© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Abhandlungen
der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften
Mathematisch-physikalische Klasse
XXVIII. Band, 1. Abhandlung

Über die systematische Deutung und die stratigraphische Stellung der ältesten Versteinerungen Europas und Nordamerikas mit besonderer Berücksichtigung der Cryptozoen und Oolithe.

I. Teil:
Die Fauna der Beltformation bei Helena in Montana

von

August Rothpletz.

Mit 3 Tafeln.

Vorgelegt am 5. Juni 1915.

München 1915
Verlag der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften
in Kommission des G. Franzschen Verlags (J. Roth)

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Einleitung.

In dieser Arbeit beabsichtige ich, die Versteinerungen zu besprechen, welche bisher in Europa und Nordamerika aufgefunden worden sind und denen man ein präcambrisches Alter zugeschrieben hat. Es handelt sich dabei meist nur um vereinzelte Funde und zum Teil sind diese von zu mangelhafter Erhaltung, um eine sichere Bestimmung zuzulassen. Von manchen, wie z. B. dem Eozoon, nimmt man heute an, daß sie nicht organischen Ursprungs sind, bei anderen, wie z. B. der Chuaria, bestehen darüber berechtigte Zweifel. Über die Oolithe sind die Meinungen geteilt; ich will sie deshalb in einem späteren Teil besonders behandeln, um durch Vergleiche mit rezenten Oolithen ihre Zugehörigkeit zu den Versteinerungen zu beweisen. Die Cryptozoen werden jetzt zwar allgemein zu den Versteinerungen gestellt. Aber Unsicherheit besteht, ob sie pflanzlichen oder tierischen Ursprungs sind. Es ist darum notwendig, auch ihnen einen besonderen Abschnitt zu widmen. Eine wirkliche Fauna ist mir nur aus den oberen Schichten der Beltformation bekannt, die ich 1913 bei Helena gefunden habe. Da wir es hier mit unzweifelhaften Versteinerungen zu tun haben, die eine generische und spezifische Bestimmung zulassen, so will ich mit ihnen beginnen, wenn schon es sich dabei herausstellen wird, daß diese Fauna nicht präcambrisch sondern altcambrisch ist.

Vorbemerkung zum I. Teil.

Der Internationale Geologenkongreß in Toronto gab mir im Sommer 1913 eine gute Veranlassung, wieder einmal auf die Jagd nach präcambrischen Versteinerungen zu gehen. Schon früher, anläßlich des internationalen Kongresses in Mexiko (1906) habe ich das Eozon aufgesucht. Dieses Mal wollte ich die präcambrische Belt- und Chuarformation auf ihre Versteinerungsführung prüfen. Nachdem ich noch vorher den seltsamen, von Lawson entdeckten Atikokinen am Steeprock lake einen dreitägigen Besuch abgestattet und die großartige Fundstelle mittelcambrischer Versteinerungen am Burgeß Paß unter

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

der freundlichen Führung Walcotts kennen gelernt hatte, fuhr ich nach der Stadt Helena im Staate Montana. Hier gelang es mir während eines viertägigen Aufenthalts in den Schichten der Beltformation eine kleine versteinerte Fauna aufzufinden, über die ich im folgenden berichten will. Weiter ging meine Absicht dahin, die Chuarformation auf der rechten Seite des Coloradoflusses im Staate Arizona zu besuchen, wo Walcott 1883 neben weniger sicheren Versteinerungen Cryptozoen gefunden hat. Es ist nicht leicht, in diese einsamen wasserlosen und gänzlich unbewohnten Seitentäler des Coloradoflusses einzudringen. Mein Plan war, von Provo im Staate Utah auf der Sackbahn über Richfield nach Marysvale zu fahren, von wo eine Art von fahrbarer Straße nach Kanab, dem Sitze eines höheren Forstbeamten, führt. Dort konnte ich hoffen, auf die Dauer von mehreren Wochen eine Expedition auszurüsten, da die Mormonen, welche diese Gegend bewohnen, hierzu sich sehr gut eignen. Aber die Frage war, ob es möglich sein werde, mit Saumtieren über die hohen und steilen Felswände des Hochplateaus in die tiefen Seitenschluchten des Coloradoflußtales herunterzusteigen, in denen die Chuarformation aufgeschlossen ist. Auf Abraten hin gab ich leider diesen Plan zu Gunsten eines anderen auf, der sich aber erst recht als untauglich erwies. Es sollte möglich sein, von dem Grand-view-Hotel aus von der Süd- auf die Nordseite des Coloradoflusses mit Boot überzusetzen, von wo ich dann allerdings leicht und rasch an mein Ziel gelangt wäre. Als ich aber dahin kam, stellte sich heraus, daß es gar kein Boot mehr gab und daß das früher vorhandene nicht ungefährlich und für Saumtiere ganz unmöglich war. In der Jahreszeit war es inzwischen zu spät geworden, um auf langer Bahnfahrt wieder nach Provo zurückzukehren und so mußte ich mich darauf beschränken, die Unkarschichten, welche die Chuarschichten unterlagern sollen, auf der Südseite des Grand-Canyon zu untersuchen, in denen ich jedoch ebensowenig, wie die früheren Besucher, Versteinerungen finden konnte. Ich teile die Ursachen dieses Mißerfolges hier mit, um etwaige spätere Unternehmungen dieser Art vor Enttäuschungen zu schützen. Weiter unterhalb vom Bahnhof-Hotel aus besteht zwar seit kurzem eine Überfahrtsgelegenheit nach dem Brightangle-creek mittels einer Drahtseilfähre, aber nur für Personen. Die Saumtiere müßten immer für eine solche Expedition von Norden herbeigeschafft werden.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

I. Art und Lagerung der Gesteine der Beltformation bei Helena.

Die Namen Beltschichten und Beltformation beziehen sich auf das im Nordosten der Stadt Helena gelegene Belt-Gebirge, die Belt Mountains. Peale [1]) hat diese Bezeichnung 1893 eingeführt für versteinerungslose Schichten, die in jener Gegend über archäischen und unter mittelcambrischen Schichten lagern. Er hat sie infolgedessen ins Algonkian gestellt, bemerkte jedoch dazu, daß sie auch untercambrisch sein könnten. Eine deutliche Diskordanz zwischen ihnen und den auflagernden cambrischen Schichten hat er nicht beobachtet; doch nimmt er die Existenz einer solchen an als Folge der fortgesetzten Senkung des archäischen Festlandes und weil ein deutlicher petrographischer Unterschied zwischen den Beltschichten und den Flathead-Schichten, mit welchen das Cambrium beginnt, bestehe. Letztere seien nur ganz wenig, erstere aber sehr stark metamorphosiert, so daß sie den sie unterlagernden kristallinischen Schiefern ähnlich sind. Es beziehen sich diese Angaben jedoch nur auf das Gebiet bei Gallatin, 90 km südsüdöstlich von Helena.

Für die Umgebung von Helena existiert zwar eine geologische Karte, die von Weed [2]) in den Jahren 1896—1904 aufgenommen wurde und 1912 im Druck erschienen ist, aber sie war mir leider zur Zeit meines Aufenthaltes in Helena unbekannt. Im Text wird auf die Umgebung von Helena kein Bezug genommen und auf der Karte, die den Maßstab 1 : 250 000 hat, sind die Grenzen zwischen Devon, Cambrium und Beltschichten der Umgebung von Helena den Verhältnissen, wie ich sie fand, ziemlich wenn auch nicht ganz entsprechend eingetragen. Walcott hatte 1898 die Beltschichten in Montana genauer untersucht und darüber 1899 berichtet. [3]) Er fand im Gegensatz zu Peale eine weitgehende Diskordanz zwischen mittlerem Cambrium und den Beltschichten, gliederte letztere in 8 altersverschiedene Horizonte und entdeckte in einem derselben, den Greyson-shales, Versteinerungen. Die Gliederung ist folgende:

---

[1]) A. C. Peale. The Paleozoic section in the Vicinity of Three forks, Montana. Bull. U. St. Geol. Surv. Nr. 110, 1893.

[2]) W. H. Weed. Geology and Ore Deposits of the Butte District. Montana. Profess. paper 74. U. St. Geol. Surv. Washington 1912.

[3]) Ch. D. Walcott. Precambrian fossilif. formations. Bull. Geol. Soc. of America. Vol. 10 1899.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Marsh shales	300	Fuß
Helena limestone	2,400	„
Empire shales	600	„
Spokane shales	1,500	„
Greyson shales	3,000	„
Newland limestone	2,000	„
Chamberlain shales	1,500	„
Neihart quartzite and sandstone . .	700	„
	12,000	Fuß

Von diesen acht Gliedern kommen nach Walcott nur die vier obersten bei Helena vor, wenigstens geht dies aus dem Profile hervor, das er (l. c. S. 211 Fig. 2) von den Belt Mountains im Osten über die Spokane Hills bis Helena im Westen gezogen hat. Da dieses Profil neben Weeds Karte zur Zeit das einzige Hilfsmittel ist, um sich von dem Schichtaufbau bei Helena eine Vorstellung zu machen, so will ich es hier eingehend besprechen. Der Längenmaßstab ist: 1 : 390.000, der der Höhe 1 : 83.000. Das Profil ist also ungefähr fünfmal überhöht gezeichnet, läuft in ostwestlicher Richtung bis zu den Bergen, an deren Ostfuß die Stadt Helena liegt. Obwohl eine genauere Angabe darüber fehlt, so ergibt sich an Ort und Stelle doch mit Sicherheit, daß die Profillinie bei Helena nach Südwesten umbiegen muß, da sie bei rein westlicher Richtung ins Streichen der Schichten gekommen wäre. Sie trifft entweder die Stadt ganz nahe ihrer Süd-Ostgrenze, oder verläuft, was wahrscheinlicher ist, außerhalb der Stadt, unweit des Kapitols. Alle Schichten haben eine Neigung von 30° und sind ganz gleichförmig gelagert. Unter den jugendlichen Seeablagerungen, welche die weite Ebene zwischen Helena und den Spokane-Hügeln bedecken, tauchen zunächst die Spokane-, dann die Empireschiefer auf und darüber liegen die Helena-Kalksteine, mit denen hier die Beltformation nach oben ihren Abschluß findet. Die Marsh-Schiefer fehlen. Den Helenakalksteinen ist auf dem Profile eine Mächtigkeit von rund 700 m gegeben. Das konkordant aufgelagerte Cambrium ist mit zwei verschiedenen Signaturen eingezeichnet. Die untere ist eine breite schwarze Linie, die jedenfalls die Flathead-Quarzite bezeichnen soll. Dem Cambrium ist eine Gesamtmächtigkeit von 600 m, dem Devon von nur 200, dem Carbon von über 800 m gegeben. Damit endet das Profil und zwar ziemlich genau da, wo jene große granitische Masse beginnt, welche alle diese Schichten abschneidet und von der eine sehr deutliche Umwandlung der Sedimentgesteine ausgegangen ist. Über die petrographische Entwicklung und die Versteinerungs-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

führung derjenigen Schichten, welche jünger als die Flathead-Quarzite sind, macht Walcott keine Angaben und man kann nur im allgemeinen aus der sehr kurz gehaltenen Beschreibung, welche Weed (l. c. 1912) von der ganzen Gegend rings um Butte gegeben hat, entnehmen, daß das Karbon aus massiven weißen Kalksteinen, das Devon zu oberst aus den kalkigen Threeforks-Schiefern und zu unterst aus den schwarzen Jefferson-Kalksteinen besteht. Darunter folgen dann nach Weed unmittelbar die Schiefer- und Kalksteine des Cambrium mit ihren basalen Quarziten, welche auf den Schiefern und den diesen eingelagerten Sandsteinen der Beltformation ruhen. Walcott hat jedoch von diesem so begrenzten Cambrium einen Teil, nämlich die Helenakalksteine und die Marsh-Schiefer abgetrennt und der Beltformation zugeteilt. Was dann von Weeds Cambrium bei Helena noch übrig bleibt, ist nicht gesagt, außer daß gleichwohl die Flathead-Sandsteine dessen Liegendes bilden sollen. Nur die unter diesen Sandsteinen liegenden Schichten beschreibt Walcott eingehend und diese Beschreibung ist es, welche es ermöglicht, an Ort und Stelle diejenigen Gesteine festzustellen, welche Walcott zur Beltformation gerechnet hat. Er schreibt (l. c. S. 207): „die Helena-Kalksteinformation ist aus mehr oder weniger unreinen blaugrauen bis grauen, dickbankigen, nach oben dünnplattig werdenden Kalksteinen zusammengesetzt, welche in verschiedenen Horizonten stellenweise brecciös, oolithisch und konkretionär entwickelt sind. Dunkelfarbige bis graue kieselige Schiefer und grünliche oder dunkelrötliche tonige Schiefer sind den Kalksteinen in Mächtigkeiten von ½ Zoll bis mehreren Fuß eingelagert. Der Name Helenakalkstein ist gewählt, weil diese Kalksteine in einer Mächtigkeit von 2400 Fuß (also etwa 700 m) in den oberen Teilen im Westen der Stadt Helena an den gegen die Ebene abfallenden Berggehängen vorkommen“.

Von den Marsh-shales sagt Walcott, daß bei Helena auf den Helena-Kalksteinen und unter dem cambrischen Sandstein (Flathead-Quarzit) Schiefer und fein gebankte Sandsteine in einer Mächtigkeit von 250 Fuß vorkommen, die jedoch auf der Nordseite des Mt. Helena auf 75 Fuß herabsinken. Die typischen Marsh-shales haben von dem Marsh-creek ihren Namen, der im NW und über 20 englische Meilen von Helena entfernt liegt, und sind dort durch ihre rote Farbe ausgezeichnet. Welche Farbe die Marsh-Schiefer bei Helena haben, gibt Walcott nicht an. Er sagt nur mit Bezug auf das erwähnte Profil (S. 211), „daß man von Spokane westwärts zur Stadt Helena fortschreitend den cambrischen Sandstein auf 250 Fuß mächtigen Schiefern über den Helena-Kalksteinen ruhend antrifft. Folgt man aber dieser Überlagerungsfläche eine engl. Meile gegen Süd-Osten, dann sieht man den cambrischen

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Sandstein direkt auf dem Helena-Kalkstein liegen, während noch eine Meile weiter gegen Süd-Osten zwischen beiden wieder 6 Fuß Schiefer eingeschaltet sind. Die Sektion östlich von Helena geht durch einige 2000 Fuß oder mehr Kalkstein und eingelagerte Schiefer und mehrere 100 Fuß kieselige grünliche Schiefer, bis sie die Spokane-Schiefer erreicht.“ Diese Angabe Walcotts ist der Grund, weshalb ich vermute, daß das Profil (l. c. Fig. 2) tatsächlich nicht durch die Stadt Helena, sondern östlich davon gezogen ist. Aus diesen Angaben ergibt sich ferner die Art der Diskordanz, welche Walcott zwischen Cambrium und Beltformation annimmt und die er noch durch 2 Figuren (l. c. Fig. 3 und 4) erläutert, die in allerdings ganz schematischer Weise die Verhältnisse für zwei Stellen, die 1 und 2 Meilen südöstlich von Helena liegen, illustrieren.

Mit diesen Informationen ausgerüstet, habe ich meine Untersuchungen, die den Zweck hatten, präcambrische Versteinerungen zu finden, bei Helena begonnen und ich will, ehe ich an die Beschreibung der Versteinerungen, die ich dort gefunden habe, gehe, zunächst die geologischen Verhältnisse schildern, wie sie mir nach meinen Beobachtungen zu liegen scheinen.

Die Stadt Helena ist zu beiden Seiten eines Tales erbaut, das aus der Vereinigung dreier Trockentäler, dem Grizzly-, Oro-Fine- und Dry-Gulch, entsteht. Der Mangel eines Wasserlaufs hat es ermöglicht, die Stadt in diese Talsenke hineinzubauen. Das ist die innere Stadt, deren Straßenzüge eine nord-östliche Richtung haben. Gegen Osten ziehen sich die Häuser mit ost-westlicher Richtung der Straßen aus dem Tale heraus auf eine Hochebene und eine dieser geradlinigen Straßen setzt über die Häusergrenze fort, zu dem vereinzelt liegenden stattlichen Gebäude des Kapitols. Der westliche Stadtteil steigt ebenfalls, dem Gelände entsprechend, am Gehänge herauf und schmiegt sich bogenförmig der Ost- und Nord-Ostseite des Mt. Helena an. Diese drei Stadtteile liegen auf dem Verbreitungsgebiet jener Schiefer, welche Walcott noch als Spokane-Schiefer bezeichnet hat. Straßeneinschnitte und Bodenaushebungen für erst geplante Häuserbauten gewähren zahlreiche Aufschlüsse derselben. Von dem kleinen Quarz-Monzonitstock hingegen, den Weeds Karte in der Oststadt anzeigt, habe ich nichts zu sehen bekommen. Die Schiefer fallen durch ihre hellen, lichtgelben bis weißlichen Farben und durch ihre Weichheit auf. Sie sind vollständig frei von Kalkkarbonat und die für die Spokane-Schiefer charakteristische rote Farbe fehlt ihnen gänzlich. In den hangenden Teilen ändert sich jedoch ihr petrographischer Charakter. An Stelle der hellen, weichen Schiefer treten grüne bis graue sandige, zuweilen auch rötliche Tonschiefer mit quarzitischen Einlagerungen. Sie sind besonders gut

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

am linksseitigen Gehänge des die Stadt durchziehenden Tälchens, nahe der südwestlichen Stadtgrenze aufgeschlossen. Auch diese Gesteine sind kalkfrei und zeigen wulstige Gebilde und Trockenrisse. Ein Alpengeologe möchte sie vielleicht als flyschartig bezeichnen. Im Hangenden außerhalb der geschlossenen Häusergruppen stellt sich ein mächtiges Lager von bräunlichem und sehr hartem Quarzit ein, das einen vollständig unfruchtbaren felsigen Streifen Landes bildet und sich gegen NW aus dem Tälchen heraufzieht bis zu einem größeren Teiche am Fuße des Mt. Helena, wo es unvermutet endet. Am entgegengesetzten Ufer dieses Teiches, wo seine Fortsetzung zu erwarten wäre, ist es verschwunden und statt dessen stehen Schiefer mit Kalksteinen wechsellagernd an. Es ist dies Folge einer größeren Verwerfung von derselben Art, wie deren Weed auf seiner Karte zwei im SO der Stadt eingezeichnet hat. Unsere Verwerfung fehlt zwar auf seiner Karte, aber man erkennt leicht, daß es eine Querverschiebung ist, mit ungefähr süd-westlicher Spaltenrichtung. Auf der Nordwestseite dieser Verwerfung stellt sich im Hangenden der schon erwähnten Schiefer und Kalksteine ein reineres mächtiges Kalksteinlager ein, das in einem großen Steinbruch unweit des Teiches gut aufgeschlossen ist. Es ist ein meist dünnbankiger bis plattiger, stark zerklüfteter, zuweilen auch etwas dolomitischer Kalkstein mit verhältnismäßig wenigen, dünnen kalkfreien Schiefereinlagerungen. Er ist grau, stellenweise aber stark gebleicht und lederfarbig. Spuren von Versteinerungen findet man schon im Steinbruche selbst, doch sind sie häufiger und deutlicher außerhalb des Steinbruches in den hangenden Schichten. Geht man wieder über die Verwerfung nach SO zurück in den Quarzitzug, so muß man von diesem, quer zu seinem Streichen, eine tüchtige Strecke weit gegen SW am Gehänge heraufsteigen, bis man dieselben Kalksteine erreicht, die in dem Steinbruche aufgeschlossen sind. Daraus ergibt sich, daß die Schichten im Süd-Osten der Verwerfung gegenüber denen in NW eine Strecke weit gegen SW vorgeschoben sind. Jene Schichten, welche zwischen dem bräunlichen Quarzitzug und den Kalksteinen liegen, bestehen aus grünlichen Tonschiefern mit eingelagerten grauen Quarzitbänken, auf deren Oberfläche zum Teil Wellenfurchen deutlich entwickelt sind. Nach oben stellen sich auch einzelne Kalkeinlagerungen ein, die sich mehren und schließlich, wie auf der anderen Seite der Verwerfung, vorherrschend werden. Wir haben hier also beiderseits dieselbe Schichtenfolge, nur ist auf der NW-Seite der Verwerfung jenes bräunliche Quarzitlager im Liegenden nicht aufgeschlossen. Es liegt wahrscheinlich unter den Häusern und Straßen der Weststadt verborgen. Der Kalkstein selbst entspricht nach seiner petrographischen Beschaffenheit so genau dem Helena-Kalkstein, wie ihn Walcott geschildert hat, daß an

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

der Identität beider nicht gezweifelt werden kann. Besonders charakteristisch sind die oolithischen Kalklagen, mit denen zusammen auch vereinzelte Bänke von Lumachellen-Kalk, die jedoch Walcott nicht erwähnt, vorkommen. Der Nordost-Hang des Mt. Helena oberhalb des Steinbruchs wird bis weit herauf ausschließlich von solchen Helena-Kalksteinen aufgebaut, bis zu jener schulterähnlichen Verflachung, auf welcher sich erst der eigentliche Gipfelstock erhebt. Das beigegebene Profil, dessen Entwurf allerdings wegen des kleinen Maßstabes der Karte nicht genau sein kann, gibt für diesen Kalkstein eine Mächtigkeit

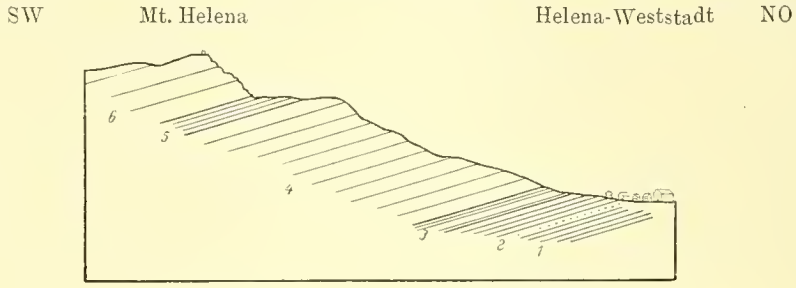


Fig. 1. Zahlen-Erklärung s. weiter unten. Maßstab 1 : 25000.

von ungefähr 500 m an. Er wird auf der terrassenförmigen Schulter des Berges von grauen, kalkfreien, feinen Schiefern überlagert, die nur ganz ausnahmsweise einen rötlichen Ton annehmen. Gute Aufschlüsse fehlen darin. Man muß die Lesestücke untersuchen, welche im Buschwerk herumliegen und durch Verwitterung stark gelitten haben. Außer dem Abdruck einer unbestimmbaren kleinen Muschelschale konnte ich keine Versteinerungen darin finden. Auf diesen etwa 50—60 m mächtigen Schiefern erhebt sich dann der Gipfelaufsatz des Berges, mit seinem harten hell anwitternden dickbankigen feinkristallinen grauen Dolomit.

Wir haben somit für das Ostgehänge des Mt. Helena von oben nach unten nachstehende Schichtenfolge:

6. Gipfeldolomit bis . . . . . 250 m
5. Graue Schiefer bis . . . . . 60 m
4. Blau-graue Kalksteine mit Oolithbänken . 500 m
3. Schiefer mit Kalksteinen in Wechsellagerung.
2. Braunanwitterndes Quarzitlager.
1. Grüne und graue Tonschiefer.

Wenn wir diese Gesteinsfolge mit den Angaben Walcotts vergleichen, so ergibt sich, daß Nr. 4 seinem Helena-Limestone entspricht, von dem er sagt, daß er in den oberen Teilen der Stadt anstehe. Nr. 3 müßte dann den Empire-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

shales von Walcott, Nr. 1 dem Spokane-Schiefer entsprechen, wozu vielleicht als oberstes Glied noch 2 gestellt werden könnte. Das kann aber nicht stimmen, weil die Schiefer von 1 nicht die rote Farbe der Spokane-Schiefer haben und weil das mächtige braune Quarzitlager weder den Empire- noch den Spokane-Schiefern eigen ist. Näher läge für 2 ein Vergleich mit dem untercambrischen Flathead-Quarzit. Für die stratigraphische Einreihung dieser Schichten können indessen petrographische Ähnlichkeiten nicht ausschlaggebend sein. Wo solche ausschließlich zu Alterbestimmungen benutzt worden sind, hat sich nachträglich fast immer das Unzulängliche solcher Methode herausgestellt, so daß wir auch in unserem Falle auf der Hut sein müssen, um nicht in Irrtümer zu fallen. Die grauen Schiefer Nr. 5 endlich müßten entweder den roten Marsh-Schiefern oder dem Flathead-Quarzit entsprechen. Daran ist aber gar nicht zu denken, da sie petrographisch vollkommen verschieden von diesen beiden sind. Es bleibt also, um die Gliederung Walcotts zu retten, weiter nichts anderes übrig, als in ihnen nur eine Einlagerung in dem Helena-Kalkstein zu sehen, wonach dann freilich zu letzterem noch die Gipfeldolomite gezählt werden müßten. Das ist aber umso eher angängig, weil nach Walcott dem Helena-Kalkstein eine Mächtigkeit von 2400' (= 732 m) zukommt und für die Schichten 4, 5 und 6, sich aus unserem Profile eine ganz gleiche Mächtigkeit ergibt. Die von Walcott erwähnten Flathead-Quarzite wären dann im Hangenden der Gipfeldolomite zu erwarten.

Vom Gipfel des Mt. Helena aus kann man die Verbreitung der Schichten 4—6 mit einem Blick übersehen. 4 bildet einen Wall, der sich von der schon erwähnten Schulter im Osten bogenförmig über Norden nach Westen um den Berg herumzieht und von diesem durch eine grabenförmige Senke getrennt ist, in der der Schiefer Nr. 5 zum Ausstrich kommt. Gegen S und SO hingegen senkt sich der Gipfeldolomit, dem Gehänge entsprechend, gegen den Grizzly-Gulch hinab, so daß die älteren Schichten hier nicht mehr zum Vorschein kommen können. Die Bänke des Dolomites sind muldenförmig verbogen und die Achse dieser nach SO streichenden Mulde ist gleichzeitig nach dieser Richtung gesenkt. Als aufgelagerten Kern in dieser Mulde gibt Weeds Karte am SO-Gehänge des Mt. Helena Devon an. Da ich aber an diese Stelle nicht gekommen bin, so kann ich darüber nichts aussagen. Ich bin vom Gipfel statt dessen über den südwestlichen Muldenflügel herabgestiegen, dem Ausstrich der Dolomitbänke folgend. Dabei gelangte ich in noch höhere Bänke, welche auf dem Gipfel nicht anstehen und die es wahrscheinlich machen, daß der Gipfeldolomit im ganzen eine Mächtigkeit von mindestens 300 m hat. In diesen oberen Lagen kommt man beim Abstieg bald an mehrere Bänke, die

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

durch ihre eigenartige Oberflächenzeichnung auffallen. Helle, weißgraue Flecken heben sich deutlich von der grauen Farbe des Dolomites ab.

An den zur Bankung vertikalen Absonderungsflächen sieht man sie rechtwinkelig zur Unterseite der Bänke aufsteigen. Sie erscheinen meist als 1—2 cm breite, seitlich unregelmäßig begrenzte und schwach gekrümmte Äste, die sich unregelmäßig dichotom verzweigen, oft auch nach oben blind enden. Die seitlichen Verzweigungen der benachbarten Äste treten zum Teil miteinander in Verbindung und an der Oberfläche der Bänke, wo diese Äste im Querschnitt erscheinen, bilden sie unregelmäßige, rundliche Partien, die sich aber in Folge von Anastomose teilweise mit den anderen vereinigen. Das Ganze macht den Eindruck einer Spongienkolonie. Da aber der Kalkstein hier völlig in einen feinen kristallinen Dolomit umgewandelt worden ist, hat sich auch die ursprüngliche Struktur innerhalb dieser spongienartigen Körper gänzlich verwischt und man unterscheidet im Dünnschliffe nur noch einen Wechsel von trüben und hellen Dolomitpartien, die vielleicht als die Überreste der Schwammkörperteile und ihres Kanalsystems gedeutet werden können. Daß die etwa ursprünglich vorhandenen kieseligen Skelette bei der Dolomitisierung spurlos verschwinden konnten, ist begreiflich und durch analoge Beobachtungen in anderen und jüngeren Gesteinen bewiesen. Im nachfolgenden will ich diese Bänke der Einfachheit halber als „Spongienbänke“ bezeichnen, wenn schon der sichere Nachweis der Spongiennatur noch fehlt.

Um diejenigen paläozoischen Schichten, welche über dem Dolomit liegen, kennenzulernen, ging ich von Helena den Dry-Gulch hinauf. Der Gipfeldolomit mit seinen Spongienbänken scheint südlich über den Grizzly-Gulch nicht herüberzugehen, wenigstens habe ich ihn nicht gefunden. Die ersten anstehenden Gesteine, die ich auf meinem Wege traf, waren süd-östlich einfallende dunkle Kalke, die, wo sie neben einem Kalkofen anstehen, beim Anschlagen einen unangenehm bituminösen Geruch entwickelten. Weiterhin trat auf kurze Zeit ein entgegengesetztes Einfallen ein, das aber bald wieder in ein süd-östliches überging. Wahrscheinlich also liegt hier ein mulden- und sattelförmige Verbiegung der dunklen Kalke vor, in denen ich zwar keine bestimmbaren Versteinerungen fand, die aber nach meinen späteren Beobachtungen und nach Weeds Karte ins Devon zu stellen sind. Die Spuren starker Metamorphose machten sich bald bemerkbar durch das Auftreten von Krystallbüschel von Tremolit und von Skapolithsäulen, die sich in Menge in dem schwarzen Kalk einstellen. Darüber folgt eine mächtige, ganz in weißen dolomitischen Marmor umgewandelte Kalkmasse, die schon dem Karbon angehören dürfte und die durch eine Zone granatreichen Hornfelses von dem Granit getrennt ist, der von da ab das

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

herrschende Gestein wird und einem großen Batholithen angehört, der sich ohne Unterbrechung nach Süden bis über Butte hinaus ausdehnt. Von Sedimentgesteinen fand ich weiter südwärts nur noch eine dünne Lage von rostbraunem, ölig glänzendem, hartem kieseligen Quarzsandstein, unmittelbar auf dem Granit liegend. Wahrscheinlich gehört er der Dakotakreide an und ist stark umgewandelt. Von da nahm ich in mehr östlicher Richtung meinen Rückweg nach Helena ohne einem bestimmten Wege zu folgen über Felder und durch dichte Wälder. Dabei bemerkte ich, daß, was auf der Karte von Weed nicht zur Darstellung gekommen ist, der Granit den braunen Quarzit gewissermaßen aufgeblättert hat. Denn ebenso, wie er an der ersten Beobachtungsstelle auf dem Granit lag, so schoß er anscheinend auf der NO-Seite desselben Hügels unter den Granit ein. Nach NO aber lag er auf den hellen versteinerungsführenden Kalksteinen des Karbons, in denen ich kleine, diabasartige Gänge antraf. Durch dichten Buschwald, der wenig Aufschlüsse und bei der Mangelhaftigkeit der Karte auch keine Orientierung mehr bot, hindurchwandernd, erreichte ich schließlich im Süden des Kapitols von Helena den Rand der Hügelzone und damit wieder den schwarzen Kalk des Dry-Gulchs, der hier aber verhältnismäßig versteinerungsreich ist. Gleichwohl ist es schwer, aus den von der Kontaktmetamorphose des Granits noch betroffenen Kalksteinen die Versteinerungen herauszuschlagen, deren Kalkschalen marmorartig umkrystallisiert und infolgedessen leichter zerstörbar als der zähe Kalkstein sind. Es gelang mir nur ein Handstück mit einer kleinen Brachiopodenschale abzuschlagen, die zu Hause noch besser herauspräpariert werden konnte. Die anderen Versteinerungen, teils Korallen teils größere Schnecken, waren zwar in Menge an der Oberfläche der Gesteine zu sehen, aber dem Hammer bot sich keine Gelegenheit, Stücke davon abzuschlagen. Bis über faustgroße weiße, marmorartige Knollen hoben sich von dem dunklen Kalk prächtig ab und Stücke davon waren auch zu gewinnen. Ich vermutete in ihnen Stromatoporenstöcke, aber der Dünnschliff lehrte, daß durch die Marmorisierung ihre ursprüngliche Struktur ganz verwischt worden ist. Eine einigermaßen sichere Altersbestimmung des Kalksteins konnte ich somit nur auf jene Brachiopodenschale basieren, die sich als eine Ventralschale von Spirifer disjunctus Sow. bestimmen ließ. Das Schloßfeld war leider nicht freizulegen, aber die feine Berippung der Schale und auch ihres Medianwulstes stimmt mit den Abbildungen von Spirifer disjunctus und Exemplaren dieser Art in der Münchener Staatssammlung so gut überein, daß diese 21 mm breite und 15 mm hohe Schale mit ziemlicher Sicherheit zu dieser Art gestellt werden darf. Und damit ist für diesen dunklen Kalk das devonische Alter sichergestellt. Wir haben es mit

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

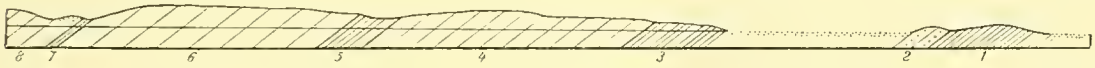
dem sogenannten Jefferson-Kalk zu tun, der in dieser Gegend sowohl nach den Angaben von Weed als auch von Walcott unmittelbar auf dem Cambrium liegt. Der beschriebene Spirifer stammt wie die Stromatoporaknollen aus einer Trockenschlucht, die sich von den Hügeln im Süden Helenas in nordöstlicher Richtung gegen jene isolierte Häusergruppe herabzieht, die den Namen Lenox Addition führt. Auf der Karte scheint mir dieses Trockentälchen nicht oder nicht richtig eingetragen zu sein und da ich auch keinen Namen für dasselbe ausfindig machen konnte, so will ich es als Kapitol-creek bezeichnen, weil es im Osten des Kapitols vorbeizieht und von diesem Gebäude aus auf einem alten Fahrwege erreicht und gekreuzt wird, welcher auf dem topographischen Blatt Fort Logan (1908) eingetragen, aber auf das anstoßende Blatt Helena (1903) nicht herübergezogen worden ist. Zur Zeit als diese Karten gemacht wurden, waren weder das Kapitol noch die Häuser von Lenox Addition vorhanden und dieser Umstand, sowie der andere, daß unser Kapitol-creek gerade an der Grenze beider Kartenblätter liegt, macht die Orientierung und die Ortsbestimmung für unseren Fundort sehr schwierig. Als Entfernung dieses Punktes von Helena kann man 2 englische Meilen in süd-östlicher Richtung angeben, wenn man von der Mitte der zentralen Stadt aus mißt. Das ist der Grund, warum ich vermute, daß Walcotts später noch zu besprechende Figur 4 just aus diesem Creek stammt.

In der Richtung gegen das Kapitol auf der linken Seite dieses Creeks fehlen, wenn man den letzten wirklich anstehenden Devonkalk überschritten hat, auf eine kurze Strecke sichere Aufschlüsse bis zur nächsten kleinen Seitenrinne. Das ganz flache Gehänge ist Ödland und mit kleinen Gesteinsbruchstücken bedeckt, von denen sich aber nicht sicher sagen läßt, ob sie dem Anstehenden entstammen, oder von weiter oben, gelegentlich der Schneeschmelze oder starker Regengüsse herabgeschwemmt sind. In jenem Seitenriß hingegen hat man einen kleinen Schurf gemacht, durch welchen kalkfreie grünliche Tonschiefer aufgeschlossen wurden mit Einlagerungen feiner quarzitischer Lagen in einer Mächtigkeit von 1—2 m. Sie bilden also das Liegende des Jefferson-Kalkes. Nur über die zwischen beiden liegenden Gesteine von etwa 20 m Mächtigkeit konnte ich nichts Bestimmtes ausfindig machen. Ich habe jedoch keinen Anhaltspunkt dafür gewonnen, daß in dieser Zwischenzone etwas anderes, als teils jene Kalke teils diese Schiefer anstehen. Während der Schiefer in dem Seitenrisse nur auf dessen rechter Seite ansteht, findet man auf der linken Seite dickbankigen Dolomit, welcher ganz dem Gipfeldolomit des Mt. Helena ähnlich ist. Die Identität mit diesem geht außerdem daraus hervor, daß sich in ihm Bänke jenes Spongiendolomits finden, von genau der-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

selben charakteristischen Ausbildung, wie wir sie beim Abstieg vom Mt. Helena kennengelernt haben. Im übrigen sind auch hier im Dolomit keine Versteinerungen zu finden. Im Liegenden folgt dann aber eine Zone dunkler Schiefer, petrographisch denen von der Schulter des Mt. Helena völlig gleich. Man hatte einen kleinen Schurf darin gemacht von nur ein paar Quadratmeter Größe. Das ausgeworfene, noch nicht verwitterte Schiefermaterial hat mir alle die Versteinerungen geliefert, welche ich im nachfolgenden beschreiben werde, und über deren cambrisches Alter ein Zweifel nicht bestehen kann. Wie am Mt. Helena folgen unter diesem Schiefer der typische Helena-Kalkstein, auch zum Teil etwas dolomitisch entwickelt und mit mehreren Einlagerungen dunkler oolithischer Kalksteine und einigen Lumachellen-Bänken. Es ist vollständig ausgeschlossen, daß zwischen dem grauen Schiefer und diesem Helenakalkstein noch andere Gesteine lägen. Dahingegen stellen sich in den tieferen Teilen des Helenakalksteins trotz der hier immer mangelhafter werdenden Aufschlüsse grüne Tonschiefer ein, bis endlich die Aufschlüsse ganz aufhören, weil der Hügel in jene ebene Terrasse übergeht, auf welcher das Kapitol steht. Aber in einiger Entfernung erhebt sich auf dieser Terrasse ein kleiner Hügelzug, der

SW Fig. 2. Capitol creek-Profil. NO



zuerst aus feinem, körnigem bräunlichem Quarzit, sodann aus grauen bis grünlichen, selten etwas rötlichen „flyschähnlichen“ Tonschiefern besteht, wie wir sie bereits am Ostfuße des Mt. Helena an der Stadtgrenze kennengelernt haben, und die also auch hier das Liegende des Helenakalksteins bilden, wenn schon sie von letzteren durch eine breite aufschlußlose Strecke von ebenem Ödland getrennt sind. Die Aufeinanderfolge der Schichten ist also hier folgende:

nach mir:		nach Walcott:
8	Devon (Jefferson-Kalk)	Devon
	Hiatus	Cambrischer Sandstein
7	Tonschiefer	Marshschiefer
6	Gipfeldolomit	Helenakalkstein mit Einlagerungen von Schiefer
5	Dunkle cambrische Schiefer	
4 u. 3	Oolithischer Kalk	
	Hiatus	Empire-Schichten
2 u. 1	Quarzit und Tonschiefer	Spokane-Schichten

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Daß Walcott die liegendsten Schiefer hier als Spokane-shales betrachtet, trotzdem sie keine ausgesprochen rote, sondern vorherrschend grüne und graue Schiefer sind, und trotzdem die eingelagerten Quarzite nicht rot sondern nur braun gefärbt sind, geht aus seiner Angabe (S. 211) hervor. Er schreibt dort: „2 englische Meilen süd-östlich von Helena liegen 6′ Schiefer über dem Kalkstein und eine schwache Diskordanz ist zwischen ihm und dem Cambrium zu sehen. Das Profil zieht sich dann noch durch einige 2000′ und mehr von Kalkstein und eingelagerten Schiefern und durch einige 100′ kieseligen grünen Schiefer, ehe er die roten Spokane-Schiefer erreicht". Da der Kapitol-creek ungefähr in gleicher Entfernung von Helena liegt, so muß er entweder diese oder eine ganz nahe liegende Stelle mit seiner Beschreibung gemeint haben. Wenn dem nun so ist, dann könnten die noch tiefer liegenden Schiefer der Stadt Helena insofern zutreffend als obere Greyson-shales bezeichnet werden, als er von diesen im allgemeinen sagt, daß sie blaugraue leicht spaltbare Schiefer seien, die verwitternd hellgrau werden und einer schlechten Qualität von Porzellan ähnlich werden. Auch die Marsh-shales in diesem Profile sind nicht, wie sie es eigentlich sein sollten, rot, sondern grünlich. Daß er sie gleichwohl als Marsh-Schiefer bezeichnet hat, hängt wohl damit zusammen, daß sie unmittelbar auf dem Dolomit liegen, den er offenbar zum Helena-Kalkstein gerechnet hat. Von den Marsh-Schiefern sagt Walcott (S. 207), daß sie bei Helena eine Stärke von ungefähr 250′ erreichen und aus Schiefern und dünn gebankten Sandsteinen, die unter dem cambrischen Sandstein liegen, bestehen, daß sie auf der Nordseite des Mt. Helena auf 75′ zurückgehen, aber gegen NW auf 300′ und mehr anschwellen. Diese Angaben sind mir unverständlich, weil im Norden und Nord-Westen des Mt. Helena ja nicht die hangenden, sondern die liegenden Schiefer des Helena-Kalksteins anstehen, wie das aus meinen Beobachtungen sowohl wie auch aus der Karte von Weed deutlich hervorgeht, anderseits aber, wenn man auch im Kapitol-creek wirklich die im Hangenden des Kalksteins liegenden grünlichen Tonschiefer als Marsh-Schiefer ansehen wollte, könnte man doch nicht behaupten, daß diese unter dem cambrischen Sandstein lägen; denn von diesem ist nichts aufgeschlossen, und in der höchstens 20 m breiten Zone zwischen dem Schiefer und dem Jefferson-Kalkstein ist unter den Lesestücken kein einziges zu finden gewesen, das auf cambrischen Sandstein hinwiese. Aus diesem Grunde ist auch von der schwachen Diskordanz, die nach Walcott zwischen diesen Marsh-Schiefern und dem cambrischen Sandstein existieren soll und die er (l. c. Fig. 4) abgebildet hat, nichts zu sehen. Es ist überhaupt merkwürdig, daß über die Beschaffenheit der eigentlichen cambrischen Schichten bei Helena in der Literatur

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

fast nichts zu finden ist, obschon mittelcambrische Versteinerungen von dort angegeben werden. Nur über die Gesteine, in welchen diese Versteinerungen aufgefunden worden sind, macht Walcott[1]) Angaben. Eine neue Lingulella-Art hat er nämlich von dort beschrieben und gibt als Fundort derselben dunkle kieselige Schiefer (silicious shales) an, die in einem Steinbruche im Last chance-Gulch am Südgehänge des Mt. Helena 2,4 km südlich der Stadt Helena anstehen. Ein zweiter Fundort liegt 0,8 km südlich von Helena auf der Nord-Westseite eines Canyon in Schiefern der Gallatinformation Peales[2]). Besonders der Hinweis auf Peale, welcher die Gallatinformation in drei Kalksteinzonen gliedert, zwischen denen jeweils Schiefer eingeschaltet sind, läßt es wahrscheinlich erscheinen, daß auch bei Helena im Cambrium solche Kalksteine vorkommen müssen. Die Gliederung des Cambriums in der Nähe von Three forks, Montana ist nämlich folgende:

Silurian?		e. Pebbly Limestones. 145'.
	Gallatin Formation 835'	d. Dry Creek Shales. 30'.
		c. Mottled Limestones 260'.
Cambrian.		b. Obelellela-Shales. 280'.
		a. Trilobite-Limestones. 120'.
	Flathead Formation 415'	Flathead Shales 290'.
		Flathead Quarzite. 125'.

Der Last chance-Gulch ist auf der topographischen Karte nicht eingetragen, aber die Angabe „am Südgehänge des Mt. Helena“ macht es wahrscheinlich, daß damit jene Schlucht gemeint ist, die von NW her in den Grizzly-Gulch auf der Südseite jenes Berges einmündet. Unrichtig ist nur die Angabe, daß diese Stelle im Süden von Helena liege, denn unter allen Umständen muß sie mehr süd-westlich zu suchen sein. Wenn diese Auslegung richtig ist, dann stammen die cambrischen Versteinerungen aus jenen dunklen Schiefern, die ich bereits beschrieben habe und die zwischen dem Helena-Kalkstein und dem Gipfeldolomit eingeschaltet sind. Es handelt sich demnach um denselben Horizont, aus dem ich in einer Entfernung von etwa 5 km gegen Osten meine Versteinerungen gefunden habe. Das gilt auch für den

[1]) Cambrian Brachiopoda. U. St. Geol. Surv. Monographs Nr. 51. Washington 1912.

[2]) Bull. U. St. Geol. Surv. Nr. 110, Tafel 4, 1893.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

zweiten Fundort Walcotts, der nur wenig westlich vom Kapitolcreek liegen dürfte. Somit hat Walcott selbst das cambrische Alter der Schiefer erkannt, die unmittelbar und konkordant seinem Helenakalkstein eingelagert sind. Der Umstand jedoch, daß er diese Versteinerungen nicht selbst an Ort und Stelle gefunden, sondern von anderen zur Bestimmung erhalten hat, erklärt es, daß er sich jener Tatsache und insbesondere der Folgerung, die aus jenen gezogen werden müssen, nicht bewußt werden konnte. Wir können somit jetzt schon die sichere Vermutung aussprechen, daß Helenakalkstein und Gipfeldolomit ebenso wie die Gallatinformation cambrischen Alters sind, und daß die Tonschiefer und Quarzite im Liegenden des Helenakalksteins faciell, vielleicht sogar auch zeitlich der Flatheadformation entsprechen. Diese Vermutung wird bestätigt, wenn wir jene anderen Gebiete betrachten, die in der weiteren Umgebung Helenas liegen und durch eine genauere geologische Kartierung bekannt geworden sind.

Im Osten von Helena liegt der Castle Mountain Mining District, von dem Weed und Pirson[1]) eine eingehende Beschreibung gegeben haben. Sie vergleichen zwar die Beltschichten mit den Bow-river-beds, die sie damals wenigstens noch für untercambrisch hielten, da es aber, wie sie sagen, entschieden worden sei, die Beltformation ins Algonkian zu stellen, so haben sie dies ebenfalls getan, wenn auch anscheinend mit einem gewissen Widerstreben. Über diesen liegen dann die cambrischen Schichten und zwar gleichförmig, denn von einer Diskordanz ist weder im Text die Rede noch auf den Profilen etwas zu sehen. Das Cambrium beginnt mit den Flathead-Quarziten (150′), darüber liegen die über 1000′ mächtigen Flathead-Schiefer mit zahlreichen Einlagerungen von Kalkstein; dann folgt der Gallatin-Kalkstein, der bis 1225′ mächtig und direkt von dem Jefferson-Kalk überlagert wird. Die angegebenen Mächtigkeiten beziehen sich auf eine Stelle im Chekerboard creek; an anderen Stellen sind sie andere, zum Teil geringere. Vergleicht man mit dieser Gliederung die Schichtenreihe in unserem Kapitol-Creek, dann liegt es sehr nahe, den Quarzit beim Kapitol mit dem Flathead-Quarzit zu vergleichen und den Gipfeldolomit mit dem Gallatin-Kalkstein. Für die Helena-Kalksteine und die unterlagernden Schiefer würde slch daraus Altersgleichheit mit den Flathead-Schiefern ergeben. Freilich hat eine derartige petrographische Parallelisierung zwischen weit auseinanderliegenden Gegenden etwas sehr Bedenkliches; aber gleichwohl ist es recht auffallend, daß an beiden Orten in den Kalksteinen über den Quarziten Oolithe auftreten und der palaeontologisch sichergestellte

---

[1]) Bulll. U. St. Geol. Surv. 1896 Nr. 139.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Jefferson-Kalk die ganze Serie abschließt. Wie dem aber auch sei, so ist es doch ziemlich wahrscheinlich, daß es gerade solche Schichten waren, wie sie im Kapitol-Creek aufgeschlossen sind, welche Weed bei Anfertigung seiner geologischen Karte des Butte-Distrikts als Cambrium eingetragen hat. Die Gallatin-Kalksteine stellen die genannten beiden Autoren ins Obercambrium. Sie fanden darin Crepicephalus (Loganellus) montanensis Whitf. und Arionellus tripunctatus Whitf. Die Flatheadformation rechnen sie wegen des mittelcambrischen Typus der Versteinerungen zum mittleren Cambrium, aber ohne Angabe der Trilobitenarten, welche sie darin gefunden haben. Ein Unterschied würde allerdings in der petrographischen Entwicklung des Cambriums bei Helena und den Castle Mountains insofern bestehen, als die Flathead-Schiefer hier viel weniger Kalkeinlagerungen enthalten als bei Helena, wo die Kalk-Facies stärker vorherrscht.

Die Castle Mountains liegen 100 km östlich von Helena. Wenden wir uns nun gegen Süd-Westen, so treffen wir Philipsburg, das nicht ganz so weit entfernt ist und dessen Umgebung durch Emmons und Calkins[1]) genau geologisch untersucht worden ist. Auch hier beginnt das Cambrium mit den Flathead-Quarziten (im Maximum 200'). Darüber folgt die Silver-hill-Formation, die zu unterst aus ziemlich kalkfreien dunklen grünen Schiefern (120'), dann aus Kalkstein mit unregelmäßig welligen und anastomosierenden braunen kieseligen Bändern (120') und zu oberst aus einer Wechsellagerung von Schiefern und zum Teil von dolomitischen Kalkbändern zusammengesetzt ist. Die nun folgende Hasmarkformation besteht aus Dolomitbänken, die mit braunen und grünen Schiefern vielfach wechsellagern (1000'). Darüber liegt die Red Lionformation (300') mit ihren dünnen Bänderkalken und schwarzen Schiefern, die Billingsella coloradoensis Shumard enthalten und deshalb dem oberen Cambrium zugerechnet werden. Nach Walcott kommt diese Art allerdings auch schon im mittleren Cambrium vor. Die petrographische Ähnlichkeit mit den cambrischen Schichten der Castle Mountains und von Helena ist nicht sehr groß, weil die Gesteine viel stärker metamorphosiert sind. Aber im allgemeinen besteht doch eine gewisse Übereinstimmung, die aus der nachfolgenden Zusammenstellung deutlich hervorgeht.

---

[1]) Geology and Ore Deposits of the Philipsburg Quardrangle Montana U. St. Geol. Surv. 1913 profess. pap. 78.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Philipsburg		Castle Mt.		Helena
Red Lionformation .	300'			
Hasmarkformation .	1000'	Gallatinkalkstein .	1225	Gipfeldolomit Schwarzer Schiefer
Silverhillformation .	330'	Flatheadschiefer .	1080	Helenakalkstein Schiefer mit Kalksteinen
Flatheadquarzit . . .	200'	Flatheadquarzit .	150	Flatheadquarzit
	1830'		2455	

Man erkennt daraus immerhin, daß in diesen drei Gebieten eine gewisse Gleichartigkeit in der Entwicklung der Cambrischen Schichten besteht. Überall machen den Anfang kalkfreie Quarzite und Schiefer, in denen sich nach oben Kalkeinlagerungen in zunehmender Menge einstellen und zuletzt das herrschende Gestein werden, wobei zugleich der Kalk sehr häufig dolomitisch wird. Weiter aber ist es nicht möglich, die Parallelisierung durchzuführen und insbesondere wäre es verfehlt, die einzelnen aufeinanderfolgenden Kalklagen der drei Gebiete miteinander in chronologische Verbindung zu bringen. Denn schon von den liegenden Flatheadquarziten steht es keineswegs fest, daß sie ein und demselben bestimmten palaeontologischen Horizont angehören und sie können dies auch gar nicht, wenn es wahr ist, daß sie auf einer Transgressionsfläche liegen. Dies zwingt uns zunächst, der weit ausgedehnten Diskordanz unsere Aufmerksamkeit zuzuwenden, welche nach den Untersuchungen der amerikanischen Geologen zwischen Beltformation und dem Cambrium existiert.

II. Die Diskordanz zwischen dem Cambrium und der Beltformation.

Maßgebend für die Abgrenzung der cambrischen Schichten von den präcambrischen der Beltformation wurde die Beobachtung einer weit ausgedehnten Ungleichförmigkeit der Schichtenlagerung. Peale allerdings, dem wir den Namen der Beltformation verdanken, drückte sich 1893 in dieser Beziehung noch sehr vorsichtig aus. Er sagt (l. c. S. 19): „soweit die Beobachtungen reichen, hat man zwischen den Beltschichten und den darüber liegenden Flathead-Quarziten keine klare Unkonformität gesehen. Aber sicherlich besteht eine solche, infolge von Senkung. Sie ist aber nicht immer leicht zu sehen und kann deshalb übersehen werden.“ Er nimmt an, daß der archäische

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Kontinent langsam unter den Meeresspiegel sank, während gleichzeitig die Sedimente der Beltformation sich auf dem sich ebenfalls senkenden Meeresboden anhäuften. Dann trat eine Unterbrechung dieser Bewegung ein, die vielleicht sogar von einer kurzen und kleinen Hebung begleitet gewesen sein kann. In dieser Ruhepause hörte auch die Sedimentation auf und begann erst wieder, als die Senkung von neuem einsetzte. Es bildeten sich zunächst die Flatheadsande in mittelcambrischer Zeit, welche langsam transgredierend, sich über die ältesten Sedimente ausbreiteten. Aus dieser Darstellung läßt sich klar ersehen, daß Peale die Ungleichförmigkeit der Lagerung nicht als eine orogenetische, sondern als eine epirogenetische Diskordanz aufgefaßt hat. Walcott verfolgte dann diese Diskordanzfläche auf weitesten Gebieten Nord-Amerikas und glaubte sie als sichere Anzeige für die Abgrenzung gegen das Präcambrium benutzen zu dürfen, während Peale sich viel vorsichtiger ausgesprochen hatte, die Möglichkeit von Funden untercambrischer Versteinerungen unterhalb jener Grenzfläche als möglich bezeichnete und deshalb die Einreihung der Beltschichten ins Algonkium nur als eine vorläufige ansah. In den 22 Jahren, die seitdem verflossen sind, ist allen, welche die Beltschichten in ihrem Verhältnis zu den hangenden cambrischen Schichten genauer untersuchten, die Gleichförmigkeit aufgefallen, die im Streichen und Fallen zwischen beiden besteht, und die so groß ist, daß sich bei der Eintragung in die geologischen Profile durchaus eine Konkordanz ergibt. Selbst Walcott[1]) schreibt: „Im einzelnen betrachtet, erscheint die präcambrische Oberfläche regelmäßig und die cambrischen scheinen den darunterliegenden präcambrischen Schichten konform zu liegen. Auf allen Seiten des Bowriver Tales fallen die Schichten der cambrischen Fairview- und der algonkischen Hectorformation unter gleichem Winkel ein. Aber wenn wir den Wechsel in der Mächtigkeit des basalen cambrischen Konglomerates und die Verschiedenartigkeit der obersten algonkischen Ablagerungen an verschiedenen Orten in Betracht ziehen, dann wird es klar, daß die präcambrische Oberfläche mehr oder weniger unregelmäßig ist und daß das cambrische Meer bei seiner Transgression im Gebiete von Bowriver valley eine ganz unregelmäßige Bodenoberfläche vorfand, auf der niedere Hügel mit breiten Ebenen wechselten und die von einem dicken Mantel zersetzter Gesteinsmassen bedeckt war. Das Meer wusch den Schlamm aus, trug ihn fort und setzte ihn sowie Sand und Gerölle in seinen langsam vorrückenden Buchten auf den Unebenheiten des präcambrischen Bodens ab. Diese Ungleichförmigkeit ist bei Fort Mountain gut zu sehen, wo das basale Cambrium aus

[1]) Smithson, Miscell. Collections Nr. 7. Precambrian Rocks of the Bow-river valley. Alberta Canada 1910.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

massiven 4—10' dicken Konglomeratlagen besteht, die gewöhnlich unmittelbar auf den Hector-Schiefern ruhen. Aber an manchen Stellen wurden schwache Eintiefungen in den Schiefern mit dünnen Lagen und mehr oder weniger eisenhaltigem Sandstein ausgefüllt, der durch schwache Strömungen abgesetzt worden ist, bevor die massiven Konglomerate sich bildeten. Diese Konglomerate führen runde und eckige Gerölle von Gesteinen der präcambrischen Formation. Das cambrische Meer transportierte sie offenbar über die dunklen kieseligen präcambrischen Schiefer, wobei aus den eckigen Bruchstücken teils gerundete Gerölle, teils feiner Schlamm wurde."

Ähnliche Verhältnisse beschrieb Walcott schon 1898 aus Montana. Auch hier läßt sein Profil Fig. 2 (l. c.) keine Diskordanz zwischen den Beltschichten und dem Cambrium erkennen. Aber im einzelnen sollen, wie er dies in Fig. 3 und 4 zeichnet, Ungleichförmigkeiten der Lagerung vorkommen. Ich habe mir Mühe gegeben, die Stellen, auf welche sich diese Figuren beziehen, zu besichtigen, habe sie aber nicht auffinden können. Die Ortsangaben lauten sehr unbestimmt: „eine bzw. zwei Meilen süd-östlich von Helena". Von wo aus sind diese Entfernungen gemessen, vom nächstliegenden Rande der Stadt oder von dem Zentrum aus? Und wo ist in letzterem Falle dieses Zentrum zu suchen? Außerdem kann man aus den beiden Figuren nicht ersehen, wie groß eigentlich die Unregelmäßigkeiten des Kontaktes sein sollen, weil die Angabe des Maßstabes für die Zeichnungen fehlt. Heute freilich weiß ich, daß selbst, wenn diese Unregelmäßigkeiten der Lagerung vorhanden, sie für die Beurteilung der cambrischen Transgressionsfläche ganz belanglos sind, weil die von Walcott in Fig. 3 und 4 dargestellte Kontaktfläche nicht unter, sondern über dem Cambrium liegt und daß Sandsteine, die den Flatheadquarziten entsprechen könnten, dort gar nicht vorkommen. Auch sind mir die Angaben Walcotts über das Vorkommen der Marsh Shales bei Helena ganz unverständlich geblieben. Sie sollen nach ihm auf der ungefähr 10 km langen Kontaktlinie zwischen dem Helenakalkstein und dem cambrischen Sandstein in wechselnder Mächtigkeit von 0—100 m liegen. Ich habe sie aber nirgends angetroffen. Wenn schon wir also von diesen örtlich begrenzten kleinen Unregelmäßigkeiten absehen müssen, so ist damit der Nachweis der epirogenetischen Transgression des Cambriums noch nicht widerlegt, weil deren Hauptbeweise nicht in jenen sondern in dem Umstand zu suchen sind, daß auf der 60 km langen Kontaktfläche des Profiles (Fig. 2) die untersten cambrischen Schichten nur teilweise auf den obersten, an anderen Stellen aber direkt auf tieferen Horizonten der Beltformation liegen. Es ergibt sich jedoch aus jenem Profil, wenn man es im richtigen Verhältnis der Höhe zur Länge zeichnet, daß ein Diskordanz-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

winkel zwar vorhanden, daß er aber sehr klein ist und nur wenig mehr als $^1/_2{}^0$ beträgt. Nach alledem scheint Peale recht zu behalten mit seinem Ausspruche, daß eine klare Diskordanz noch nicht gesehen worden ist und daß, wenn hier dennoch von einer solchen gesprochen wird, nur eine epirogenetische gemeint sein kann, die dadurch entstanden ist, daß die Ablagerung klastischer Sedimente von Ton und Sand eine Zeitlang aufhörte. Die Ursache für dieses Aufhören kann in der Verlandung einer vorher mit Wasser bedeckten und in langsamer Senkung begriffenen Vertiefung gesucht werden, die ausgefüllt wurde, sobald diese Senkung aufhörte. Erst mit dem Wiedereintreten derselben wandelte sich der verlandete wiederum in Meeresboden um, auf welchem das transgredierende Meer zunächst die Flatheadsande und Tone und später auch kalkige Sedimente absetzte. Nord-Amerika ist besonders reich an solchen epirogenetischen Diskordanzen, die auf weiten Gebieten zu wiederholten Malen während der verschiedensten geologischen Perioden eingetreten sind. Zwar kommen solche auch in Europa vor. sie sind aber durch spätere orogenetische Veränderungen in viel höherem Maße als in Nord-Amerika verschleiert worden, so daß sie in ihrer wahren Bedeutung viel leichter in Nord-Amerika als bei uns, wo orogenetische Diskordanzen die Hauptrolle spielen, zu erkennen sind. Es ist selbstverständlich, daß in allen Gebieten mit solchen epirogenetischen Vorgängen ein Wechsel der dieselben bewohnenden Tiere und Pflanzen eintreten mußte. Aber es ist weder notwendig noch auch wahrscheinlich, daß dieser Wechsel mit solchen Formveränderungen zusammenfiel, welche die fortschreitende Entwicklung der Tier- und Pflanzenwelt mit sich brachte und welche wir zur Festlegung der geologischen Perioden benützen. Zufällig wohl könnte es ja eintreffen, daß in einer bestimmten Gegend einmal diese beiden Arten von Veränderungen zusammenfielen. Das müßte aber erst bewiesen werden, und keinesfalls genügt der Nachweis einer weitausgedehnten epirogenetischen Diskordanz, um zwischen die Schichten unter und über der Diskordanzfläche eine jener Formationsgrenzen zu legen, wie sie der Paläontologe aus ganz anderen Erwägungen heraus zieht. Aus diesem Grunde kann ich die Schiefer, welche bei Helena unter den cambrischen Flathead-Schiefern und Quarziten liegen, solange nicht als präcambrisch anerkennen, als nicht nachgewiesen ist, daß sie eine von der cambrischen verschiedene Fauna enthalten.

Indessen wäre es wohl denkbar, daß diese epirogenetische Diskordanz gleichzeitig an manchen Orten auch mit orogenetischen Veränderungen verknüpft gewesen wäre. Für diese Annahme habe ich jedoch in der Literatur nur eine einzige Angabe gefunden, die deshalb eine besondere Besprechung nothwendig macht. Im Philipsburg Quadrangle liegen die cambrischen Schichten, deren

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Beziehung zum Helena-Kalkstein bereits Erwähnung gefunden hat, ebenfalls in solcher Weise über den Beltschichten, daß die der Karte beigegebenen Profile sie nicht anders als in völliger Konkordanz einzeichnen konnten. Nach ihrer petrographischen Entwicklung werden in diesen Beltschichten von Emmons und Calkins (l. c.) 5 Glieder unterschieden und zwar von oben nach unten:

5000′	. .	Spokaneformation
4000′	. .	Newlandformation (Quarzite, Tonschiefer und Kalke)
2000′	. .	Ravalliformation (vorwiegend Quarzite)
5000′	. .	Prichardformation (vorwiegend Schiefer)
1000′	. .	Neihart-Quarzite.
17000′		

Von den Spokaneschiefern wird gesagt, daß sie vorwiegend aus sandigen, kieseligen, meist roten Schiefern, die mit Sandsteinlagen wechseln, bestehen und die Zeichen von Seichtwasserablagerung, wie Wellenfurchen, Regentropfeneindrücke und Trockenrisse häufig tragen. Die jüngeren cambrischen Flathead-Quarzite liegen überall auf diesen Spokane-Schichten, nur daß deren Mächtigkeit zwischen weniger als 100′ und mehreren 1000′ wechselt. Dieser Wechsel der Mächtigkeit ist also der einzige Beweis für die diskordante Lagerung, der aber nur so lange Beweiskraft hat, als man annehmen zu dürfen glaubt, daß die Spokane-Schiefer ursprünglich überall in gleicher Mächtigkeit abgelagert wurden. Dies ist jedoch von vornherein sehr unwahrscheinlich. Auch die Möglichkeit besteht, daß die Newland-Schichten, welche als eine Kalkfacies aufgefaßt werden können da, wo die Spokane-Schiefer nur eine geringe Mächtigkeit haben, dieselben zeitlich vertreten. Die Gliederung der Beltschichten ist eben eine rein petrographische. Ihr stratigraphischer Wert ist deshalb, so lange Versteinerungen darin nicht gefunden worden sind, recht gering und aus eben diesem Grunde ist das Ausmaß oder überhaupt die Existenz jener epirogenetischen Diskordanz noch ganz unsicher. Um so wichtiger erscheint die Angabe, daß an zwei Stellen eine ausgesprochene Diskordanz an freiliegenden Felsen zu sehen sei. Die eine dieser von Mac Donald aufgefundenen liegt im Anacondagebirge, 1½ engl. Meilen östlich der Carpe Mine, und ist auf Tafel VII Fig. 1 (l. c.) nach einer photographischen Aufnahme abgebildet. Die Diskordanzfläche ist nahezu eben, aber nicht horizontal, sondern mit 20° geneigt. Die wirkliche Neigung, bzw. das Streichen dieser Fläche ist im Text nicht angegeben. Die Schichten darunter streichen SSW—NNO und fallen mit 50—60° nach West, die darüber S—N und f. 25° West. Wir befinden uns hier in einem durch Faltungen, Verwerfungen und Überschiebungen stark

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

gestörten Gebirgsteil und auf der Karte ist in nächster Nähe eine Verwerfung eingezeichnet. Außerdem wird die Gegend von einer von W nach O aufsteigenden Überschiebung beherrscht. Merkwürdigerweise sagt der Text (S. 51) von dieser Stelle: „die Flatheadformation enthält in ihren untersten Lagen stellenweise quarzitische Sandsteine, die denen in der Spokaneformation nicht unähnlich sind, und die in Fig. 1 dargestellten Sandsteine über und unter der Diskordanzlinie stehen in keinem auffallenden Kontrast. Beide sind quarzitisch und zeigen Seichtwassermarken, und nur sind die Bänke über der Diskordanzlinie etwas dicker". Abbildung und Beschreibung lassen die Trennungsfläche viel wahrscheinlicher als eine Verwerfungs-, denn als eine ursprüngliche Auflagerungsfläche erscheinen. Vor allem vermissen wir den sicheren Nachweis, daß die hangenden Quarzite wirklich jünger sind als die liegenden. Die Abbildung der zweiten Stelle ist eine Handzeichnung und gestattet deshalb keine von der Auffassung des Zeichners abweichende Deutung. Der Diskordanzwinkel erscheint jedoch auf der Zeichnung doppelt so groß, als er im Text angegeben wird. Er beträgt nämlich nur 4^0 und auch das Streichen der um über 20^0 aufgerichteten Schichten über und unter der Trennungsfläche differirt nur um 2^0. Er kann somit unter Berücksichtigung der Beobachtungsfehlergrenzen als fast parallel bezeichnet werden. Auffallend hingegen ist, daß im Gegensatz zu der anderen Stelle hier gerade der weiße glasige Quarzit über der Trennungslinie in scharfem Kontrast zu den grauen quarzitischen Sandsteinen darunter steht. Vielleicht liegt hier nur eine der Driftstruktur entsprechende Erscheinung vor, wie ich sie in den Flatheadschiefern unter dem Helena-Kalkstein mehrfach beobachten konnte.

Außerdem möchte ich noch auf den Ausspruch von Emmons und Calkins hinweisen, daß es trotz der großen Ungleichförmigkeit zwischen beiden Schiefern oft schwierig wird, genaue Grenzen zwischen den Spokane- und Flathead-Schichten zu ziehen und daß eine scharfe Abgrenzung nur da gefunden werden könne, wo die Diskordanz sichtbar ist, oder wo Flatheadsandsteine auf Spokane-Tonschiefern liegen, also der Kontakt durch einen deutlichen petrographischen Wechsel bezeichnet ist. Aus alledem scheint mir klar hervorzugehen, daß eine wirkliche orogenetische Diskordanz bis jetzt noch nicht nachgewiesen und auch die epirogenetische Diskordanz nicht über allen Zweifel erhaben ist.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

III. Die Erhaltungsweise der Versteinerungen in den Kapitolcreekschiefern.

a. Über die Einbettung der Versteinerungen.

Die Schiefer, aus welchen die nachgehend zu beschreibenden Versteinerungen stammen, haben eine graue, schwach ins Grünliche spielende Farbe und sind ganz ungeschichtet, insofern als eine lagenweise Anordnung verschiedenartigen Gesteinsmaterials in keiner Weise beobachtet werden kann. Man gewinnt den Eindruck, daß es ursprünglich eine gleichförmige reine Tonmasse gewesen sei. Klastische Bestandteile wie Quarzkörner, Glimmerblättchen oder gar Gerölle fehlen ganz und nirgends macht sich eine Beimengung von Karbonaten bemerkbar. Dies ist um so auffälliger, als sich solche im Liegenden wie im Hangenden in großer Mächtigkeit und fast völliger Ausschließlichkeit gebildet haben, nämlich im Liegenden als Helenakalkstein, im Hangenden als Gipfeldolomit. Dieser scharfe und rasche Wechsel in der Natur der Sedimentbildung deutet eine starke Veränderung der physikalischen und biologischen Verhältnisse im Meere während der Schieferperiode an. Bemerkenswert ist auch der Umstand, daß die Versteinerungen in dem Schiefer fast nur solchen Tieren angehören, die ihre Schalen und Skelette nicht aus kohlensaurem Kalk aufgebaut haben. Und soweit gewisse Krustazeen solchen Kalk vielleicht in ihre Schalen aufgenommen haben, ist derselbe nicht mehr erhalten. Man kann für diesen Wechsel als Erklärung annehmen, entweder daß das Meereswasser damals kalkarm wurde, oder daß die Bedingungen zur Ausscheidung des vorhandenen Kalkes als Karbonat fehlten. Gegen die Richtigkeit der ersten dieser Erklärungen spricht jedoch der Umstand, daß die vorhandenen Brachiopodenschalen großenteils aus phosphorsaurem Kalk bestehen, der noch vorhanden ist, also in irgend einer Form im damaligen Meereswasser vorhanden gewesen sein muß. Berechtigter erscheint deshalb die Annahme zu sein, daß damals solche Tiere und Pflanzen, welche kohlensauren Kalk zum Niederschlag bringen, fehlten, während sie vorher und nachher reichlich vorhanden waren und so die Entstehung der Kalkablagerung bedingten. Im Zusammenhang damit ist es auch wichtig festzustellen, daß keine der tierischen Überreste, welche bisher in diesem kalkfreien Schiefer gefunden wurden, authigen sind. Der feine Bodenschlamm war entweder ganz unbewohnt oder wurde nur von solchen Organismen bewohnt, die in Ermangelung erhaltungsfähiger anorganischer Hartgebilde keine Spuren zurückgelassen haben. Alle vorhandenen Brachiopoden und Crustaceenschalen liegen vereinzelt im Gestein und bis jetzt habe ich kein einziges vollständiges, aus zwei Schalen bestehendes Gehäuse gefunden.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Die Trilobitenreste bestehen sogar ausschließlich aus Bruchstücken, zum Teil nur kleinen Schalenfetzen, die ganz zerstreut herumliegen. Spongienreste sind zwar nicht selten, aber ebenfalls nur unregelmäßige Stücke derselben oder gar nur vereinzelte Nadeln sind erhalten. Es erscheint somit als gewiß, daß alle diese Tiere da nicht gelebt haben, wo sie jetzt begraben sind, sondern daß sie durch Strömungen erst hierher gebracht wurden, vielleicht aus weiten Fernen, und daß sie langsam zu Boden sinkend im Schlamm begraben wurden. Daraus erklärt sich wohl auch, weshalb nur ein Teil der Schalen flächen- oder schichtweise ausgebreitet ist, während andere ganz regellos in ihrer Orientierung im Schlamme stecken. Mit diesen Meeresströmungen kam wohl auch eine feine tonige Trübung von ferne hierher, die sich langsam setzte und das Material lieferte, in dem dann die Versteinerungen eingebettet wurden und aus dem die Kapitolcreekschiefer bestehen. Auffallend ist es, daß die colloide Kieselsäure der Spongienskelette durchweg durch Schwefelkies ersetzt wurde, der sich später erst in Eisenhydroxyd umwandelte. Der Mangel an Kalk mag die Ursache dafür sein, daß sich die Nadeln hier nicht wie in kalkreichen Sedimenten in ein Calcitaggregat umgewandelt haben.

Das Meer während der Kapitolcreekschiefer-Periode war somit wahrscheinlich ein totes Meer, oder wenigstens ein solches, das ähnlich wie heute das schwarze Meer nur oberflächlich belebt war. Aber das ist nur denkbar unter der Voraussetzung, daß irgendwo in mehr oder weniger großer Entfernung auf dem Grunde des Meeres ein reiches Leben sich entfaltete, von wo aus nur einzelne Organismen in das Meer der Schieferregion einwanderten oder verschleppt wurden. Es ist somit zu erwarten, daß den Kapitolcreekschiefern von Helena anderwärts Kalkablagerungen als zeitliche Äquivalente entsprechen, und es wäre somit ganz verfehlt, die altersgleichen Schichten nach petrographischen Ähnlichkeiten feststellen zu wollen.

b. Die nachträglichen Umwandlungen der Versteinerungen.

Die ursprünglich ungeschichteten Tone sind jetzt deutlich geschiefert. Sie lassen sich leicht in annähernd paralleler Richtung spalten, wenn schon diese Spaltbarkeit ihre Grenzen hat; denn es ist nicht leicht Spaltstücke zu erhalten, welche dünner als 5 mm sind. Dazu kommt, daß das Gestein von zahlreichen vielfältig sich kreuzenden Kluftflächen quer zur Schieferung durchsetzt wird. Sie sind so enge gestellt, daß eine technische Verwertung dieser Schiefer unmöglich ist. Gleichzeitig mit der Entstehung dieser Druckschieferung stellten sich in der ganzen Gesteinsmasse innere Bewegungen ein, die teils zu Zerrungen teils zu Pressungen führten. Hierdurch erhielten die

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

annähernd kreisrunden Schalen der Versteinerungen häufig eine längliche Form, und dies ist mit eine der erschwerenden Umstände bei der Bestimmung der Versteinerungen.

Außer diesen nur mechanischen Umwandlungen ist aber das Gestein noch von einer anderen betroffen worden, die sich am auffälligsten an den Kalkschalen der Brachiopoden bemerkbar macht. Soweit diese Schalen noch aus phosphorsaurem Kalk bestehen, heben sie sich durch ihre schneeweiße Farbe recht auffällig von den dunklen Schiefern ab. Aber immer gewahrt man in der weißen Masse eigenartige dunkle, häufig grünliche Partien. Löst man die Schalensubstanz in konzentrierter Salpetersäure auf, so bleibt ein unlöslicher Rest übrig. Derselbe besteht aus winzigsten, nur 2—6 μ großen Quarzkörnchen, die sich einerseits um helle bräunliche durchschimmernde Plättchen gruppiert haben, die das Licht nicht, oder höchstens stellenweise ganz schwach doppelt brechen und die wohl die Reste der Schalenchitinsubstanz darstellen, anderseits an grünlich durchscheinenden glimmerartigen, das Licht deutlich doppelt brechenden Plättchen haften, die bis $^1/_{10}$ mm groß werden und anscheinend einem eisenhaltigen Silikatmineral angehören. Die Kleinheit der Schalen und der Mangel an ausreichendem Material haben mir eine genauere Untersuchung dieser Umwandlungsprodukte unmöglich gemacht. Sie sind aber auf die Schalen beschränkt. Im Gestein selbst konnte ich sie auch in Dünnschliffen nicht nachweisen. Trotz dieser Umwandlungen ist jedoch die äußere Form der Kalkschale mit ihrer feinen granulierten Oberfläche meist noch ganz gut erhalten geblieben.

Das Schiefergestein selbst besteht aus einem äußerst feinkörnigen Aggregat mikroskopisch kleiner durchscheinender Krystalle wahrscheinlich eines Tonerdesilikates. Quarzkörner oder sonstige plastische Beimengungen sind in den von mir untersuchten Dünnschliffen nicht nachzuweisen gewesen. Ob die mikrokrystalline Struktur des Schiefers nur durch die mechanische Inanspruchnahme bei den tektonischen Bewegungen oder durch das Aufdringen von Tiefengesteinen erzeugt worden ist, lasse ich dahingestellt sein. Aber die eigenartigen Neubildungen in den Schalen selbst können kaum bloß mechanische Ursachen haben. Sicher ist, daß der Granitstock im Süden von Helena die Kalksteine und Sandsteine, da wo er sie unmitelbar berührt, sehr stark metamorphisiert hat. Je weiter man sich allerdings von der Granitgrenze entfernt, um so schwächer wird diese Umwandlung. Aber in dem devonischen Kalk mit Spirifer disjunctus ist sie noch immer deutlich zu erkennen, und auch in den liegenden Kalksteinen des Cambriums sind Andeutungen vorhanden, auf die ich aber erst in einem späteren Teil bei Besprechung der Oolithe im Helenakalkstein näher eingehen will.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

IV. Die Versteinerungen der Kapitolcreek-Schiefer.

I. Spongien.

1. Hexactinelliden.

Protospongia cf. fenestrata Salter.

(Tafel I Fig. 2—7.)

Zahlreiche Nadeln liegen in den schwarzen Schiefern, teils isoliert teils zusammengeschart. Ihre Form verweist sie zu den Hexactinelliden. Sie bestehen aus rötlichem Eisenhydroxyd. Die colloide Kieselsäure ist offenbar durch Schwefelkies ersetzt worden, der dann später in Eisenhydroxyd umgewandelt wurde. Es ist das derselbe Vorgang, der auch die Nadeln der Protospongia fenestrata aus dem Cambrium in Wales betroffen hat. Hier wie bei Helena herrschen Vierstrahler vor, deren Strahlen zum Teil rechtwinkelig, zum Teil aber auch spitzwinkelig zueinander gestellt sind. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß diese schiefe Stellung Folge einseitigen Druckes im Gestein ist, wodurch ihre ursprünglich regelmäßige Form verzerrt wurde. Doch läßt sich gegen diese Erklärung einwenden, daß oft recht- und spitzwinkelige Megaskleren durcheinanderliegen. Neben den Vierstrahlern kommen auch solche vor, die wie Ein-, Zwei-, Drei-, Fünf- und manchmal auch wie Sechsstrahler aussehen und es in vielen Fällen wohl auch gewesen sind. Ihre Kleinheit macht es oft schwierig, besonders da, wo sie dicht zusammengedrängt liegen, zu erkennen, ob sich kreuzende Strahlen urspründlich zusammengehörten oder nur zufällig aufeinander liegen. Ebenso mag bei manchen Dreistrahlern der vierte außerhalb der Schieferungsfläche liegen und das Gleiche gilt für einen fünften Strahl bei Vierstrahlern. Die kleineren liegen zwischen den größeren manchmal in ähnlicher Weise eingeschaltet, wie dies von den englischen Formen bekannt ist und von Sollas als eine der ursprünglichen Lagerung in den Spongien entsprechende aufgefaßt wurde. Wenn man danach vermuten dürfte, daß es sich um Autodermalnadeln handelt, wäre es nicht unmöglich, daß die regelmäßigen Vierstrahler in Wirklichkeit Fünfstrahler sind, deren längerer Strahl natürlich nicht in der gleichen Ebene mit den anderen liegen kann und somit entweder bei der Einbettung abgebrochen ist oder in das Gestein senkrecht zur Schieferungsfläche hereingreift. Der Umstand, daß in manchen Fällen bei den scheinbaren Vierstrahlern der eine erheblich größer ist als die anderen, gibt dieser Deutung eine gewisse Berechtigung.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Mit Protospongia fenestrata, von der Sollas [1]) und Hinde [2]) gute Abbildungen gegeben haben, kann ich die Art von Helena nicht vereinigen, weil die Nadeln hier fast um das doppelte kleiner sind. Auch besteht hier jene Regelmäßigkeit der Anordnung, welche für die englische Art charakteristisch zu sein scheint, nicht. Freilich könnte dies im Erhaltungszustand begründet sein, insbesondere darin, daß bei Helena die tieferen Hypodermalnadeln sich mit den äußeren Autodermalnadeln vermengt haben. Das vorliegende Material genügt jedoch nicht, um diesen Überresten einen neuen Artnamen zu geben.

Protospongia fenestrata gehört zu den lyssakinen Formen der Hexactinelliden und steht wohl unter den lebenden Spongien der Familie der Rosseliden am nächsten, besonders dem Genus Langullela. Zwei Arten von Protospongia sind beschrieben. P. fenestrata und Hicksi, beide aus dem mittleren Cambrium; doch soll erstere nach den Angaben Etheridges auch schon im unteren Cambrium vorkommen.

2. Lithistiden.

(Tafel I Fig. 8—9.)

Auf mehreren Platten kommen rostbraune Gebilde vor, die aus Eisenhydroxyd bestehen und in ihrer Form an Rhizomorinenskelette erinnern. Zwei davon habe ich vergrössert abzeichnen lassen. Es ist aber schwer, die kleinen Objekte vollständig genau wiederzugeben. Man kann natürlich auch daran denken, daß nur anorganische Gebilde vorliegen, die aus der Umwandlung ursprünglicher Schwefelkieskrystalle hervorgegangen sind. Es scheint mir dies aber weniger wahrscheinlicher zu sein, weil ihre Form zu wenig krystallographische Orientierung zeigt. Eine gewisse Ähnlichkeit besteht mit den Spongienskeletten, welche Hinde als Nipterella paradoxica (Bill.) aus den Calciferousschichten des unteren Ordovicium beschrieben hat [3]). Eine spezifische Ähnlichkeit besteht jedoch nicht.

II. Brachiopoden.

1. Rustella Edsoni Walcott var. pentagonalis.

(Tafel I Fig. 10.)

Zusammen mit solchen Lithistidenskeletten liegt auf derselben Platte eine Schale, die 8 mm lang und 10 mm breit ist. Sie gleicht auffällig den Schalen, welche Walcott früher zu Kutorgina cingulata gestellt, neuerdings aber als Rustella [4]) beschrieben hat, und als primitivste Brachiopodenform auffaßt. Unter

[1]) Q. J. Geol. Soc. London, Bd. 36 S. 263, 1880.
[2]) Monograph. Brit foss. Sponges, 1888.
[3]) Hinde. Q. J. Geol. Soc., Bd. 45 S. 144, 1889 und Rauff. Paläospongien. Paläontogr., Bd. 40 S. 241.
[4]) Monographs U. St. Geol. Surv. Vol. 51. 1912, Cambrian Brachiopoda S. 327, Taf. I Fig. 1.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

dem Material von Helena fällt diese Schale durch ihre Größe auf, an welche die anderen nicht heranreichen. Der Wirbel liegt ganz am oberen Rande. Die Schalenoberfläche zeigt nur konzentrische aber wenig kräftige Anwachslinien. Unter dem Vergrößerungsglase gewahrt man eine feine Granulierung, deren einzelne Körner nur 30 μ groß sind und die deshalb mit bloßem Auge nicht leicht wahrgenommen wird. In ihrer Anordnung haben sie eine gewisse Ähnlichkeit mit der Granulierung von Mikromitra, die aber viel gröber ist, so daß sie auch ohne Lupe leicht erkannt werden kann. Die Ursache der Granulierung ist jedenfalls in der Struktur der Kalkschale zu suchen, welche bei Obolella noch eingehend zu besprechen sein wird. Die von Walcott beschriebenen Exemplare erreichen eine Länge bis zu 25 mm, während die Schale von Helena nur ein Viertel dieser Größe erlangt. Der einzige greifbare Unterschied mit dem Typus der R. Edsoni liegt jedoch nicht in diesem Größenverhältnis, sondern darin, daß die Umrisse etwas pentagonaler sind, so daß die größte Breite nicht in der Mitte der Länge liegt, sondern höher gegen den Wirbel heraufgerückt ist. Das ist der Grund, weshalb ich sie als besondere Varietät zunächst unterscheide. Die Rustella Edsoni ist bis jetzt nur aus dem untern Cambrium von Vermont und Pennsylvania bekannt geworden.

2. Lingulella Helena Walcott.[1])

(Tafel II Fig. 1—2.)

Zwei Schalen kann ich mit Sicherheit zu der von Walcott beschriebenen Art stellen, die er auf einen Fund bei Helena selbst gegründet hat. Es sind zwei Ventralschalen. Diese Art unterscheidet sich von allen anderen aus dem Cambrium durch ihre pentagonale Form, die dadurch bedingt ist, daß die Area sehr kräftig und lang ist und die größte Breite der Schalen etwas oberhalb der Mitte der Schalen liegt. Hierdurch erinnert ihre Form an diejenige der Obolusschalen. Das Verhältnis der Breite zur Länge ist nach Walcott 6 : 7,5—8. Bei unseren beiden Schalen ist das Verhältnis 6 : 7,5 und 8,5. Die konzentrischen Anwachsstreifen sind deutlich zu sehen und ebenso eine sie kreuzende schwache radiale Streifung. Zwar konnte ich von inneren Muskeleindrücken nichts bemerken, aber an der Zugehörigkeit dieser Schalen zu L. Helena ist um so weniger zu zweifeln, als, wie sich hernach ergeben wird, Walcotts Originalstücke aus demselben Lager stammen. Wie schon oben erwähnt, liegt der eine der Walcottschen Fundorte 0,8 km südlich von Helena, also gerade da, wo die Schulterschiefer des Mt. Helena hinstreichen und sich

[1]) Proc. U. St. Nat. Mus. 1898, vol. 21 S. 406 and Cambrian Brachiopoda 1912 S. 506, Taf. 24 Fig. 3.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

weiter bis zum Kapitolcreek fortsetzen. Der andere Fundort befindet sich im Last Chance Gulch im Südwesten von Helena, ebenfalls in diesen Schulterschiefern. Zusammen mit dieser Lingulella kommt nach Walcott auf denselben Schieferplatten die Westonia Ella vor und er bildet ein Stück davon ab (l. c. Taf. 47 Fig. 1 g). Diese Art ist 1877 von Hall und Whitfield aufgestellt und dem Genus Lingulepis eingereiht worden. Walcott hat dafür ein Subgenus Westonia aufgestellt, welches eine Abteilung von Obolus ist. Nach den Walcottschen Abbildungen sind die Ventralschalen dieser Art fast so breit als lang, während das von Helena abgebildete Exemplar das Verhältnis 6 : 7,4 zeigt. Und da außerdem die darauf eingezeichneten Muskeleindrücke eine Identität mit W. Ella nicht wahrscheinlich machen, so möchte ich glauben, daß hier nur eine besonders breite Form von Lingulella Helena vorliegt. Was das Alter dieser Art betrifft, so gibt Walcott dafür das mittlere Cambrium an, obwohl das Alter der Schiefer, von denen der Typus genommen ist, palaeontologisch nicht sicher festgelegt war. Aber er begründet diese Altersbestimmung damit, daß die gleiche Art im mittleren Cambrium von Idaho und Wyoming vorkomme (54 s., 4 n). Abbildungen von diesen Fundorten sind leider nicht gegeben, und diejenigen Stücke, welche er aus dem mittleren Cambrium des Big Cotton Wood Canyon in dem Wasatch Range abgebildet hat (Fig. 3 d) sind in ihrer Zugehörigkeit zu dieser Art, was auch Walcott selbst andeutet, mehr als zweifelhaft.

Bei Melade in Idaho fand Walcott L. Helena (54 s) zusammen mit zahlreichen Brachiopoden des mittleren Cambriums, von denen einige anderwärts auch bis ins obere Cambrium und sogar ins Ordovicium heraufgehen, in Kalksteinen seiner Langstonformation, die er 60 engl. Meilen weiter im Südosten in der Blacksmith Fork-Section der Wasatch Mountains in Nord-Uta zwischen Ute und Loganpaß im mittleren Cambrium ausgeschieden hat. Er gliedert das mittlere Cambrium dort in folgender Weise: [1])

Nounan-Formation	317 m
Bloomington „	402 „
Blacksmith „	174 „
Ute „	222 „
Langston „	152 „
	1267 m

[1]) Smithon. Miscel. collections. Vol. 53. Cambrian Geology and Paleontology No. 5. Cambrian Sections of the Cordillerian area. No. 1812. (1908) S. 190.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Somit kann man nur sagen, daß L. Helena eine Art ist, die zwar bis ins untere Mittelcambrium heraufgeht, an ihrer typischen Lokalität aber im unteren Cambrium liegt. In Wyoming (4 n) fand Walcott L. Helena in mittelcambrischen Kalksteinen der Teton Mountains 100 m über der Diskordanzfläche gegen das Präcambrium, also ebenfalls in ziemlich tiefer Lage.

3. Obolella Billings (Walcott emend.).

Die Mehrzahl der Brachiopodenschalen, die mir die Kapitolcreekschiefer geliefert haben, stelle ich zu diesem untercambrischen Genus. Es sind rundliche, schwach gewölbte Schalen mit randlichem Wirbel und deutlichen konzentrischen Anwachsstreifen. Die schwache und eigenartige Entwicklung der Area unterscheidet sie deutlich von den Schalen des Genus Obolus und auch aller anderen Genera, soweit deren Schalen äußerlich eine gewisse Ähnlichkeit besitzen. Zwar ist bei den meisten der Schalen, die ich zu Obolella stelle, die Arealgegend nicht sichtbar oder nicht mehr erhalten, weil sie beim Aufspalten der Schiefer verloren gegangen ist. Das ist aber nur erklärlich, wenn die Arealfläche sehr schwach entwickelt war, während bei Obolus auch dann wenigstens noch Teile derselben hätten erhalten bleiben müssen. Höchstens könnte noch zum Vergleich die Gattung Dicellomus herangezogen werden. Aber auch bei diesen sind die Schalen dicker und die Arealgegend kräftiger entwickelt und die Schalenform, wenigstens der schon beschriebenen Dicellomusarten eine verschiedene. Die einzige Art, welche der Größenverhältnisse halber herangezogen werden könnte, ist Dicellomus politus. In der Tat hat auch Walcott diese Art von Helena in Fig. 4 und 4a auf Taf. 52 (l. c.) abgebildet, wo sie mit L. Helena zusammen liegen soll, und womit er das mittelcambrische Alter für diesen Fundort beweisen zu können glaubte. Er bemerkt jedoch dazu (S. 577), daß die Zuteilung der Stücke aus den „kieseligen Schiefern" von Helena zu dieser Art ziemlich zweifelhaft sei, weil die Schalen verdrückt und verzerrt seien. Und in der Tat zeigen die Abbildungen (Taf. 52 Fig. 4) das Verhältnis 13 : 10 für Breite und Höhe, während D. politus nicht breiter als hoch, meist sogar etwas höher als breit ist, außerdem kommt hinzu, daß D. politus seine größte Breite stets in der unteren Schalenhälfte hat, während die Schalen von Helena ihre größte Breite in der Mitte oder etwas oberhalb derselben haben.

Die spezifische Bestimmung dieser Obolellaschalen ist nicht leicht, weil sie durch Gesteinsdruck zumeist mehr oder weniger stark deformiert sind. Auch das Herauspräparieren der sehr kleinen Schalen ist äußerst schwierig, und die Erkennung der die Innenseite der Schalen charakterisierenden Muskeleindrücke

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

und Septen ist nur mit der Lupe, und auch mit dieser nicht immer möglich. Es hat sich ergeben, daß nur drei Arten in Betracht kommen können: Obolella atlantica, chromatica und crassa, und daß in meinem Material zwei Typen sich ziemlich gut unterscheiden lassen. Der eine hat kräftige konzentrische Anwachsstreifen, bei dem anderen treten dieselben etwas mehr zurück. Dafür kommen aber deutliche radiale Streifen hinzu.

O. atlantica .	Maximalhöhe	7 mm	kräftig radial gerippt.
O. chromatica .	„	8 mm	konzentrisch gestreift mit schwacher radialer Streifung.
O. crassa . .	„	12 mm	„ „ „
Unsere Schalen .	„	5—7 mm	

Die Kleinheit unserer Formen kann kein Grund sein, um sie prinzipiell von den drei genannten Arten auszuschließen. Meine Bestimmungen basieren ausschließlich auf dem Vergleich mit den vorhandenen Abbildungen, weil in der Münchener Palaeontologischen Staatssammlung kein Vergleichsmaterial vorhanden ist.

Obolella crassa Hall.

(Tafel II Fig. 4—5, 7—12.)

Zu dieser Art stelle ich alle jene Schalen, welche keine Radialstreifung oder höchstens eine schwache Andeutung derselben zeigen. Obwohl den Größenverhältnissen nach ein Vergleich mit O. chromatica nahe liegt, so hat mich von demselben doch der Umstand abgehalten, daß der Wirbel bei dieser Art infolge der schräg aufsteigenden Area ziemlich hoch über dem Schloßrande der Schale liegt (s. Walcott Taf. 54 Fig. 1), während er bei unseren Stücken ebenso wie bei O. crassa tief auf die Ebene des Schalenrandes herabgeht. Inwieweit allerdings bei unseren Stücken dies durch die Zusammendrückung bedingt ist, läßt sich mit Sicherheit nicht feststellen und aus diesem Grunde besteht eine gewisse Unsicherheit darüber, ob ein Teil der Stücke nicht doch vielleicht zu O. chromatica gestellt werden sollte. Fig. 9 und 11 zeigen die Innenseite zweier ventralen Schalen. Die vom Wirbel ausgehenden zwei mondsichelartigen Leisten, die auf der Zeichnung vielleicht etwas kräftiger erscheinen, als sie wirklich sind, entsprechen wohl der Lage der zwei Hauptgefässe. In Fig. 11 sieht man außerdem einen medianen länglichen Eindruck, der als Zentralgrube gedeutet werden kann. In Fig. 9 liegt ebenfalls median, aber etwas höher als das obere Ende der sichelförmigen Leisten eine kleine Grube, die dem Stielmuskeleindruck entsprechen könnte. Auf Fig. 7 sieht man da, wo die Schale weggebrochen ist, die sehr verwaschenen Spuren der Visceral-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

vertiefungen, ungefähr so wie sie Walcott auf Tafel 4 Fig. 2, i und j dargestellt hat. Der Wirbel ist beim Versuche, die Schale freizulegen, leider abgebrochen, hatte aber die Form, wie sie dieser Art zukommt. Auf Fig. 5 gewahrt man am vorderen Rande der Schale nur an einer Stelle schwache radiale Streifung, welche die konzentrischen Anwachsstreifen kreuzt, wie dies nach Walcott zuweilen je nach dem Erhaltungszustande bei dieser Art vorkommen soll. Fig. 8 endlich zeigt uns drei Schalen dieser Art, die dicht nebeneinander, aber in ganz verschiedener Orientierung liegen. Sie sind sehr stark deformiert, alle drei in der gleichen Richtung zusammengedrückt und rechtwinkelig dazu in die Länge gezogen, so daß man bei flüchtiger Betrachtung sie für oblonge Schalen halten könnte, wenn eben nicht die Lage der Wirbel noch deutlich zu erkennen wäre und ebenso auch die Richtung der Anwachsstreifen. Die linke Schale ist mit der Innenseite nach oben gekehrt und läßt in der Wirbelregion, zwischen zwei kleinen Anschwellungen, die für die dorsale Schale charakteristische kleine Area erkennen. Die mittlere Schale zeigt zwar ganz deutlich einen randständigen Wirbel, aber ihre höchste Wölbung liegt fast in der Mitte der länglich ausgezogenen Schale, so daß man sie leicht mit einer Acrothele verwechseln könnte. In der Richtung, in welcher die drei Schalen in die Länge gezogen sind, erkennt man auch Streckungserscheinungen auf der Oberfläche der Gesteinsfläche selbst. Solche Verzerrungen der Schalen sind sehr häufig und steigern sich stellenweise so, daß die Schalen bei einer Breite von 7 mm nur noch eine Höhe von 4 mm zeigen. Man muß sich hüten sie in diesem Falle etwa für Schalen von Acrothele Colleni zu halten. Die Anwachsstreifen geben auch in diesen Fällen den richtigen Hinweis (siehe Fig. 4, wo ein zufälliges punktförmiges Gebilde irrtümlich als ein Foramen gedeutet werden könnte).

Obolella atlantica Walcott.

(Tafel II Fig. 3 und 6.)

Zu dieser Art, welche früher mit Obolella crassa vereinigt worden ist, glaube ich, mehrere Schalen stellen zu müssen, die sich durch eine sehr feine, aber deutliche radiale Streifung auszeichnen, wie ich sie bei Obolella crassa nie wahrnehmen konnte. Die Schale Fig. 6 ist infolge der Gesteinsstreckung unsymmetrisch geworden, zeigt aber unterhalb des Wirbels, ähnlich wie bei O. crassa (Fig. 7) die medianen drei Visceraleindrücke. Fig. 3 zeigt eine fast ganz flach gedrückte Schale mit deutlicher radialer Streifung.

Walcott hat die Ähnlichkeit der Spezies atlantica und chromatica ausdrücklich hervorgehoben und da der Erhaltungszustand der Schalen bei Helena

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

manches zu wünschen übrig läßt, so ist die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, daß diese Formen zu chromatica gehören, von welcher gesagt wird, daß sie auch radiale Streifen habe, wenn schon dieselben gewöhnlich fehlen.

4. Acrotreta cf. sagittalis Salter.

(Tafel III Fig. 8.)

Zu dieser Art stelle ich eine einzige Schale, wenn schon eine sichere Bestimmung nicht möglich erscheint. Das kleine Foramen im Apex ist nicht ganz so deutlich, als es die Zeichnung wiedergibt. Von der falschen Area, die zwischen dem Wirbel und dem hinteren Schloßrande liegen soll, ist nichts zu sehen, was aber Folge der Unmöglichkeit, diesen Teil besser herauszupräparieren, sein kann. Die geringe Höhe der Schale und die Lage des Wirbels legt jedoch einen Vergleich mit dieser Art sehr nahe. A. sagittalis ist eine im ganzen Cambrium verbreitete Art, die nicht nur im oberen Cambrium Europas und im mittleren Cambrium Europas und Nordamerikas sondern dort auch im unteren Cambrium vorkommt, wenn man die von Walcott als Var. taconica abgetrennte, aber nur schwer zu unterscheidende Form mit einrechnet.

5. Kutorgina cf. perrugata. Walcott.

(Tafel III Fig. 1.)

Ein einziges Schalenfragment liegt vor, das die für Kutorgina perrugata charakteristische Oberfläche zeigt, die mit konzentrischen Anwachslinien und mehr oder weniger konzentrischen Runzeln versehen ist. Nach Walcott ist die Oberfläche bei dieser Art durch ein feines Netzwerk schräger, sich kreuzender, vertiefter Linien ausgezeichnet, die winzige rhombische Erhöhungen zwischen sich einschließen, welche unter mäßig starker Vergrößerung wie feine Papillen erscheinen. Diese Schilderung trifft auch für unser Schalenfragment so vollkommen zu, daß es nahe liegt, dasselbe zu dieser Art zu stellen; nur ist zu bemerken, daß diese „Papillen“ hier nur an den Rändern der Schale gut erhalten sind. An den übrigen Teilen sind sie entweder durch Abrollung vor ihrer Einbettung oder nachher bei der inneren Reibung im Gesteine während der Gebirgsbildung verloren gegangen. Übrigens ist diese Papillenbildung bei den kalkigen Schalen der nahe verwandten Brachiopodengattungen, wie es scheint, allgemein verbreitet und nimmt bei Mikromitra so große Dimensionen an, daß sie schon mit bloßem Auge leicht wahrgenommen wird. Aber auch bei den Schalen von O. crassa und der Rustella sieht man bei starker Vergrößerung eine feine minutiöse Chagrinierung, die sich nur durch noch größere Feinheit von der bei Kutorgina perrugata unterscheidet. Ohne Zweifel ist sie

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

im Schalenbau begründet, bedarf aber der Aufklärung durch mikroskopische Studien, die ich jedoch bei meinem Material nicht ausführen konnte, teils weil es nicht zahlreich genug ist, teils weil es schon gewisse Umwandlungen erfahren hat, wie schon vorher erwähnt. Ob die prismatische Struktur, welche bei den Schalen von O. crassa vorhanden zu sein scheint (s. Fig. 2 f. Taf. 54 bei Walcott) mit der Papillenbildung in Zusammenhang gebracht werden darf, weiß ich nicht. Walcott selbst nimmt an, daß die dort von ihm abgebildete Schale ihre ursprüngliche Struktur schon verloren habe und von einer körnigen Kalkmasse ersetzt worden sei.

Nach Walcott kommt diese Art nur im unteren Cambrium von Nevada und California vor.

III. Hyolithes cf. Billingsi Walcott.

(Tafel III Fig. 2 und 4.)

Von dieser Gattung liegen mir drei Stücke vor. Die Schalen sind in Eisenhydroxyd umgewandelt und treten infolgedessen deutlich aus dem dunklen Schiefer hervor. Das eine Stück (Fig. 2) zeigt die für Hyolithes im engeren Sinne charakteristische Verlängerung auf der Dorsalseite. Die untere Spitze der Schale ist nicht erhalten, aber gleichwohl fällt in dem nach unten sich stark verschmälernden Teil ein kräftige Ringelung auf, die das Vorhandensein innerer Septen vermuten läßt. Die ganze Schale ist 12 mm lang, hat eine größte Breite von 4 mm. Im Querschnitt ist sie schwach triangulär. Von einer Längsstreifung ist nichts zu bemerken. Das flachgedrückte Stück (Fig. 4) ist 10 mm lang und zu oberst 3 mm breit. Die größte Ähnlichkeit zeigen diese drei Stücke mit H. Billingsi [1]), dessen Länge 12 bis 17 mm und größte Breite 6 mm hat. Auch von dieser Art ist die äußerste Spitze unbekannt und außerdem nicht festgestellt, ob sie eine dorsale Schalenverlängerung hat oder nicht. Besonders dieser Umstand ist es, der eine Identifizierung der Stücke von Helena mit dieser Art erschwert.

H. Billingsi ist bis jetzt gefunden im unteren und mittleren Cambrium aus dem House Rangs, Utah und von L'Anse de Loupe, Labrador sowie im mittleren Cambrium des Big Cotton Wood Canyon bei Argenta, Wasatsch Mts. Utah.

---

[1]) Ch. D. Walcott Bull. U. St. Geol. Surv. Nr. 30 (1886) S. 134. The Fauna of the Lower Cambrian. 10 th. Annual Rep. U. St. Geol. Surv. 1890. Cambrian Brachiopoda in Monographs U. St. Surv. Vol. 51 (1912) S. 158, 189, 195, 281.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

IV. Crustaceen.

1. Fordilla (?) Walcotti n. sp.

(Tafel III Fig. 3 und 5.)

Eine rechte und eine linke Schale liegen vor; beide mit der Innenseite nach oben gekehrt. Da bei dem einen Stück die Schale zum Teil abgelöst ist, so läßt sich feststellen, daß dieselbe auf der Außenseite deutliche konzentrische Anwachsstreifen hatte, wie bei Fordilla troyensis, mit der sie auch in den äußeren Umrissen große Ähnlichkeit zeigt.

Barrande [1]) hat diesen Genusnamen 1881 aufgestellt. S. W. Ford aus Troy im Staate New-York hatte ihm aus dem mittleren Cambrium die Stücke geschickt, welche er auf Taf. 361 abgebildet hat. Er hielt sie jedoch nicht wie Ford für Lamellibranchiaten, sondern für Schalen eines primodialen Crustaceen. Diese Auffassung fand anfangs wenig Anklang, noch 1886 verhielt sich Walcott ganz ablehnend und hat sich ihr erst 1890 mehr zugeneigt. Was von dem Inneren dieser Schalen bisher bekannt geworden ist, spricht nämlich in keiner Weise für deren Molluskennatur, denn es fehlen die dafür charakteristischen Muskeleindrücke und Schloßzähne. Statt dessen trägt die linke Schale eine eigentümliche kleine konische Protuberanz nahe dem Vorderrande und vor dem Wirbel. An gleicher Stelle sieht man bei der linken Schale von Helena eine längliche, etwas gekrümmte Schalenverdickung, die nach dem unteren Teile abfällt, nach oben sich zu einer kleinen Mulde vertieft, die sich bis zum Wirbel erstreckt. Auf der rechten Schale fehlt dies alles und statt dessen gewahrt man unter dem Wirbel, ganz wenig nach vorn gerückt, eine elliptische Vertiefung, welche in eine kleine Schalenverdickung eingesenkt ist. Man kann dies so deuten, daß die linke Schale einen Kopfausschnitt hatte, die rechte eine verstärkte Rückenmuskel-Haftstelle. Das würde auf einen branchiopodenartigen Krebs hinweisen. Walcott hat 1890 (l. c. Taf. 73 Fig. 1) den Steinkern einer linken Schale aus dem unteren Cambrium von North Atleborough Mass. abgebildet, ihn aber nur mit Vorbehalt zur Spezies Troyensis gestellt. Er ist 7 mm lang und 4 mm hoch, also erheblich länger als bei jener Art, aber ganz genau übereinstimmend in den Größenverhältnissen mit den Schalen von Helena. Dazu kommt, daß ein künstlicher Abdruck der linken Schale ein Bild gibt, welches mit der Fig. 1 bei Walcott auffällig übereinstimmt und den kleinen Einschnitt erkennen läßt,

---

[1]) J. Barrande Acéphalés. Études locales et comparatives. Extrait du Système Silurien du Centre de la Bohême. 8° Vol. VI. S. 393 und Taf. 361.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

der eben als Kopfausschnitt zu deuten ist. Ich bin deshalb geneigt, Walcotts Fig. 1 mit meinen zwei Schalen zu identifizieren und auf alle Fälle von F. troyensis spezifisch abzutrennen. Ob freilich diese neue Art als Fordilla bezeichnet werden darf, bleibt einstweilen ungewiß; doch ziehe ich es vor, ihr den alten Genusnamen zu belassen, da ein neuer Name unsere Erkenntnis doch nicht weiter fördern würde.

2. Trilobiten.

(Tafel I Fig. 1 und Tafel III Fig. 6, 9, 11—14.)

Es liegen mir drei kleine Kopfschilder vor (Fig. 6, 9, 12), bei denen aber die Schalen nicht mehr oder nur andeutungsweise erhalten sind. Das eine derselben (Fig. 12) ist 3 mm breit und 2 mm lang, hat eine nach vorn zugespitzte Glabella und wird deshalb wohl am besten zu Ptychoparia gestellt. Der Randsaum (Limbus) ist kräftig entwickelt. Von den Wangen ist nur der Teil bis zur Gesichtsnaht erhalten. Infolgedessen fehlen auch die Wangenstacheln ganz.

Auf der gleichen Platte, ganz in der Nähe dieses Kopfschildes, liegen einige auseinandergerissene Pleurenstücke eines Trilobitenpanzers (Fig. 14), Fig. 13 zeigt ein Olenelliden-Pleuron (?). Außerdem kommen isolierte, kleine gekrümmte stachelähnliche Gebilde in dem Schiefer vor, die sich an den der Spitze entgegengesetzten Enden plötzlich sehr rasch verbreitern und die wie abgebrochene Stacheln von Trilobiten aussehen (Taf. I Fig. 1).

Ein eigentümliches Gebilde wird durch Fig. 11 wiedergegeben. Ich deute es als ein Trilobiten-Hypostom. Es sieht aus wie eine Schale mit pentagonalen Umrissen und erinnert insofern etwas an Obolella-Schalen. Aber es unterscheidet sich von solchen doch ganz wesentlich. Anwachsstreifen sind nur an den beiden Seiten deutlich entwickelt, sonst ist die Oberfläche mit ganz feinen Körnchen bedeckt. Der Hinterrand fällt steil ab, während der Vorderrand wie eingedrückt erscheint. Leider ist die rechte Seite nicht mehr ganz erhalten. Die zwei kleinen winzigen Protuberanzen in der Nähe des Hinterrandes, die feingepünktelte Oberfläche der ganzen Schale deuten auf ein Crustaceengebilde hin. In den äußeren Umrissen besteht große Ähnlichkeit mit dem Hypostoma, das Walcott 1890 (Taf. 95 Fig. 1 a) von Bathynotus holopyga abgebildet hat, und dessen Vorderrand ebenfalls stumpfwinkelig ist.

Wenn schon keiner dieser Trilobitenreste eine spezifische Bestimmung und somit auf das Alter dieser Schichten Schlüsse zuläßt, so habe ich dieselben doch beschrieben und abgebildet, weil sie für die Beurteilung des Faunencharakters von Bedeutung sind.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

3. Phyllocariden.

(Tafel III Fig. 7—8.)

Mit Vorbehalt stelle ich eine kleine 5 mm lange Schale zu den Phyllocariden. Ihr Schloßrand ist gerade und einfach. Die Anwachsstreifen der kalkigen Schale stehen dicht gedrängt. Am vorderen Rand gewahrt man eine eigenartige Verdickung, die in Fig. 7 noch stärker vergrößert dargestellt ist. Vielleicht ist es ein Teil eines Phyllocariden-Rostrums, das auf der Innenseite der Schale liegt. Als Muskeleindruck einer Bivalve kann er jedenfalls nicht gedeutet werden. Vielleicht gelingt es später, bessere Stücke aufzufinden, um deren systematische Stellung sicherzustellen. Immerhin erschien mir dies eine Stück interessant genug und ich habe es deshalb abgebildet, obwohl es für die Altersbestimmung dieser Schichten belanglos ist.

V. Die Altersbestimmung der Kapitolcreekschiefer.

Das Verzeichnis der im vorausgehenden beschriebenen Versteinerungen ergibt im ganzen 12 Nummern.

1. Protospongia cf. fenestrata Salt.
2. Eine rhizomorine Lithistide.
3. Rustella Edsoni Walc. var. pentagonalis
4. Lingulella Helena Walc.
5. Obolella crassa Hall.
6. Obolella atlantica Walc.
7. Acrotreta cf. sagittalis Salter.
8. Kutorgina cf. perrugata Walc.
9. Hyolithes cf. Billingsi Walc.
10. Fordilla Walcotti n. sp.
11. Trilobitenreste (Ptychoparia)
12. Ein Phyllocaride.

Alle diese Versteinerungen schließen sich in ihrer Formentwicklung so enge an die cambrische Fauna an, daß kein Grund gefunden werden kann, sie als Vertreter einer präcambrischen Fauna aufzufassen. Für ihre genauere Einreihung in die cambrische Formation ist allerdings nur ein Teil der aufgezählten Formen verwertbar. Nämlich folgende:

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

	Unt.	Mittl.	Oberes Cambrium
1. Protospongia cf. fenestrata . . .	—	—	
2. Rustella Edsoni var. pentagonalis .	—		
3. Lingulella Helena		—	
4. Obolella crassa	—		
5. Obolella atlantica	—		
6. Acrotreta cf. sagittalis	—	—	—
7. Kutorgina cf. perrugata	—		
8. Hyolithes cf. Billingsi	—	—	

Aus dieser Zusammenstellung ersieht man, daß alle Arten, mit einer Ausnahme, im unteren Cambrium zu Hause sind, und daß vier derselben noch ins mittlere Cambrium, eine sogar bis ins Obercambrium heraufgeht. Fassen wir aber nur jene vier Arten ins Auge, welche mit spezifischer Sicherheit bestimmt sind, dann ergibt sich in noch höherem Maße, daß unsere Fauna untercambrisch sein muß, denn Rustella und die Obolellen müssen für dieses als charakteristisch gelten. Von Lingulella Helena sagt Walcott allerdings, daß sie nur dem Mittelcambrium angehöre, aber wir haben ja bereits gesehen, daß sie außer bei Helena selbst anderwärts mit Sicherheit nur im unteren Horizont des Mittelcambriums nachgewiesen worden ist. Wir kommen somit zu dem Schlusse, daß die Fauna der Kapitolcreekschiefer zweifellos untercambrisch ist, daß sie aber möglicher- und sogar wahrscheinlicherweise einem oberen Horizonte des unteren Cambriums angehört.

VI. Schlussfolgerungen mit Bezug auf das Alter der Beltformation.

Aus der Altersbestimmung der Kapitolcreekschiefer ergibt sich für den Gipfeldolomit die Möglichkeit, daß er entweder ebenfalls noch dem unteren Cambrium angehört oder schon mittelcambrisch ist. Auf alle Fälle stellt er das oberste Glied des bei Helena entwickelten Cambriums dar, zu dem höchstens noch die wenig mächtigen grünlichen Schiefer in seinem Hangenden gerechnet werden können. Die Helenakalksteinformation im Sinne von Walcott liegt unmittelbar unter den Kapitolcreekschiefern. Von einer Diskordanz zwischen beiden ist weder etwas zu sehen, noch ist sie überhaupt wahrscheinlich. Schon aus diesem Grunde wird man also den Helenakalkstein noch ins untere Cambrium solange versetzen müssen, als keine von der untercambrischen verschiedene Fauna darin nachgewiesen ist. Was dann die kalkführenden Übergangsschiefer und die liegenden Quarzite betrifft, so könnte man sie wegen

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

ihrer petrographischen Entwicklung zur Flatheadformation zu stellen geneigt sein; aber dann wäre diese Formation jedenfalls untercambrisch und nicht mittelcambrisch, wie das an anderen Stellen angenommen wird. Ich vermeide es deshalb, sie als Flatheadformation zu bezeichnen; höchstens könnte man von einer Flatheadfacies sprechen. Jedenfalls aber ist nun der Nachweis erbracht, daß die obersten Glieder der Beltformation, so wie Walcott sie aufgefaßt hat, dem Präcambrium nicht angehören, und daß ihre Abtrennung vom Cambrium wegen der angeblichen Unkonformität ein Irrtum war. Unberührt durch diese Feststellungen bleibt natürlich die Frage nach dem Alter der tieferen Glieder der Beltformation und dies um so mehr, als die Aufschlüsse bei Helena keine Auskunft darüber zu geben imstande sind, ob zwischen ihnen und dem Cambrium eine Diskordanz besteht.

Ob die schon früher beschriebenen eigenartigen Schiefer, die in den unteren Teilen der Stadt Helena anstehen, noch zu den Spokaneschiefern oder schon zu den Greysonschiefern gezählt werden dürfen, lasse ich unentschieden. Eine Untersuchung der Gegend nordwestlich des Mt. Helena könnte vielleicht darüber eine Entscheidung bringen. Die Versteinerungen, die Walcott 1898 aus den Greysonschiefern der Little Belt Mountains, 60 englische Meilen ost-nordöstlich von Helena beschrieben hat, sind so unbestimmter Natur, daß man daraus auf ihr Alter keinen sicheren Schluß ziehen kann. Die als Helminthoidichnites Neihartensis, spiralis und Meeki und als Planulites corrugatus und superbus beschriebenen Gebilde sind derartig, wie sie in fast allen Formationen vorkommen. Bei manchen derselben bleibt es zweifelhaft, ob sie organischen oder unorganischen Ursprungs sind und über die Tiere, welche sie allenfalls erzeugt haben, geben sie keinen Aufschluß. Als fossile Reste wirklicher Tiere bleiben somit nur die unregelmäßigen Fetzen chitinartiger Häute übrig, denen Walcott den Namen Beltina danai gegeben und die er zu den Merostomata gestellt hat. Doch sagt er von ihnen: „Die Crustaceenreste sind in höchst ungenügender Weise erhalten“ (c. c. S. 237). In seiner Beschreibung derselben habe ich keine Angaben gefunden, die es ermöglichten, sie von zerrissenen Chitinhäuten aus jüngeren Formationen zu unterscheiden und überhaupt irgend eine bestimmte Vorstellung über das Aussehen, sowie die spezifische und generische Beschaffenheit dieser Formen zu gewinnen.

Somit können wir sagen, daß bis zum Jahre 1898 aus der Beltformation eine präcambrische Fauna nicht bekannt geworden war. Später jedoch hat Walcott[1]) die Verbreitung seiner Beltformation auf weiten Gebieten Montanas

---

[1]) Bull. Geol. Soc. America, Vol. 17, 1906.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

und des nördlichen Idaho, sowie in britisch Columbia festgestellt und darin an vielen Stellen Versteinerungen gefunden. Es sind aber nur mikroskopisch noch nicht untersuchte Cryptozoen, die keinenfalls als Beweise für das präcambrische Alter gelten können. Einige der von Walcott beschriebenen Profile sollen besprochen werden:

1. Aus dem Campcreek, 84 engl. Meilen nord-westlich von Helena beschreibt er (l. c. S. 2) folgendes Profil.

Von oben nach unten:

1. Mittelcambrischer Kalkstein, nach Ost und Nord-Ost einfallend. Darunter:
2. Flatheadsandstein mit feinem Konglomerat, das mit einer Neigung von 70° anscheinend konkordant auf den
3. Campcreekschichten liegt, deren oberste 4491′ aus Schiefern, Sandsteinen und Quarziten bestehen, die oft Wellenfurchen zeigen, während die unteren 2014′ vorwiegend Sandsteine sind, mit untergeordneten unreinen Kalksteinen, welche eine kleine Cryptozoen-Form einschließen.

Die darunter liegenden Blackfoot-Kalkschichten sind nicht an dieser Stelle, sondern in ziemlicher Entfernung am North fork Canyon des Blackfoot river gemessen. Sie bestehen aus 4805′ Kalksteinen, die lagenweise, zahlreiche Cryptozoen und Oolithe enthalten und gegen das Hangende in 1555′ mächtigen roten kalkigen Sandstein übergehen. Erheblich weiter im Westen bei Ravalli liegt darunter die 8255′ mächtige Ravallisandsteinserie ohne Versteinerungen. Die Gesamtmächtigkeit von 24760′ ist zusammengerechnet aus der Mächtigkeit dieser drei Abteilungen, von denen es aber nicht feststeht, daß sie irgendwo mit solchen Mächtigkeiten wirklich übereinander liegen. Jedenfalls aber scheint es sicher zu sein, daß unter dem Mittelcambrium eine mächtige, völlig gleichförmig gelagerte Schichtenreihe entwickelt ist, die zu oberst und unterst aus kalkfreien Sandsteinen und Tonschiefern, in der Mitte aus vorherrschenden Kalkgesteinen besteht, in denen Oolithe und Cryptozoen vorkommen. Die Vermutung ist deshalb naheliegend und jedenfalls nicht von vornherein ganz abzuweisen, daß alle diese Schichten noch ins untere Cambrium gehören könnten.

2. Am Dearborn river, also etwas weiter im Osten, liegen die Flatheadsandsteine, „unkonform“ auf vorwiegenden Kalksteinen (945′) mit Oolithen und Cryptozoen, die der Blackfoot-limestone Serie entsprechen könnten; darunter weitere 5757′ Sandsteine und Schiefer, vielleicht der Ravalliserie entsprechend und zuletzt noch 15′ Kalkstein. „Die Unkonformität“ ist jedoch auch hier wieder nur damit begründet, daß unter den Flatheadsandsteinen die Camp-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

creekschichten fehlen. Daß diese Feststellung keine stratigraphisch einwandfreie ist, kann nicht zweifelhaft sein.

3. Am Lewis-clark Paß, der 10 englische Meilen südlich vom Dearborn river in der Richtung gegen Helena liegt, legen sich unter die cambrische Flatheadformation 1015′ rotbraune sandige Schiefer, und Sandsteine der Marshformation, die nach unten grau werden, darunter folgen 285′ graue bis lederbraune, zum Teil kieselige Kalksteine der „Helenaformation“ und weiter 1210′ graue sandige Schiefer und Sandsteine der Empireformation mit zwei Kalksteineinlagerungen von je 2′ Dicke mit Cryptozoen. Auch für dieses Gebiet gibt Walcott (S. 27) an, daß die Unkonformität zwischen dem Cambrium und der Beltformation nicht zu sehen ist, aber aus dem großen Wechsel in der Mächtigkeit hervorgehe, den die Beltschichten aufweisen und der einen beträchtlichen Zeitraum zwischen der Ablagerung beider Formationen verlange, in welchem weiter im Norden die versteinerungführenden untercambrischen Schichten der Bow river Serie abgelagert worden seien. Wenn aber wirklich die Kalksteine des Lewis-clark Paß dem Helenakalkstein, wie Walcott annimmt, entsprechen, dann läge überhaupt kein Grund vor, in jenem Profil präcambrische Schichten zu vermuten und die angebliche Unkonformität würde dort gar nicht vorhanden sein, oder aber mitten in die cambrischen Schichten hineinfallen. Anderseits aber ist auch kein zwingender Grund vorhanden, jene Kalke mit dem Helenakalkstein zu identifizieren, so daß es einstweilen noch eine offene Frage bleibt, ob an jenem Passe Schichten der Beltformation vorkommen oder nicht.

Man ersieht aus alledem, daß der stratigraphischen Forschung hier noch große Aufgaben gestellt sind, die aber erst gelöst werden können, wenn gut bestimmbare Versteinerungen in den tieferen Lagen der Beltformation gefunden sein werden. Denn die bisherige Gliederung derselben in verschiedene, mit bestimmten Namen belegte Horizonte kann nur als eine vorläufige bezeichnet werden, die mehr petrographischen als stratigraphischen Wert hat. Sie läßt erkennen, daß die große Mächtigkeit dieser Ablagerungen bedingt ist durch die Anhäufung klastischen Materials, die aber zeitweilig durch Absatz von Kalksedimenten unterbrochen wurde, welche besonders in den mittleren Lagen vorherrschend werden. Wie weit aber hier infolge von Facieswechsel Kalklagen des einen Ortes durch Sand- und Tonablagerungen an anderen Orten vertreten sind, bleibt noch ganz ungewiß, obschon ein solcher Wechsel an sich sehr wahrscheinlich ist. Die einzigen Versteinerungen in den Kalksteinen sind Oolithe und Cryptozoen. Erstere kommen in allen Formationen vor, letztere sind bis jetzt mit Sicherheit nur aus dem Cambrium und viel-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

leicht auch aus unterstem Silur bekannt. Eine spezifische Unterscheidung der einzelnen Formen könnte nur durch mikroskopische Untersuchung durchgeführt werden, was bisher aber noch nicht geschehen ist. Ob also die Cryptozoen der Beltformation andersartig sind wie die des Cambriums, bleibt dahin gestellt und unter keinen Umständen kann man dieselben als etwas für eine präcambrische Fauna Charakteristisches ansehen.

Der Schleier, der über den präcambrischen Bewohnern der Erde liegt, ist somit noch nicht gelüftet und auch die Beltformation Nordamerikas kann uns keinen tieferen Einblick in ihr Wesen gestatten, wenn schon der Erhaltungszustand, die Mächtigkeit und weite Ausdehnung dieser Formation die Hoffnung wach erhalten, daß uns gerade hier spätere Zeiten die gewünschte Aufklärung bringen werden.

Inhaltsverzeichnis.

Einleitung.

I. Teil. Die Fauna der Beltformation bei Helena in Montana.

S. 3 Vorbemerkung.
S. 5 I. Art und Lagerung der Schichten der Beltformation bei Helena.
S. 20 II. Die Diskordanz zwischen dem Cambrium und der Beltformation.
S. 26 III. Die Erhaltungsweise der Versteinerungen in den Kapitolcreekschiefern.
S. 29 IV. Die Versteinerungen der Kapitolcreekschiefer.
S. 40 V. Die Altersbestimmung der Kapitolcreekschiefer.
S. 41 VI. Schlußfolgerungen mit Bezug auf das Alter der Beltformation.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Tafelerklärung.

Tafel I.

Fig. 1.	Abgebrochener Trilobitenstachel	S. 39
„ 2—7.	Protospongia cf. fenestrata Salter	S. 29
„ 8—9.	Lithistiden-Skelette	S. 30
„ 10.	Rustella Edsoni Walc. var. pentagonalis	S. 30

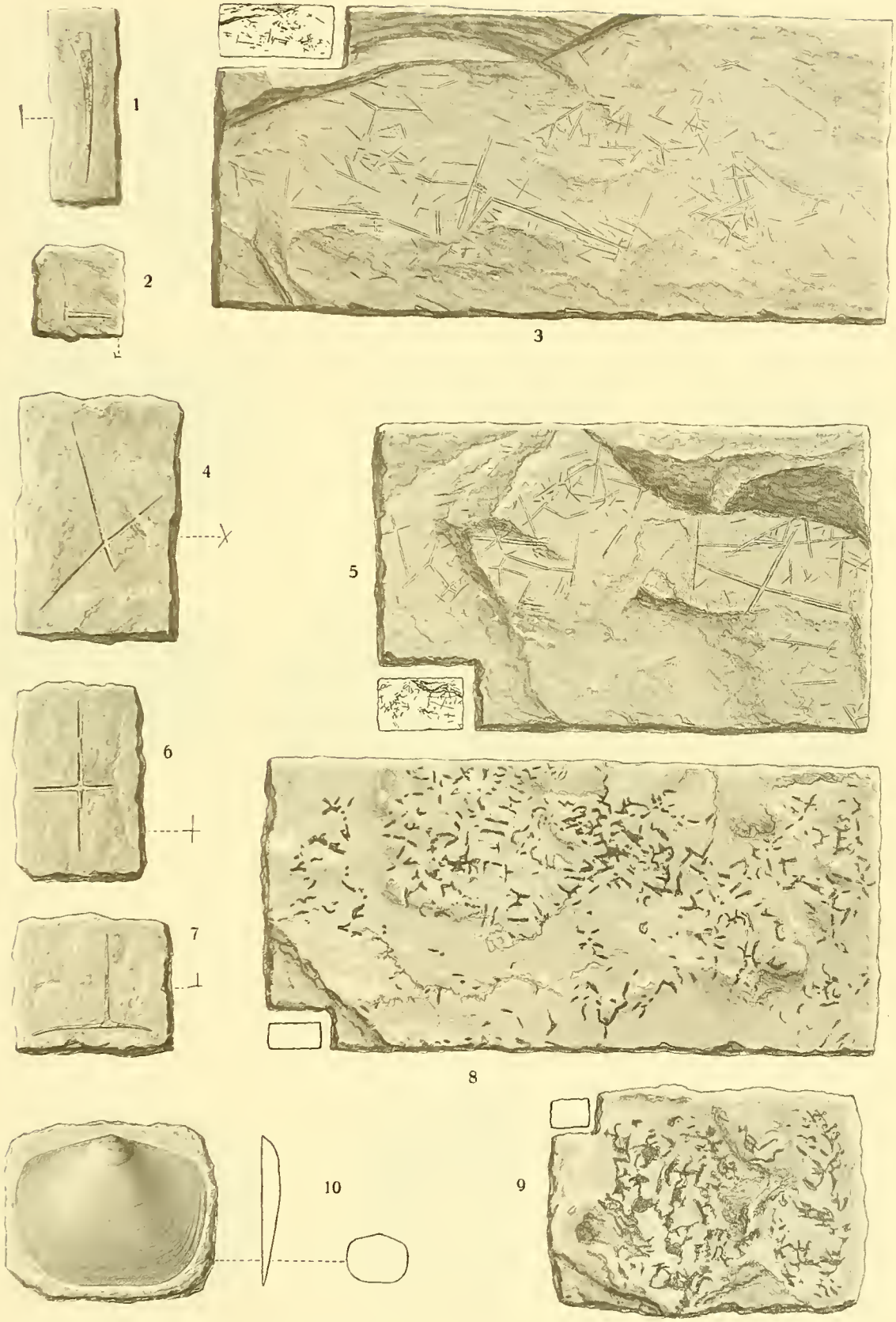
Tafel II.

Fig. 1—2.	Lingulella Helena Walc.	S. 31
„ 3 u. 6.	Obolella atlantica Walc.	S. 35
„ 4—5 u. 7—12.	Obolella crassa Hall	S. 34

Tafel III.

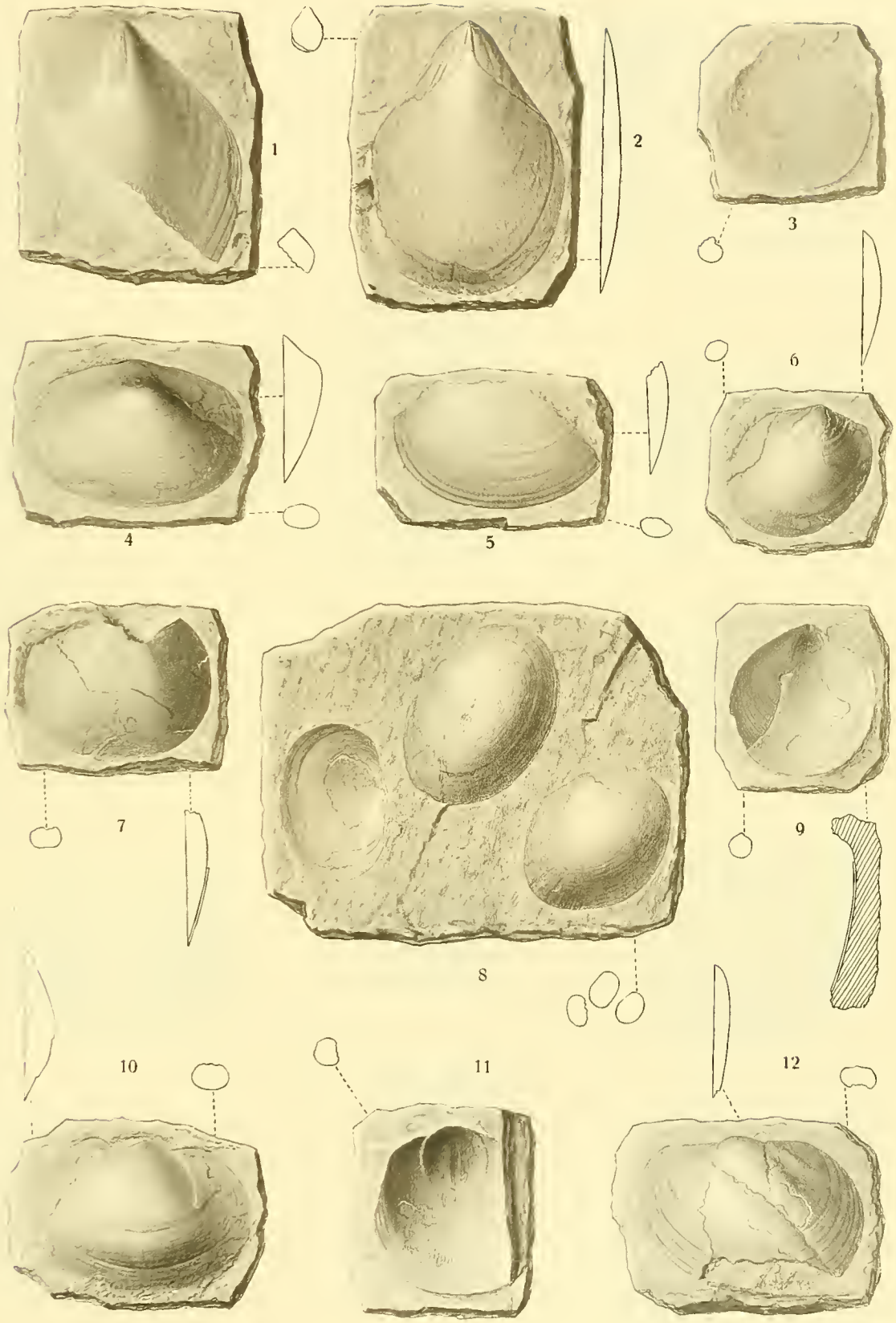
Fig. 1.	Kutorgiua cf. perrugata Walc.	S. 36
„ 2—4.	Hyolithes cf. Billingsi Walc.	S. 37
„ 2 a.	Seitenansicht	S. 37
„ 2 b.	Dorsalansicht	S. 37
„ 3 u. 5.	Fordilla Walcotti n. sp.	S. 38
„ 6, 9, 12.	Trilobiten-Kopfschilder	S. 39
„ 7.	Phyllocariden-Rostrum	S. 40
„ 8.	„ -Schale mit Rostrum	S. 40
„ 10.	Acrotreta cf. sagittalis Salter	S. 36
„ 11.	Hypostoma	S. 39
„ 13.	Olenelliden-Pleuron (die untere Figur ist vergrößert)	S. 39
„ 14.	Trilobiten-Pleuron	S. 39

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at



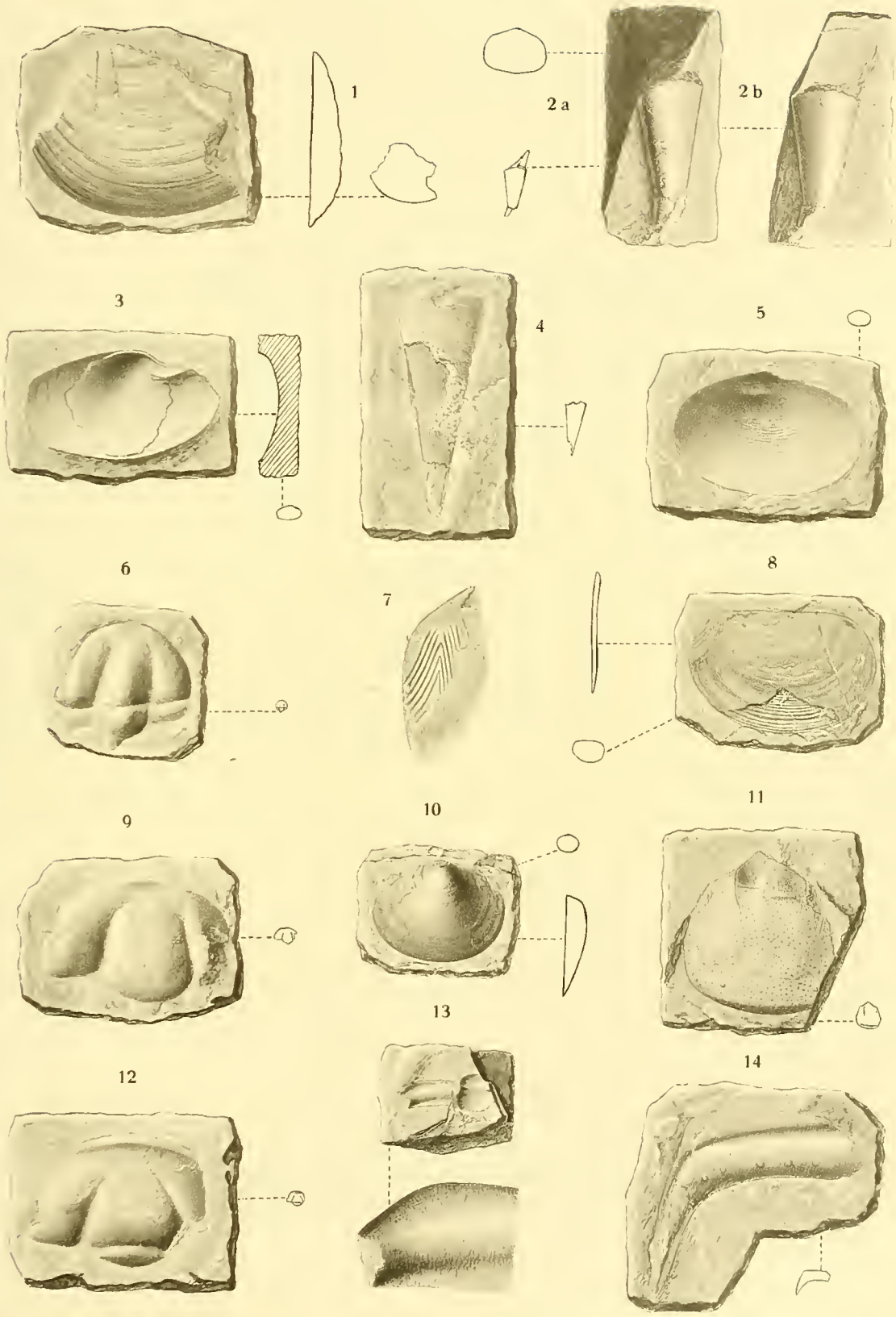
© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at



© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Abhandlungen der Bayerischen Akademie der Wissenschaften - Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse

Jahr/Year: 1920

Band/Volume: 28

Autor(en)/Author(s): Rothpletz August

Artikel/Article: Über die systematische Deutung und die stratigraphische Stellung der ältesten Versteinerungen Europas und Nordamerikas mit besonderer Berücksichtigung der Cryptozoen und Oolithe. I. Teil: Die Fauna der Beltformation bei Helena in Montana 1-46