur in Deutschland nur geringe Verbreitung besitzt***) — einesteils mag es nicht überall zur Ausbildung gelangt, andernteils häufig wieder der Abtragung zum Opfer gefallen oder durch jüngere Ablagerungen für immer verdeckt

*) Der Ockerkalk ist ein bläulicher Kalkstein, der sehr viel Versteinerungen enthält (Krinoidenstiele, Trilobiten, Brachiopoden, Zweischaler und Orthoceren), daneben aber auch Einlagerungen von Spateisenstein, nach dessen Oxydation zu mürbem, gelben Ocker der ganze Stein sein charakteristisches Gepräge erhält.

**) Solche Phosphoritknollen mit Bruchstücken von Trilobiten und Orthoceren, vor allem aber mit außerordentlich schön erhaltenen, plastisch gebliebenen Graptolithen wurden z. B. von Kruft im vogtländischen Silur (N. Jahrb. f. Min. Bd. 15, 1902) und von K. Pietzsch im Silur der Oberlausitz vielfach gefunden (Die geol. Verhältnisse der Oberlausitz. 1909).

***) Das englische Obersilur ist wohl 100 mal mächtiger als das unserige und wird allein wieder in 6 Unterabteilungen gegliedert.

worden sein —, so ist dieser obere Graptolithenhorizont doch durch seine Fauna, meistens auch durch die Beschaffenheit seines Gesteins bei uns ebenso gut charakterisiert wie etwa in Schweden oder England, sodaß wir ohne Bedenken die vorgeschlagene Einteilung von Lapworth auch auf unsere deutschen Verhältnisse anwenden können.

Das hier in Frage kommende Obersilur setzt sich aus Ton- und Alaunschiefern zusammen. Der Tonschiefer ist ziemlich dünn-schiefrig und leicht brechlich, im frischen Zustande ebenfalls schwarz, meist aber durch Verwitterung mehr oder weniger gebleicht. Die einzige Stelle, wo er früher anstehend zu beobachten war, befand sich am linken Muldentalgehänge, unmittelbar über der Königin Marienhütte, und war durch Steinbruchsbetrieb auf Knotenkalk ziemlich gut aufgeschlossen. Er trat hier unter sehr gestörten Lagerungsverhältnissen mitten im Gebiet des Unterdevons auf, war sehr dünn-schichtig, mehr toniger Natur und meist ausgebleicht, zeigte aber trotzdem die Graptolithen in sehr schön erhaltenem Zustande. Der Bruch ist heute leider vollständig verschüttet und unzugänglich, was in Anbetracht der Seltenheit eines gut aufgeschlossenen oberen Graptolithenhorizontes nebst der darunter befindlichen obersten Zonen (18 und 19) des Mittelsilurs sehr zu bedauern ist.

Die Alaunschiefer*) des Obersilurs sind ebenfalls wie die des Mittelsilurs mehr tonig und weich und unterscheiden sich von diesen nur durch Führung anderer Graptolithen. Die obersilurischen Alaunschiefer konnten bisher nur an drei Stellen und da auch nur in sehr beschränkter Verbreitung und ohne allen Zusammenhang mit den übrigen silurischen Partien nachgewiesen werden. Diese drei Lokalitäten befinden sich rechts der Mulde und gehören in jenes bereits oben erwähnte, geologisch ziemlich komplizierte Gebiet von Wildenfels-Grünau.

*) Alaunschiefer werden solche Schiefer jeden Alters genannt, in denen durch die Zersetzung des in ihnen enthaltenen Eisenkieses zu Schwefelsäure und Eisenvitriol, bez. dieses letzteren wieder zu Eisenoxydhydraten und Schwefelsäure soviel freie Säure entstanden ist, daß der im Schiefer enthaltene Ton in Kieselsäure und Aluminiumsulfat umgewandelt wird.

Beide Stellen sind ziemlich beschränkt, kaum noch ausbeutefähig und rühren von vergeblichen Schürfversuchen auf Steinkohle her. Sie lieferten alle einen tiefschwarzen, stark abfärbenden, teilweise sehr gestauchten und verdrückten Schiefer, in dem hier spärliche, da zahlreiche Reste von Monograpten der obersten Horizonte enthalten sind. Die betreffenden Schiefer liegen auf kleinen Halden im Walde zutage, auf denen man bei einigem Suchen noch Stücken mit in Gümbelit umgewandelten Graptolithen finden kann.

Die Alaunschiefer sind früher, z. B. bei Reichenbach,²⁹⁾ auf ihren Alaungehalt hin hüttenmäßig aufbereitet worden. Auch A. v. Gutbier erwähnt in seinem schon oben genannten Werke*) von Cainsdorf, daß dort anfangs der dreißiger Jahre des vorigen Jahrhunderts ein mächtiges Lager von Alaunschiefer abgebaut wurde.³⁰⁾

Gliederung. Was die Gliederung des hier behandelten Gebietes anbelangt, war schon oben des öfteren Gelegenheit genommen, des Verfassers abweichenden Standpunkt gegenüber der althergebrachten Zweiteilung des Silurs zu beleuchten. Als Ganzes betrachtet stimmt die silurische Formation am Südrande des Beckens mit der des Vogtlandes, sowie auch mit den silurischen Ablagerungen des Fichtelgebirges und Ostthüringens sowohl in der petrographischen Zusammensetzung als auch in der Gliederung fast vollständig überein.***) Für Ostthüringen und auch zum großen Teil für das Vogtland ist der Nachweis vom Vorhandensein derselben Zonen wie in England einwandfrei erbracht bez. macht man dieser Möglichkeit mehr und mehr Konzession. Was aber für Ostthüringen und das Vogtland gilt, sollte man billigerweise für die übrigen sächsischen und deutschen Gebiete nicht ohne weiteres von der Hand weisen. Die das Gros zur silurischen Fauna stellenden Graptolithen sind so reichlich und vielgestaltig vertreten, dazu auch geologisch so kurzlebig, daß man überall — und jedenfalls nie ganz ohne Erfolg — versuchen müßte, auf eine

*) A. v. Gutbier „Zwickauer Schwarzkohlengebirge“ 1835, S. 39.

**) Nur daß hier im Untersilur der Thuringit und im Mittelsilur der Ockerkalk fehlt.

detailliertere Gliederung des Silurs, vor allem des sog. Obersilurs, zu kommen.*)

Der Einwand, daß Leitfossile für die einzelnen Zonen drüben bei uns diese Eigenschaft verlieren, da sie mitunter im deutschen Silur in demselben Niveau liegen, ist nicht stichhaltig genug, um die Lapworth'sche Zonentheorie für unsere Verhältnisse fallen zu lassen. Von den Graptolithen waren eben manche nicht nur Kosmopoliten in der horizontalen Ausdehnung, sondern mehr oder weniger auch in der vertikalen Verbreitung im Silurmeere, während andere sich wieder ängstlich die ihnen am zuträglichsten Niveaus im Wasser herausuchen mußten. Bedenkt man weiter, daß die heute alle fast gleichmäßig über dem Meeresspiegel sich befindenden silurischen Gebiete einst ganz sicher sehr verschiedene Höhen- und Tiefenstufen des silurischen Meeresbodens darstellten, über dem die Meeresbewohner, auch die planktonisch lebenden, im allgemeinen doch ihr Leben auf bestimmte Höhenzonen eingestellt hatten, so will es fast scheinen, als dürften sich in den heutigen silurischen Ablagerungen verschiedener Länder in den einzelnen Horizonten garnicht die gleichen Spezies finden. Was also sonst immer als ein Grund gegen Lapworth ins Feld geführt wird, würde unter diesem Gesichtswinkel betrachtet nur für die Richtigkeit derselben plaidieren. Und in der Tat hat ja auch Eisel, wie die Gegenüberstellung auf Seite 12 lehrt, für eine Anzahl von Zonen ganz andere Vertreter als Leitfossile gefunden als Lapworth.

Daß auch im deutschen Silur Zonen mit verschiedenem paläontologischen Charakter vorhanden sind, kann nicht mehr geleugnet werden. Dabei aber trotzdem nicht zu versuchen, eine Theorie, die sich schon anderwärts Geltung und Anerkennung verschafft hat, auf ihre Brauchbarkeit für die einheimischen Verhältnisse hin zu untersuchen und sie eventuell

*) Lapworth gliedert das Silur folgendermaßen:

Zone 1 (zum Kambrium).

Zone 2—9 (Untersilur; auch in England voller Graptolithen).

Zone 10—19 (Mittelsilur).

Zone 20 (Obersilur; in England bedeutend mächtiger).

zu modifizieren, hieße wissenschaftlich konservativ sein. Konservatismus ist aber bei der Wissenschaft, wo „alles fließt“, am allerwenigsten angebracht. Darum Bahn frei für Lapworth! Und der Weg dazu? Kein anderer als den schon Eisel als den allein gangbaren bezeichnet hat: zu versuchen, Tausende von Graptolithen zu sammeln und zu bestimmen und daraus dann Schlüsse auf das Vorhanden- oder Nichtvorhandensein von Zonen zu ziehen. Scheitert dieser Versuch, dann wollen wir Lapworths Zonentheorie für Deutschland zu Grabe tragen. Nach den bisherigen Funden des Verfassers gewinnt es aber immer mehr den Anschein, als ob wir das garnicht nötig hätten. Die Zonen für das Mittel- und Obersilur scheinen mit denen des Vogtlandes und vor allem mit denen Ostthüringens vollständig übereinzustimmen und damit auch nach Eisels Ansicht mit den englischen und schwedischen.

Jedenfalls wird es des Verfassers eifrigstes Bestreben sein, alle in der näheren und weiteren Umgebung von Zwickau befindlichen mittel- und obersilurischen Aufschlüsse genauestens zu untersuchen, möglichst viel Belegstücken mit Graptolithen zu sammeln und zu bestimmen, um dann vielleicht einmal nach Jahren zu versuchen, die Geltung der Lapworth'schen Zonen auch für unser sächsisches Silur zu erweisen. Aus diesen Ausführungen geht eigentlich schon zur Genüge hervor, als was die weiter unten folgenden Befunde und Aufzählungen aufgefaßt werden wollen. Sie sollen durchaus keine fertigen und abgeschlossenen Resultate darstellen, am allerwenigsten schon als Beweis für das Vorhandensein der Lapworth'schen Zonen im sächsischen Silur gelten und ebensowenig Anspruch auf Vollständigkeit machen. Um das sein zu können, erachtet Verfasser die Zeit seines Graptolithenstudiums für viel zu kurz, die Zahl der gesammelten Belegstücke für viel zu gering und die einzelnen, wenn auch alle besuchten, mitunter sehr schwierig zugänglichen Fundstätten als viel zu oberflächlich ausgebeutet. Wohl aber sollen sie in Gemeinschaft mit diesen Darlegungen eine Anregung, der erste Versuch sein zu einer genaueren, allseitigen und vorurteilslosen Erforschung der silurischen Formation nach einem Arbeitsprogramm, das bereits mehrfach positive Erfolge zu verzeichnen hat.

Fauna. Die Fauna unserer, d. h. der deutschen silurischen Ablagerungen, ist bereits im allgemeinen Teile dieser Arbeit genügend charakterisiert worden. Was dort über die deutschen Verhältnisse im großen Ganzen gesagt worden ist, findet auch auf die sächsischen und speziell auf die hier zur Besprechung stehenden Anwendung. Wie dort, so stammen auch hier die ältesten fossilen Reste aus dem Untersilur. Daß auch das engbegrenzte Stück der silurischen Formation am Südrande des Beckens eine Versteinerung aus der untersten Abteilung geliefert hat, ist umso erfreulicher, als ja gezeigt worden ist, wie äußerst selten organische Reste im deutschen Untersilur sind.

Geinitz fand nämlich bei einem kurzen Besuche der hiesigen Gegend anfangs der fünfziger Jahre in dem schon erwähnten untersilurischen Kieselschieferbruche, $1\frac{1}{2}$ km südöstlich von Schönfels im Neuschlosser Walde, einige Schichtflächen dieses Gesteins über und über bedeckt mit *Nereograptus tenuissimus*, eine Versteinerung, die Emmons aus dem alten taconischen Schiefer von Salem (Washington-county) in New York als *Nemapodia tenuissima* beschrieben hat.³¹⁾ Wir sprechen heute dieses Fossil nicht mehr als eigentlichen organischen Rest aus dem Untersilur an, sondern sehen in den eigenartig geschwungenen Konturen ebenfalls die von einem silurischen Meeresbewohner auf dem Grunde hinterlassenen Kriechspuren, ähnlich dem *Phycodes circinnatus* Brongn. im Wilkauer Kambrium, die wir als die Gänge eines Bohrwurmes deuten und nicht als Tangrest.

Also kommen wir auch in diesem Falle wieder zum Mittelsilur, wo von einer Tierwelt schlechthin die Rede sein kann. So arm freilich das Untersilur an einer solchen war, so reich und mannigfaltig tritt sie uns in dieser Abteilung des Silurs entgegen. Vor allem sind es hier nun die Graptolithen, die sowohl nach der Zahl, als auch nach den Arten den schwarzen Kieselschiefer, der auch anderweitig in der ganzen Welt das charakteristische Gestein des Mittelsilurs ist, so massenhaft erfüllen, daß man früher fast allgemein den typischen Kohlenstoffreichtum dieses Schiefers auf die verwesenden Körper der

kleinen Tierchen zurückführte,*) eine Ansicht, die sich seit Lapworth ebenfalls geändert hat (s. S. 25). Aus demselben Grunde faßte auch Rothpletz, der in den silurischen Kiesel-schiefern von Langenstriegis noch eine Menge von Radiolarien und Kieselalgen nachwies, die Schiefer selbst als organische Bildung auf.³²⁾

Diese Graptolithen nun sind, selbst wenn auch die karbonische Faltung den ganzen Stoß altpaläozoischer Gesteine scharf gepreßt und arg verdrückt hat, immerhin noch deutlich erkennbar, selbst in ihren Verdrückungen interessant und für die Forschung sehr wohl zu gebrauchen. Da sie weiter ein bezeichnendes Leitfossil der Silurperiode überhaupt darstellen, sind sie vortreffliche Führer in den sonst schwer zu entziffernden Faltenprofilen.³³⁾ Und endlich, da sie dort, wo silurische Kiesel-schiefer gebrochen werden, nichts Seltenes sind, — von den betreffenden Steinbrechern kurz als „Würmer“ bezeichnet — trotzdem aber jedes Vergleichsmaterial für ihren Bau und ihr Leben fehlt, weil die Tiergruppe schon sehr zeitig wieder erlosch und keine rezenten Vertreter mehr hat; auch sonst viel Unklarheit über diese Tierchen herrscht und in Wort und Schrift verbreitet wird, scheint es einigermassen berechtigt zu sein, ehe die einzelnen Fundorte mit ihren verschiedenen Arten Revü passieren, zuvor erst einiges allgemeine und besondere über diese eigenartige Tiergruppe vorauszu-schicken, die vor ungezählten Jahr-millionsen bereits ihre Anpassungsfähigkeit ausgeschöpft hatte und darum von der Bild-fläche der Erde verschwinden mußte, ohne leibliche Erben zu hinterlassen.

Erhaltung und Aussehen. Die Graptolithen (übersetzt: Schriftsteine) finden sich immer auf den Schichtflächen des Schiefers ausgebreitet; noch nie fand man solche, die vertikal zur Schichtung gelegen hätten. Sie stellen sich dar als zarte, aber durch Färbung sehr deutlich hervorgehobene Konturen, die feinen Sägeblättern sehr ähnlich sehen. (Vergl. Fig. 1 u. 10.) Je nachdem sie sich im Alaun- oder Kiesel-schiefer oder in

*) Nicholson „British Graptolithidae“ 1872.

Phosphoritknollen befinden, ist auch der Grad ihrer Deutlichkeit und Schärfe verschieden. Der letzte Fall kommt für viele Gegenden, auch für unsere, nicht in Frage. Auf den Alaunschiefern liegen die Graptolithen als ganz feine kohlige Häutchen, die leicht zu verwischen sind, jedoch bei schräg auffallendem Lichte sich durch ihren starken Glanz von dem matten Schieferschwarz ziemlich deutlich abheben. Am schönsten und deutlichsten sind die Graptolithen im normalen Kieselschiefer erhalten. Oft trifft man sie hier in voller Wölbung an, und sie heben sich dann als zarte lichte Skulpturen von der dunklen Oberfläche des Schiefers wirkungsvoll ab. Ihre Lage ist dabei die denkbar verschiedenste: bald geradlinig gestreckt, bald gekrümmt, bald kreisförmig gebogen, bald spiralig aufgerollt, bald Haken und Schleifen beschreibend, bald aber im scharfen Winkel geknickt, bald einfach, bald verästelt. Je nachdem, wie sie der Tod überraschte oder wie ihr Habitus sonst bei Lebzeiten war. Als Versteinerungsmittel der einstigen biegsamen Chitinhülle tritt in der Hauptsache Graphit und Gümbeleit,*) nur selten auch Schwefelkies auf.

Verdrückungen. Besonders interessant und lange Zeit verkannt sind die sog. Verdrückungen, die man noch bis in die neueste Zeit, vor allem in England, als besondere Arten und Abarten beschrieb, die aber nichts anderes darstellen, als durch seitlichen Druck deformierte und verzerrte Formen mitunter oft nur einer einzigen Art (s. Fig. 1). R. Eisel hat auf diese Tatsache bereits vor Jahresfrist**) aufmerksam gemacht und auch experimentell den Verdrückungsvorgang nachzuweisen vermocht, wobei es ihm gelungen ist, eine ganze Anzahl von bis dahin als besondere Arten beschriebene Graptolithen auf ihre Urform zurückzuführen.

*) Gümbeleit ist ein grünlichweißes, seidenglänzendes, asbestähnliches Silikat, das nach Gümbeleit benannt ist, als Versteinerungsmittel auch bei Kohlenpflanzen vorkommt und früher irriger Weise für reine Kieselerde gehalten wurde.

**) Eisel „Über Verdrückungen thüringisch-sächsischer Graptolithenformen“ in der Zeitschr. für Naturwissenschaften Halle a. S. 1909.

Die nachfolgenden Abbildungen zeigen:

- Nr. 1. *Monograptus priodon*, Bronn 1837, Größe $\frac{2}{1}$, z. T. verbreitert = *pandus* Lapworth (1877) und verschmälert = *V. reductus*. (Zone 15.)
 Nr. 2. *Mon. nudus*, Lapworth, $\frac{2}{1}$, der verschmälerte Teil = *V. depressus*. (Zone 15.)
 Nr. 3. *Mon. priodon*, Bronn, $\frac{2}{1}$. (Zone 15.)
 Nr. 4. *Mon. jaculum*, Lapworth, $\frac{1}{1}$, der verbreiterte Teil ist *V. variabilis*. (Zone 14.)
 Nr. 5. *Mon. lobiferus*, M'Coy, $\frac{2}{1}$. (Zone 12b.)
 Nr. 6. *Mon. galaensis*, Lapworth, $\frac{2}{1}$. (Zone 15.)
 Nr. 7. *Mon. proteus*, Barrande, $\frac{1}{2}$. (Zone 15.)
 Nr. 8. *Mon. leptotheca*, Carruther, $\frac{2}{1}$, der verbreiterte Teil ist *nuntius*, Barrande. (Zone 12b.)
 Nr. 9. *Mon. priodon*, *V. rimatus*, Perner, $\frac{2}{1}$. (Zone 15.)
 Nr. 10. *Mon. nudus*, Lapworth, $\frac{1}{1}$. (Zone 15.)
 Nr. 11. *Mon. triangulatus*, Harkness, $\frac{1}{1}$. (Zone 12a.)

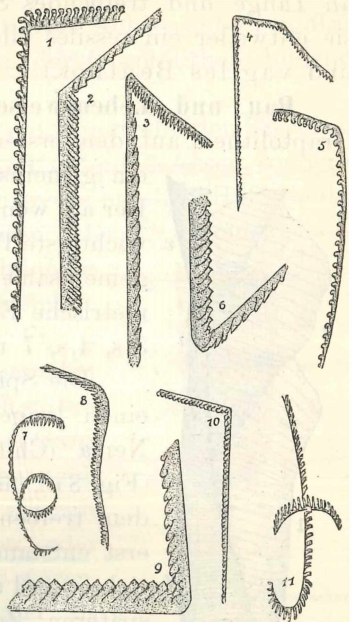


Fig. 1.
Druckumformungen.

Die Eisel'sche Drucktheorie hat bereits viel Zustimmung gefunden, und da es überall mehr oder weniger durch Druck veränderte Graptolithen gibt, so dürfte, sobald diese Drucktheorie nur erst überall anerkannt wird, in Zukunft der ohnedies schon ziemlich umfängliche Gattungs- und Artenreichtum der Graptolithen vielleicht etwas reduziert werden, nicht zum Schaden der Wissenschaft, auch nicht zum Leidwesen derer, die sich mit Graptolithen beschäftigen.

Die Graptolithen sind die fossilen Überreste einer einst chitinösen Hülle, bestehend aus dem sog. Achsenstab und feinen, daran ein- oder zweiseitig angereihten becherförmigen Zellen, die die Einzeltiere bargen. Mehrere solcher Stabgenossenschaften waren gewöhnlich zu einer Kolonie vereinigt, die entweder an einer gemeinsamen Haftscheibe befestigt war oder an einem beweglichen System von Blasen hing. (Fig. 2 und 9.) Andere



Fig. 2.

Rekonstruktion einer Diplograptus-Kolonie.

wieder lebten einzeln und hatten sich mit ihrem Achsenstabe an Tange und treibendes Sargassum angeheftet. So führten sie entweder ein sessiles oder flottierendes Dasein. (Sessiles und vagiles Benthos.)

Bau und Lebensweise. So verschiedenartig auch die Graptolithen auf den ersten Blick anmuten, liegt doch allen ein gemeinsamer Organisationsplan zugrunde. Der am wenigsten sichtbare, aber ontogenetisch wichtigste Teil ist die allen Graptolithengruppen gemeinsame tütenförmige, zweiseitig symmetrische Embryonalzelle (Sicula). Siehe Fig. 3, s, 4, s, 7 und 8 s.

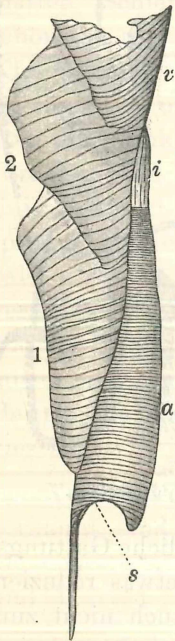


Fig. 3.

Mon. dubius, Suess.

Rhabdosomanfang m.

Anwachsstreifen, $\frac{25}{1}$,

s = Sikulamündung,

a = Apertural-,

i = ihr Initialteil,

v = Virgula, 1 erste,

2 zweite Zelle (Theca).

Die Spitze derselben war in der Regel in einen langen, wohl hohlen Faden, das sog. Nema (Chitinstab, Hydrorhabde) ausgezogen (Fig. 8 n), mit dem es an der Haftscheibe bez. dem treibenden Tange befestigt war. Die zuerst entstandene Embryonalzelle ist distal gerichtet und unterscheidet sich von den übrigen späteren Zellen schon durch ihre trichterförmige Gestalt. (Fig. 3 s.) Aus ihr sprossen nun die übrigen röhren- oder becherförmigen Zellen (thecae) hervor, die entweder ein-, zwei- oder vierreihig angeordnet und direkt oder durch einen gemeinsamen Hohlraum (Cönosarkanal) miteinander verbunden sind (Fig. 4, 1 u. 2).

Die ganze Außenbedeckung (Periderm, Rhabdosom oder Polyparium) stellt sich als eine vom Ektoderm ausgeschiedene, ursprünglich wohl etwas biegsame, kutikuläre chitinöse Hülle dar, die selten verkalkt und allein vom ganzen Tiere fossil erhalten ist. Diese Rhabdosome lassen bei guter Erhaltung eine schwärzliche, mit Anwachsstreifen versehene Wandschicht und anscheinend eine ganz zarte, bräunliche Deckschicht, sowie eine innere und äußerere Kalkspatinkrustation erkennen (Fig. 5 c, 6 c), was mit zu der Ansicht Anlaß gab, das Skelett sei innerhalb der Weichteile (mesodermal) gebildet, also kein Periderm.³⁴⁾ End-

lich zog bei allen Graptolithen (im engeren Sinne) in der Nemaröhre entlang ein dichter, chitinöser Achsenstab (Virgula), gewissermaßen das feste Rückgrat der Graptolithen bildend (Fig. 3 v und Fig. 6 b).

Die uns heute als Graptolithen entgegentretenden Tierchen haben ganz sicher keine selbständige Existenz besessen, sondern waren zu Kolonien vereinigt, die entweder an einer Haftscheibe festgewachsen waren (Dendrograpten oder Dendroidea), was der seltenere Fall war, oder sie bildeten die Anhängsel eines freischwimmenden, medusenartigen Körpers, wie es Fig. 2 deutlich zeigt. Von dem schwimmenden Körper sind allerdings in den seltensten Fällen Spuren erhalten geblieben. Ganz wahrscheinlich aber haben daneben auch eine Menge Graptolithen existiert, die mit ihren Achsenstäben an Seetangen oder treibendem Sargassum aufgehängt waren, und einige wenige, die infolge einer als Schwimmblase anzusprechenden Aufstülpung der Nemaröhre keinerlei fremde Hilfe brauchten (Fig. 8 bl).

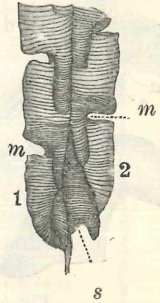


Fig. 4.

Climacograptus kuckersianus,
Holm.

Untere Ende $\frac{3}{1}$, s = Mündung der Sikula, 1 erste, 2 zweite Theka, m = deren Mündung.

Die ersteren, an einer Haftscheibe befestigten, scheiden für unsere Betrachtung der Graptolithen als beiseitestehend aus. Für die zweite Annahme war besonders die Gattung *Diplograptus* maßgebend, deren Gesamtorganisation besonders gut bekannt ist. Und endlich scheint die letzte Möglichkeit aus der Erwägung hervorzugehen, daß Graptolithen besonders reich und schön in dem typischen, tiefschwarzen Kieselschiefer erhalten sind, deren Reichtum an Kohlenstoff aber auf die zu Boden gesunkenen und dort verwesenen Seetangblätter zurückzuführen ist, deren Schicksal dann auch die Graptolithen teilen mußten. Möglicherweise hatten sie überhaupt noch mehr Ähnlichkeit mit dem Lebenslauf einer heutigen Meduse, als man ihnen gewöhnlich zuspricht. Nicht ausgeschlossen war es vielleicht, daß sich die geschlechtsreifen Tierchen, die in der Hauptsache aus der Sikula bestanden und in besonderen Kapseln sich bildeten (Fig. 9 g), aus ihren Zellen (Gonotheken)

lösten, medusenartig frei umherschwammen und erst die Embryonalformen sich wieder auf Tangen ansiedelten, um zur Kolonie sich auszubilden.

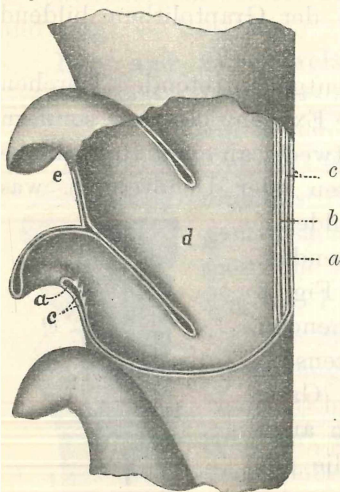


Fig. 5.

Monograptus priodon, Bronn, schematische Rekonstruktion, in der Mitte medianer Längsschnitt, stark vergrößert.

a=schwarze Wandschicht, *b*=Virgula in der Nemaröhre, *c*=Kalkspatinkrustation (? Weichteile), *d*=innere Zellmündung, *e*=äußere, nach unten gebogene Zellmündung.

all mit herumgetrieben wurden, in stillen Buchten oder ruhigen Meeresteilen sich ansammelten und nach dem Verwesen der tragenden Tange mit zu Boden sanken und auf dem kohlenstoffreichen Schlamme ausgebreitet und dann begraben wurden.³⁵⁾

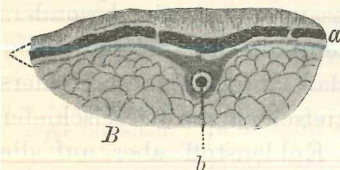


Fig. 6.

Querschnitt der Rhabdosomrückwand, $\frac{1}{5}$, ein wenig schematisiert.

a=schwarze Wandschicht, *b*=Virgula in der Nemaröhre, *B*=innere und äußere Kalkspatinkrustation.

Dendrograpten, die ein sessiles Dasein führten und vom oberen Kambrium bis zum Mitteldevon reichen, ist die Gattung Dictyonema Hall am bekanntesten. Sie weist schon differenzierte

Intimeres über ihr Leben und ihre Fortpflanzung entzieht sich leicht begreiflicher Weise unsern Blicken vollständig. Wir wissen nur noch, daß die Hydrotheken mancher Arten mit Stacheln besetzt waren, die als Steuer gedient haben können, wohl aber eher dazu vorhanden waren, um sich immerwährend frisches Wasser zuzustrudeln, aus dem sich die kleinen Polypen in den einzelnen Zellen ihre Nahrung, aus Mikroplankton bestehend, zogen. Als erwiesen darf auch gelten, daß nur der kleinste Teil dort gelebt hat, wo er gefunden wird, daß die Polypen vielmehr ein pseudoplanktonisches bez. planktonisches Dasein führten, durch die Meeresströmungen über-

Systematische Übersicht. Die Graptolithen im weiteren Sinne zerfallen in zwei Hauptordnungen, in die Dendroiden (Dendrograpten) und Graptolithen im engeren Sinne (Graptoloiden). Von den



Fig. 7.

Dichograptus pristis Hall

Sikula mit Haftscheibe.

Zellen auf, von denen die einen als Nährzellen (Hydrotheken), die andern als Wehrzellen mit Nesselkapseln (Nematotheken) und die übrigen als Geschlechtszellen (Gonotheken) funktionieren. Sie kommen für deutsches Silur nicht in Frage (Untersilur).

Die Graptolithen im engeren Sinne sind allein auf die silurischen Ablagerungen beschränkt geblieben und waren nur mit gleichgearteten Zellen ausgestattet, die entweder bloß Hydrotheken oder nur Nematotheken waren. Für ihre weitere Einteilung in die beiden Unterordnungen Axonolipa (Dichograptidi) und Axonophora (Axograptidi) war der Umstand maßgebend, ob sie im Besitze einer Virgula waren oder nicht. Die Axonolipen, ohne Achsenstab und mit einzeiligen, schräggestellten, dichtgedrängten Theken, sind auf das oberste Kambrium und unterste Silur beschränkt und zeigen meist dichotome, oft auch noch mehrfach gegabelte Rhabdosome, deren Zellen mit der Sikula gleichgerichtet sind (s. Fig. 10 D u. E). Die Axonophoren, mit Achsenstab und ein- oder zweizeiligen Hydrorhabden, ebenfalls distal geöffneter Sikula, aber proximal gerichteten Hydrotheken. Die Chitinmasse des Rhabdosoms ist meist kompakt, mitunter aber auch netzförmig durchbrochen, wie bei der Gattung Retiolites (Fig. 11 und 12). Die Rhabdosome wuchsen ähnlich wie ein Laubblatt an der Basis weiter, sind manchmal gebogen, aber nie verzweigt.³⁶⁾ Die Axonolipen kommen, da sie untersilurisch sind, ebenfalls für uns nicht in Betracht.

Die Axonophoren haben bei uns als die ersten und ältesten Fossile, die unsern paläontologischen Forschungen zugänglich sind, ein eingehendes Studium erfahren und sind in vier Familien untergebracht (Rastridae Fig. 10 C, Monograptidae Fig. 10 A u. B, Diplo-

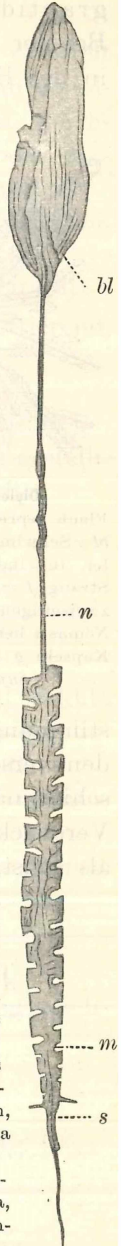


Fig. 8.

Climacograptus parvus, Hall.

Vollständiges
plattgedrücktes
Rhabdosom,
 $\frac{3}{1}$, s = Sikula
mit Virgula,
m = Zellmündung,
n = Nema-
blase, bl = Schwim-
blase.

graptidae Fig. 10 F und Retiograptidae Fig. 11 u. Fig. 12). Bei der detaillierten Gliederung in Gattungen und Arten ist in der Hauptsache die Form der Zellen maßgebend gewesen.

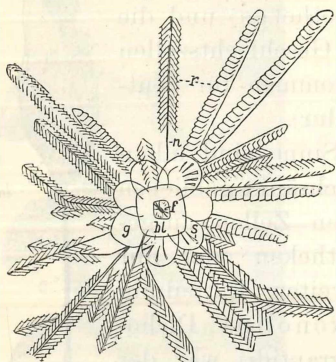


Fig. 9.

Diplograptus pristis, Hall.

Flach gepresste Kolonie von oben, $\frac{2}{3}$.
bl = Schwimmblase, darunter ein hohler, in einer Blase eingeschlossener Strang *f* = Funiculus, von dem die zweizeiligen Rhabdosome *r* an ihren Nemas *n* herabhängen, um ihn runde Kapseln *g* (Gonangien), in welchen *Siculae* (*s*) entstehen.

Oft werden auch doppelte Bezeichnungen geführt, die nicht nötig sind, sondern nur Unklarheit schaffen, z. B. Petalograptus für Diplograptus usw. Derselbe Übelstand tritt dann, aber noch viel verwirrender, bei den Artbestimmungen zutage, wo oft ein und derselbe Graptolith unter den verschiedensten Bezeichnungen figuriert, nur durch verschiedenartigen Erhaltungs- oder Alterszustand oder durch Verdrückung deformiert, in etwas anderer Aufmachung als sonst.

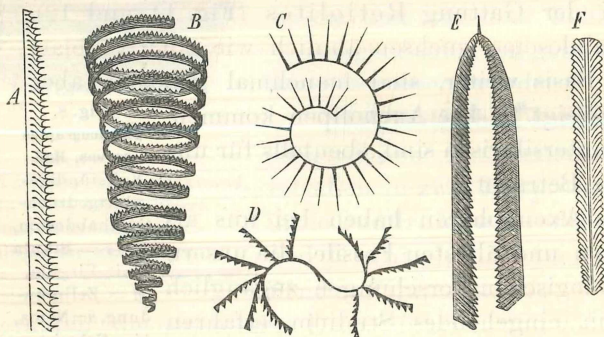


Fig. 10.

A *Monograptus colenus*, Barr. B *Mon. turriculatus*, Barr. C *Rastrites* Linnei, Barr. D *Coenograptus gracilis*, Hall. E *Didymograptus Murchisoni*, Beck. F *Diplograptus palmeus*, Barr.

Einteilung.*) Graptolithi:

Zierliche, ursprünglich hornige Rhabdosome, verästelt oder stabförmig, z. T. mit solidem Achsenstab. Embryonalzelle dütenförmig und daraus hervorsprossende, meist gleichartige röhren- oder becherförmige Zellen. Seßhaft oder flottierend. Marin, Oberkambrium-Mitteldevon, sehr häufig.³⁷⁾

A) Kolonien reich verästelt, festgeheftet, mit trimorphen Zellen, Achsenstab fehlt:

Dendroidea (Dendrograptidi).

B) Kolonien schwach verzweigt bez. garnicht, flottierend, mit monomorphen Zellen:

Graptoloidea.

a) Achsenstab fehlt, Hydrotheken und Sikula distal geöffnet, Hydrotheken einzeilig, schräg und dicht gestellt, Rhabdosom verästelt: **Axonolipa** (Dichograptidi):

1. Familie: **Coenograptus** (Fig. 10 D),
2. Familie: **Didymograptus** (Fig. 10 E),
3. Familie: **Dichograptus** (Fig. 7),
4. Familie: **Tetragraptus**,
5. Familie: **Phyllograptus**.

b) Achsenstab vorhanden, Hydrotheken proximal, Sikula distal gerichtet, Hydrotheken ein- oder zweizeilig, Rhabdosom ungeteilt: **Axonophora** (Axograptidi).

I. Rhabdosom aus einer geschlossenen Chitinmasse bestehend:

α) Nur freie, zylindrische, entfernt stehende Nematheken vorhanden:

1. Familie: **Rastritidae** mit
Gattung **Rastrites** (Fig. 10),

β) Nur sackförmige, fast immer seitlich angewachsene Hydrotheken vorhanden:

Hydrotheken einzeilig:

2. Familie: **Monograptidae** mit
Gattung **Monograptus** (Fig. 10),
„ **Pristiograptus**,
„ **Pomacograptus**,
„ **Dimorphograptus**.

*) In der Hauptsache nach Steinmann.

Hydrotheken fast immer zweizeilig:

3. Familie: **Diplograptidae** mit

Gattung *Diplograptus* (Fig. 10),

„ *Climacograptus* (Fig. 8).

II. Rhabdosom aus einem Maschenwerk von Chitinfasern bestehend:

4. Familie: **Retiograptidae** mit

Gattung *Retiolites* (Fig. 12),

„ *Stomatograptus* (Fig. 11),

„ *Gotograptus* (Fig. 11).

Vorkommen und geologische Verbreitung. Die Grap-

tolithen finden sich fast immer gesellig, meistens in tonigen, seltener in kalkigen (Gotland)

Ablagerungen des Silurs. Ab-

gesehen von den sessilen Grap-

tolithen (*Dendrograptus*), deren

geologische Verbreitung zwischen

dem oberen Kambrium und mitt-

leren Devon liegt, sind die vagilen

Graptolithen (*Graptolithen* im

engeren Sinne) nur auf das Silur

beschränkt, und zwar die Axono-

lipen auf das Untersilur (Schweden,

Gotland, England, Nordamerika)

und die Axonophoren auf das

Mittel- und Obersilur. Die ge-

sellige Art ihres Vorkommens,

das Vorhandensein von Schwimm-

organen bei manchen Formen

und noch manche andere Merk-

male deuten darauf hin, daß die

Mehrzahl derselben planktonisch

bez. pseudoplanktonisch lebte,

deren zarte Reste gewöhnlich

nur in den feinkörnigen, pelagi-

schen Absätzen der tieferen Meere

und stillen Buchten erhalten wurden. Diese An-

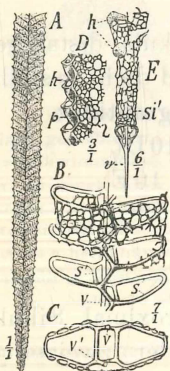


Fig. 11.

Retiograptidae.

A—C *Retiolites Geinitzi*, Barr. A ein fast vollst. Stück von der Antivirgularseite, B nach teilw. Entfernung des feinen Maschenwerkes, C Querbruch. D *Stomatograptus Törnquisti*, Tullberg, 4 Hydrotheken. E *Gotograptus nassa*, Holm, Sikularende.

h = Hydrotheken, *p* = dichte Basalplatte aus Chitin, *si* = sikula-ähnliche Anfangsröhre, *v* = Virgula, *v'* = zickzackförmig. Chitinstab (Antivirgula), *s* = stärkere Chitinfaser der Hydrotheken, *s'* = Querstäbe, *l* = Seitenlöcher des Chitingflechts.

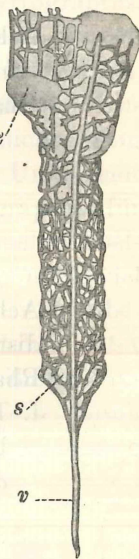


Fig. 12.

***Retiolites nassa*, Holm.**

Unterende des Rhabdosoms von der Virgularseite, vergr. Maschenwerk des Skelettes, die dünne Haut selbst nicht erhalten.

s = Mündung des Anfangskanals (? Sicula), *v* = Virgula, *z* = Unter- rand einer Zell- mündung.

nahme wird noch dadurch bestätigt, daß sich in dem kiesel-säurereichen, kohligen „Graptolithenschiefer“ gewöhnlich auch keine andern Reste außer Radiolarien und Kieselalgen finden. Sie haben das große Silurmeer anscheinend ganz gleich-mäßig belebt.

Stellung im System. Da die Graptolithen nur im fossilen Zustande dem Studium zugänglich sind, rezente Vertreter von ihnen nicht mehr existieren und sie zweifellos auch früher keine einheitliche Gruppe innerhalb des Tierreichs bildeten, sondern vielmehr Beziehungen zu verschiedenen jetzt leben-den Tierabteilungen zeigen, ist es kein Wunder, daß über die Stellung der Graptolithen im System lange Zeit hin und her gestritten und der ausgestorbene Tierstamm bald dieser, bald jener Ordnung zugewiesen wurde. (Anthozoen, Hydrozoen, Bryozoen, Scyphozoen usw.)

Der Name Graptolithus taucht in der ersten Ausgabe von Linnés „Systema naturae“ 1736 zum ersten Male auf. In der 12. Ausgabe des „Systema naturae, Holmiae 1768“ vereinigt Linné unter diesem Namen Dendriten, Ruinenmarmor, versteinerte Pflanzen, Würmer und wirkliche Graptolithen. Nachdem die letzteren von späteren Autoren bald zu den Fucoiden gestellt, bald den verschiedensten Klassen des Tierreichs zugeschrieben worden waren, wurde die Frage, ob Pflanze oder Tier, und welcher Abteilung des Tierreichs die Graptolithen zuzuzählen sind, erst von Joachim Barrande genügend beantwortet. Diesem gründlichen und verdienst-vollen Forscher im Reiche der Vorwelt war es vorbehalten, die Zellenmündungen der Graptolithenpolypen bei den meisten der von ihm in Böhmen gefundenen Arten zu entdecken.³⁸⁾ Auch die Frage nach der systematischen Stellung im Tierreiche ist heute nicht mehr diskutabel, nachdem man sie endgültig den Hydroidpolypen untergeordnet hat, wo sie anhangsweise als Unterstamm von den Campanulariaceen rangieren.

Die festgehefteten Dendrograpten besitzen eine bemerkens-werte Ähnlichkeit mit den Plumulariden, mit denen sie ein gleiches Wachstum und den Besitz paariger Nematotheken neben Hydrotheken gemeinsam haben. Von den Axonolipen und Axonophoren wissen wir heute noch nicht, ob sich in

ihren Hydrotheken schon ausgebildete Einzelpolypen befanden. Sie könnten daher z. T. sehr wohl mit den heutigen Quallen (Rippenquallen) in Beziehung gesetzt werden, wenn man annimmt, daß die Chitinhüllen verschwunden sind und sich in den Hydrotheken statt Polypen Flimmerplatten gebildet haben. Andererseits könnten sich ja auch die ursprünglich freischwimmenden Kolonien im Laufe der Zeit festgesetzt und zu Campanularien ausgebildet haben, wobei die Sikula zur Wurzel, der Achsenstab aufgegeben wurde, dafür aber eine Arbeitsteilung der Zellen in Nähr-, Wehr- und Geschlechtszellen eintrat. Unter dieser Voraussetzung würden die Rastritiden mit den Perisiphoniden zu vergleichen sein, während die Diplograptiden und Retiograptiden mit zweizeiliger Anordnung der Zellen den ähnlich gebauten Sertulariden entsprechen würden. Die Monograptiden endlich weisen im Skelettaufbau eine überraschende Ähnlichkeit mit einer rezenten, kriechenden Tierkolonie von bryozoenartigem Habitus auf, mit *Rhabdopleura* (mit Achsenrohr und -stab), für die man eine besondere Abteilung, *Pterobranchia*, errichtet hat.³⁹⁾

Stammesgeschichtliches. Was den Einblick in die Stammesgeschichte der Graptolithen betrifft, so kann nach den dargelegten Verhältnissen nicht viel Positives dabei herauspringen. Der Formenreichtum bereits im tiefen Silur ist dazu nicht mehr geeignet, und im obersten Kambrium treten sie ganz unvermittelt auf. Dazu fehlt uns, wie eben ausgeführt, der Anschluß dieser schon frühzeitig ausgestorbenen Gruppe an rezente Tierordnungen vollständig und last not least ist die Stellung der einzelnen Genera zu einander selbst, wie bereits erwähnt, noch garnicht vollständig geklärt. Wir wissen nur, daß die Dendrograptiden die geologisch langlebigsten waren (oberes Kambrium bis mittleres Devon), daß der Höhepunkt der Entwicklung der Graptolithen im Unter- bez. Mittelsilur lag und die eigentlichen Graptolithen bereits im Obersilur ihre Phylogenese abgeschlossen haben. Eine phylogenetische Verknüpfung ihrer drei Unterordnungen überhaupt ist nicht angängig; fest steht nur, daß die Axonolipen zeitlich den Axonophoren vorangingen, während die Dendroiden beide geologisch zu begleiten⁴⁰⁾ scheinen. Hier ist höchstens der Schluß erlaubt, daß letztere doch vielleicht

sich den wechselnden Verhältnissen der silurischen Ära besser anzupassen vermochten als ihre etwas mehr konservativen Stammesgenossen. Daß sich im bescheidenen Maße auch die Graptoloiden zu Anpassungen bequemen, davon legen die vielen Varianten von bestimmten Stammformen beredtes Zeugnis ab. Sonst stabile Formen lösen sich da plötzlich in eine ganze Reihe von Varianten auf, bevor sie ganz von der Bildfläche verschwinden. Ein ganz ähnlicher Vorgang übrigens, wie er auch an *Productus horridus* und *Strophalosia* im Geraer Zechstein durch Eisel nachgewiesen werden konnte.

Die einfachen Formen des Mittel- und Obersilurs scheinen denen des unteren Silurs mit reich verästelten Rhabdosomen gegenüber einen Fortschritt zu bedeuten, indem nach dem Prinzip der Sparsamkeit die Zellenzahl nicht abnimmt, sondern nur dichter zusammenrückt. Schließlich weisen noch geologisch jüngere Graptolithen mitunter schon ziemlich komplizierte Zellen auf — z. B. mit Mündungstachel —, was insofern als Anpassung zu deuten wäre, als sie vielleicht dazu dienten, sich durch Zustrudeln des Wassers eine bessere und reichlichere Nahrung zu verschaffen. Möglich wäre es allerdings auch, daß trotz alledem die Dendrograpten allein das Richtige trafen, indem sie schon von allem Anfang (oberes Kambrium) an zu einer Differenzierung der Zellen verschritten und sich vielleicht nur durch diese „glückliche Idee“ bis zum mittleren Devon durchfristen konnten. — Mehr als dies läßt sich über die Phylogenesis dieser silurischen Meeresbewohner kaum sagen, ohne das Gebiet vager Hypothese zu betreten.

Andere organische Reste. Was an organischen Resten sonst in den silurischen Schichten am Südrande des Beckens gefunden worden ist, ist herzlich wenig und kaum erwähnenswert. Abgesehen von einigen kleinen Funden, die Verfasser machte, und den Graptolithen, ist bisher darin nichts zu entdecken gewesen. Bei dem einen fraglichen Stücke (Zone 15 Cainsdorf) fand sich auf der gleichen Schichtfläche in Gemeinschaft mit *Monograptus galaensis*, Lapw. eine kleine *Rhynchonella* (*R. cuneata*). Von zwei weiteren Stücken (Zone 12b Cainsdorf) scheint das eine die Ansatzstelle eines *Cyathocrinus* darzustellen, während das andere einen horizontal gerichteten,

mit eisenschüssigem Zement erfüllten, gekrümmten Gang zeigt, der vielleicht als Wurmröhre (*Scolythus*) anzusprechen ist. — Die anderswo im silurischen Kieselschiefer — auch im deutschen — mitunter in Menge gefundenen zierlichen Kiefer von gewissen Raubanneliden, Conodonten*) genannt, konnten in dem in Frage stehenden Gebiete noch nicht nachgewiesen werden. Wohl aber zeigen auch seine Kieselschiefer im mikroskopischen Dünnschliffe die kreisrunden bez. ovalen Querschnitte von Radiolarien und Bryozoen.

Volkswirtschaftliches. Der silurische Schiefer, besonders der Kieselschiefer, bildet infolge seiner Härte ein ausgezeichnetes Beschotterungsmaterial und wird überall da, wo er ansteht und nicht allzuviel Abraum hat, ohne viel Mühe — infolge seiner gestörten Verhältnisse! — zu diesem Zwecke gebrochen. Allerdings machen ihm auf diesem Gebiete in manchen Gegenden die Pyroxenporphyre der Wurzener Gegend den Markt bereits streitig, sodaß viele, früher sehr ergiebige Brüche zum großen Leidwesen von Sammlern und Forschern auflässig werden und die Graptolithen darin ihren äonenlangen Schlaf ungestört und „unbenannt“ fortsetzen. Für die Dachbedeckung kommen sie ihrer vielfachen und unregelmäßigen Schieferung wegen nicht in Frage, wohl aber sind die Alaunschiefer des Silurs früher in großem Umfange abgebaut und hüttenmäßig aufbereitet worden (s. S. 29).

Auch der Landwirtschaft ist der silurische Schiefer nicht sonderlich hold. Er hält der Verwitterung äußerst lange stand und gibt auch dann noch einen ziemlich harten, sterilen Boden, der einer erfolgreichen Feld- oder Wiesenkultur nicht genügt, weshalb er auch meistens nur mit Gestrüpp und niedrigem Baumholz bestanden ist. Die weichen Ton- und Alaunschiefer hingegen bleichen ziemlich schnell aus, werden zugleich weicher, zerfallen und lösen sich schließlich in eine weißgraue, mager anzufühlende Masse auf und geben einen leidlich tiefgründigen und lehmigen Boden.

*) Conodonten sind die Abdrücke von gezähnten, chitinösen Kieferplatten von freilebenden Raubanneliden (Ringelwürmer) aus dem marinen Silur, Devon und Kambrium, die oft gesellig beieinanderliegen und früher als Fischzähnchen gedeutet wurden.

Untersuchte Lokalitäten. Auf eine genauere Beschreibung der Lokalitäten, die vom Verfasser auf Graptolithen hin ausgebeutet wurden, kann an dieser Stelle füglich verzichtet werden. Die allgemeine Angabe ist so gehalten, daß sie auf den beiden in Frage kommenden geologischen Sektionskarten — Sektion Planitz-Ebersbrunn Nr. 124 und Sektion Kirchberg-Wildenfels Nr. 125 — sofort zu finden und nach einer Orientierung auf diesen auch in der Natur leicht aufzusuchen sind. Wie schon bemerkt, soll die anschließende Aufstellung zunächst nur festhalten, was die Aufschlüsse bisher lieferten. Wenn trotzdem dabei bereits die Zonenzahl steht, beruft sich Verfasser auf R. Eisel, der so freundlich und bereitwillig war, die ausgebeuteten Sachen zu sichten und dem Verfasser beim Bestimmen der Graptolithen jederzeit behilflich zu sein. Auf Grund der darin mit enthaltenen Leitfossile für Ostthüringen war es dann nicht schwer, jedem Stücke sofort auch das Zonensignum zu geben. Nachzuweisen für die Zukunft bleibt natürlich durch fortgesetztes Sammeln und Bestimmen, daß diese Vorannahme auch für das in Frage stehende silurische Gebiet zulässig war, und daß sich kein Stück der gleichen Lokalität, was Zonenzugehörigkeit anbelangt, mit einem solchen früheren Datums in Widerspruch gesetzt hat. Die andere Aufgabe wäre der Nachweis der bis jetzt noch nicht aufgeschlossenen Zonen durch ebenfalls reichliches Material.

Die in der Tabelle aufgeführten Belegstücke befinden sich alle im Besitze des Verfassers. Die mit * bezeichneten Arten sind an den betreffenden Stellen schon früher gefunden und in den Erläuterungsheften zu den betreffenden geologischen Karten bereits erwähnt. Die fettgedruckten Arten und Zahlen bedeuten die Leitgraptolithen für die betreffenden Zonen. Die Bezeichnung Var. = Variation und VV. = Verdrückungsvariante. Von den vielen z. Z. noch unter den Stammformen rangierenden Arten dürfte in Zukunft vermutlich noch manche eines dieser Vorzeichen erhalten. —

Monograptus

	Schönan, Friedhof	Wildenfels, Grünau	Wilkau, Braueri	Marienbütte, Hang	Obercaisdorf, Floß	Oberplanitz, Wutzler	Stenn, Günzel	Stenn, alter Bruch
Becki Barrande							14	
bohemicus Barrande				20				*
colonus Barrande		*		20 *		*		
communis Lapworth			12b					*
concinus Lapworth					12b	12b 15		
continens Törnquist					15	15		
convolutus Hisinger								*
crenulatus Törnquist			12b			15		
cyphus Lapworth					12b			
denticulatus Törnquist	13				12b	12b		
dubius Suess				*19		15		
" " , Var. chimaera Barrande				19				
galaensis Lapworth			12b		12b 14	14 15		15
gemmatus Barrande					15	15		
Halli Barrande				*				
intermedius Carruther					15	15		
leptotheca Carruther					12b	12b		
lobiferus M'Coy	13		12b		12b	12b		
" " , Var. Clingani Carr.			12b		12b	12b		
" " , V. V. millipeda M'Coy					12b	12b		
" " , V. V. millipeda Lap-								
worth					12b	12b		
Linnaei Barrande						*		
nodifer Törnquist					15	15		
nudus Lapworth			12b		15	15		
nuntius Barrande					12b	12b		
priondon Bronn		*	12b		15	*15		*
" " , V. V. pandus Lapworth					15	15		
" " , V. V. reductus Eisel					15	15		
" " , Var. rimatus Perner					15	15		
proteus Barrande					15	15		
" " , Var. planus Barrande					15	15		
" " , Var. armatus Suess			12b		15	15		
regularis Törnquist	13							
runcinatus Lapworth						15		
sagittarius Geinitz				*				
Sandersoni Lapworth					12b			
Sedgwicki Portlock	13		12b		12b-15	10 12b 13 15		

Monograptus	Schönan, Friedhof	Wildenfels, Grünau	Wilkan, Braueri	Marienhütte, Hang	Obercainsdorf, Floß	Oberplanitz, Wutzler	Stenn, Günnel	Stenn, alter Bruch
Sedgwicki Portlock, Var. vogtlandicus	13	*			14	14		*
Eisel (selten)					15	15		
spiralis Geinitz					12a			
triangulatus Harkness					15	15		
turriculatus Barrande					15	15		
veles Richter					16-19	10 15-19		* 14
vomerinus Nicholson								
" " , V. V. Linnarsoni								
Tullberg					16			
Diplograptus								
binodosus Eisel	13		12b		12a 12b			
birastrites Richter					12b			
bellulus Törnquist					12b			
folium Hisinger, Var. ovatoelongatus								
Kurck					12a			
Hughesi Nicholson						12b		
juncus Eisel					12b			
internexus Törnquist						12b		
longissimus Kurck					12a 12b	12b		
" , Var. magnus Lapworth					12b			
modestus Lapworth					12b 12a			
mutabilis Elles und Wood					12a			
palmeus Barrande					12b	15		
" " , V. V. palmeus latus								
" " , V. V. tenuis Barrande								
" " , Var. parallelecostatus Suess		15						
spec.	12b	12b						
thuringiacus Eisel	12b	12a 12b						
vesiculosus Nicholson		12b						
Rastrites								
hybridus Lapworth	12b		12b		12b			*
Linnaei Barrande						14		
peregrinus Barrande					12b	12b		
spina Richter						14		

Climacograptus	Schönaufriedhof	Wildenfels, Grünau	Wilken, Brauerei	Marienhütte, Hang	Obercainsdorf, Floß	Oberplanitz, Wutzler	Stenn, Günnel	Stenn, alter Bruch
Retiolites								
Geinitzianus Barrande				19	15	*		
macilentus Törnquist					12 ^b			
praecursor Eisel			12 ^b		14 15	14 15		
rete Richter						15		
Climacograptus								
citocrescens Eisel					12 ^b			
rectangularis M'Coy					12 ^a 12 ^b			
scalaris Hisinger	13				12 ^a 12 ^b	12 ^b		
undulatus Kurck					12 ^b			
Dimorphograptus								
Lapworthi Eisel					12 ^b			
Cyrtograptus								
Grayi Lapworth						15		

Fundorte der weiteren Umgebung.*)

Altmannsgrün bei Ölsnitz, Steinböhlbruch, (Zone 12—14) viel, wenn Anbruch. (Weise, Eisel.)

Kürbitz bei Plauen, Brüche, (14—15) sehr ergiebig, wenn Anbruch. (Weise, Eisel.)

Burkhardtsgrün zw. Ölsnitz und Hof, (12^a, 12^b) ergiebig bei Anbruch. (Weise, Eisel.)

Kloschwitz bei Plauen, (19) wenig. (Weise, Eisel.)

Ölsnitz, Engelsbühl, Ratsbruch, (11—14) viel, wenn Anbruch.

Plauen, Gumpenberg, Wald, (20) übermoost.

Reichenbach i. V., Mühlwand, (15) Alaunwerkshalden, wenig; auch (12^b), Geraer Gymn. Sammlg.

*) Die Liste dieser Fundorte nebst Zonenangabe wurde dem Verfasser von Herrn R. Eisel in Gera freundlichst zur Verfügung gestellt.

- Netzschkau, Schießhaus, (17) sehr wenig.
Oberreichenbach i. V., (19--20) sehr wenig und verschüttet.
Obermylau, Germaniarestaurant, (16) wenig.
Pausa, westliche Vorstadt, (12^b) nur bei Anbruch.
Thierbach bei Pausa, (12^a, 12^b) sehr arm. (Geinitz.)
Linda bei Pausa, (16) verschüttet. (Geinitz.)
Steinbach bei Wilsdruff (15, 16).
Hartmannsgrün bei Ölsnitz, (12, 13) bei Neubruch.
Thiergarten bei Plauen, (12, 13) aufgehoben. (Geinitz.)
Oberweischlitz bei Plauen, (12, 13) Geröll. (Weise.)
Reinsdorf bei Plauen, (15, 16) verschüttet.
Plauen, Hang am untern Bahnhof, (19, 20) verschüttet. (Weise.)
Limbach, zwischen Wilsdruff u. Meißen, (16) Ausb. im Dresdner Museum.
Steinach, zwischen Wilsdruff und Meißen, (15, 16) Ausb. im Dresdner Museum.
Obermylau. dicht am Bahnhaus, (17) Geraer Gymn.-Sammlg.
Langenstriegis b. Frankenberg, (12^b, 14) Dresdner Museum.
Schönau bei Wildenfels, (13, 14, 15) Leipziger Univers.-Sammlg.
Ebersbrunn, an der Straße nach Schönfels, (15) Leipziger Universitäts-Sammlung.
Stenn bei Zwickau, alte Halden, (14) Leipz. Univers.-Sammlg.
Cainsdorf, Marienhütte, (19, 20) gänzlich verschüttet, Leipziger Universitäts-Sammlung.
Obercainsdorf, auflässig, (10--15, 17) Dresdner Museum.

Am Schlusse seiner Ausführungen angelangt, hat der Verfasser noch die angenehme Pflicht, dankbar derer zu gedenken, die ihm beim Zustandekommen vorliegender Arbeit mit behilflich waren. In erster Linie und mit besonders dankerfühltem Herzen nennt er Herrn Robert Eisel in Gera, der es nicht nur verstand, den Bearbeiter des Vorliegenden zum Graptolithenstudium anzuregen, sondern auch jederzeit und gern bereit war, ihm helfend unter die Arme zu greifen, sei es beim Bestimmen der Graptolithen oder beim Aufsuchen von Fundstätten im Geraer Gebiete oder auf dem Gebiete der Belehrung und Unterweisung. Dank zollt der Verfasser auch der Direktion der Bergschule in Zwickau, die ihm stets und

in der zuvorkommendsten Weise mit der nötigen Literatur und mit geologischen Karten aushalf, sowie endlich den drei Verlagen von B. G. Teubner, W. Engelmann und Quelle & Meyer in Leipzig, die ihm zur Illustrierung dieser Arbeit Galvanos aus Werken abließen, die bei ihnen erschienen, in folge ihres hohen Preises aber nicht jedem ohne weiteres zugänglich sind.

Quellennachweis.

- Fig. 1 stammt aus: Zeitschrift für Naturwissenschaften, Halle a. S., 1909.
 „ 2 „ „ : E. Haase, „Die Erdrinde“, Leipzig, Quelle & Meyer, 1909.
 „ 3—9 u. 12 „ : Str. v. Reichenbach, „Lehrbuch der Paläozoologie“, Leipzig, 1909. (Teubner.)*
 „ 10 und 11 „ : G. Steinmann, „Einführung in die Paläontologie“, Leipzig 1907. (Engelmann.)

An Literatur wurde benutzt:

- ¹⁾ Credner, Elemente der Geologie, 7. Aufl. 1891, S. 401. — ²⁾ Ebenda. — ³⁾ Walther: Lehrbuch der Geologie von Deutschland, 1910, S. 51. — ⁴⁾ Ebenda, S. 52. — ⁵⁾ Credner, s. o., S. 413. — ⁶⁾ Pietzsch: Die geologischen Verhältnisse der Oberlausitz, S. 51. — ⁷⁾ Credner, S. 402. — ⁸⁾ Reinisch: Entstehung und Bau der deutschen Mittelgebirge, S. 2. — ⁹⁾ Credner, S. 403. — ¹⁰⁾ Walther, s. o., S. 50. — ¹¹⁾ Ebenda, S. 51. — ¹²⁾ Ebenda, S. 52. — ¹³⁾ Umschau 1910, Heft 33. — ¹⁴⁾ Törnquist: „Unders. öfv. Siljan somradets Graptoliter. 1890—92. — ¹⁵⁾ Eisel: Über die Zonenfolge ostthüringischer Graptolithenschiefer, S. 3. — ¹⁶⁾ Dalmer: Erläuterungen zur geologischen Spezialkarte des Königreichs Sachsen, Sektion Kirchberg-Wildenfels, Nr. 125 S. 5. — ¹⁷⁾ Derselbe, Sektion Planitz-Ebersbrunn, Nr. 124 S. 3. — ¹⁸⁾ Sektion 124 S. 14. — ¹⁹⁾ Sektion 124, 10. — ²⁰⁾ Sektion 124, 11. — ²¹⁾ Dasselbe. — ²²⁾ Sektion 125, 33. — ²³⁾ Sektion 125, 34. — ²⁴⁾ Sektion 124, 13. — ²⁵⁾ Walther, s. o., S. 52. — ²⁶⁾ Sektion 124, 17. — ²⁷⁾ Walther, S. 51. — ²⁸⁾ Sektion 125, 34. — ²⁹⁾ Pelz, Geologie des Königreichs Sachsen, S. 25. — ³⁰⁾ Sektion 124, 15. — ³¹⁾ Geinitz: Die Grauwackenformation in Sachsen und den angrenzenden Länderabteilungen, 1853. — ³²⁾ Pelz, s. o., S. 23. — ³³⁾ Walther, S. 52. — ³⁴⁾ Str. v. Reichenbach: Lehrbuch d. Paläozoologie, S. 73. — ³⁵⁾ Walther, S. 52. — ³⁶⁾ Str. v. Reichenbach, S. 76. — ³⁷⁾ Ebenda, S. 104. — ³⁸⁾ Geinitz, s. o., S. 5. — ³⁹⁾ G. Steinmann: Einführung in die Paläontologie, S. 161. — ⁴⁰⁾ Str. v. Reichenbach, S. 99.

*) Auf dieses prächtige Werk Str. von Reichenbachs sei noch an dieser Stelle besonders aufmerksam gemacht. Paläontologen und Sammler finden darin bei strengster Wahrung wissenschaftlicher Objektivität so ziemlich alles, was man von den versteinerten Zeugen vergangener Urweltstage zu wissen wünscht und in andern Büchern gewöhnlich nicht findet.

Anhang.

Moderne Literatur über Graptolithen.

(Aus: Stromer von Reichenbach, *Lehrbuch der Paläozoologie*, S. 195.)

- Elles, Wood and Lapworth: A monograph of british Graptolites. Palaeontogr. Soc. London 1901—1904, 1906, 1908 etc.
- Holm, G.: Gotlands Graptoliter. K. Svenska Vet. Akad. Handl., Bd. 16, Stockholm 1890.
- Holm, G.: On Didymograptus, Tetragraptus and Phyllograptus. Geol. Magaz., Bd. 2, London 1895.
- Perner, J.: Études sur les Graptolites de la Bohême. In Barrande: Système silurien du centre de la Bohême, Prag 1894, 1895, 1897, 1899.
- Ruedemann, R.: Development and mode of growth of Diplograptus M'Coy. 14. annual Report of the State Geologist for 1894, Albany N.Y. 1895.
- Ruedemann, R.: Graptoliter of New York. Memoir of the New York State Mus. Nr. 7 u. 11, Albany 1904 und 1908.
- Schepotieff, A.: Über die Stellung der Graptolithen im zoologischen System. N. Jahrb. f. Min. 1895 II, Stuttgart 1905.
- Wiman, C.: Über Dictyonema cavernosum n. sp. Bull. geol. Instit. Univ., Upsala 1897.
- Wiman, C.: Über die Graptolithen. Ibidem, Upsala 1895.
-