

Über algonkische Sedimente.

Von Herrn JOHANNES WALTHER in Halle a. S.

Seit SEDGWICK und MURCHISON die silurische und cambrische Formation zum erstenmal abgrenzten, haben diese ältesten versteinерungsführenden Schichten das Interesse der Geologen und Biologen in hervorragendem Maße gefesselt, und als BARRANDE im Mittelcambrium von Böhmen reichentwickelte Faunen nachwies, fiel unerwartetes Licht auf jene älteste Lebewelt.

Zwar hat BARRANDES „Primordialfauna“ durch die Entdeckung älterer *Olenellus*-Schichten im Norden Europas ihren eigentlichen Sinn verloren, aber die hohe Entwicklung jener uralten Tierwelt richtete notwendig den Blick der Forschung in eine noch ältere Vorzeit, wo die Ahnen der cambrischen Formen zu erwarten waren.

Deutschland ist für derartige Studien nicht günstig; denn die carbonische Vergneisung hat im variskischen Faltensystem gerade die Faltenkerne am stärksten umgeprägt. So sind vielfach sogar die silurischen Gesteine metamorphosiert, und was auf unseren Karten als Cambrium bezeichnet wird, ist entweder nachweislich Untersilur oder präsilurisch in dem Sinne, daß eine nähere stratigraphische Bezeichnung nicht begründet werden kann.

Die Erkenntnis einer nach dem Hangenden und Liegenden scharf abzugrenzenden präcambrischen Zeit wurde zuerst in Nordamerika gewonnen, wo das herrliche Coloradoprofil eine mächtige Schichtenfolge, diskordant auf krystallinischen Schiefen und diskordant vom Cambrium überlagert, zu messen und zu gliedern erlaubte. WALCOTTS¹⁾ Profil ist durch FRECH²⁾ in Deutschland allgemein bekannt und gebührend gewürdigt worden.

Inzwischen mehrten sich aber auch in Europa die Hinweise auf Ablagerungen algonkischen Alters, und aus der schon ziemlich umfangreichen Literatur mögen hier besonders die Arbeiten von TÖRNEBOHM³⁾ und PEACH und HORNE⁴⁾ genannt werden.

1) WALCOTT: Bull. U. St. G. Surv. 1897.

2) FRECH: Lethaea palaeozoica I, S. 9.

3) TÖRNEBOHM: K. Sv. Vet. Acad. Handl. 1896.

4) PEACH und HORNE: Mem. Geol. Surv. of Gr. Brit. 1907.

Der Wunsch, algonkische Ablagerungen aus eigener Anschauung kennen zu lernen, führte mich im vergangenen Jahre nach den Sparagmitregionen in Norwegen; wenige Wochen darauf bot mir eine Exkursion anlässlich des Jubiläums der Geol. Society of London Gelegenheit, die Torridonsandsteine in Nordschottland zu sehen, und endlich konnte ich die dort begonnenen lithologischen Studien auf einer Exkursion nach Skrey und Tejrovic ergänzen.

1. Der Torridonsandstein in Schottland.

In dem klassischen Gebiet der mächtigen Oldred-Formation waren seit 1856 rote Sandsteine sowie mittel- und grobkörnige Konglomerate bekannt, die in ihren lithologischen Eigenschaften so vollkommen mit den devonischen Sandsteinen übereinstimmen, daß man wohl verstehen kann, warum sie von älteren Beobachtern¹⁾ unbedenklich als Oldred betrachtet wurden, und da es sich um eine Gegend handelt, in der horizontale Überschiebungen vielfach den ursprünglichen Schichtenverband verändert haben, war bei der Altersbestimmung dieser Gesteine doppelte Vorsicht gerechtfertigt. Wer aber die minutiöse Sorgfalt kennen gelernt hat, mit der PEACH und HORNE in 20jähriger Kleinarbeit das unwirtliche Gebiet kartierten, wer ihre Karten in der Natur benutzt, das wundervolle Relief im Museum zu Edinburg studiert hat und so glücklich war, unter Führung der beiden ausgezeichneten Männer das klassische Aufnahmegebiet zu durchwandern, der lernt rasch verstehen, daß in den Fjorden der schottischen Felsenküste erdgeschichtliche Dokumente von grundlegender Bedeutung aufgeschlossen sind. Was PENCK²⁾ schon früher von dort berichtete, kann ich jetzt nach mancher Hinsicht ergänzen.

Das Liegende der algonkischen Sedimente bilden krystalinische Schiefer und grobkörniger Gneis, dessen hohes Alter die treffende Bezeichnung „old boy“ rechtfertigt. Wohlgeschichtete Glimmerschiefer, Graphitschiefer, Quarzschiefer, Kalkschiefer und dolomitische Gesteine werden von gangförmigen Graniten, Dioriten, Pegmatiten und zahlreichen basischen Ganggesteinen durchsetzt; grobkörnige Gneisvarietäten vermitteln zwischen beiden.

Vor Beginn der algonkischen Zeit wurden diese Gesteine gefaltet und umgeprägt (metamorphosiert). Doch ist in vielen

¹⁾ NICOL: Q. Journal Geol. Soc. 1856, XIII, S. 17.

²⁾ PENCK: Z. d. Ges. f. Erdkunde, Berlin 1897, S. 148.

Aufschlüssen die ursprüngliche Horizontalität der Sedimente kaum gestört. Das Streichen dieses präalgonkischen Gebirges ist im allgemeinen W—NW gerichtet.

Der Torridonsandstein lagert diskordant auf der, meist sehr unebenen Oberfläche des Grundgebirges. 700 m tiefe Senken mit flachen oder steileren (20°) Böschungen sind entweder noch heute mit dem alten Gebirgsschutt erfüllt oder durch jüngere Denudation wieder ausgeräumt. Rasch wechselt die Mächtigkeit des algonkischen Schichtensystems, und doch zeigen die ausgedehnten Aufschlüsse große Übereinstimmung in dem lithologischen Charakter der Sedimente. Sandsteine und Konglomerate von karminroter, blutroter oder schokoladenbrauner Farbe sind in mächtigen Bänken aufeinandergebaut, keilen häufig aus und zeigen sehr verschiedenartige Formen der Überlagerung:

Ebenflächige Schichtung am Boden ruhiger Wasserbecken gebildet, ist verhältnismäßig selten zu sehen und vorwiegend auf tonige Zwischenlagen von geringer Mächtigkeit beschränkt.

Unregelmäßige Schichtung, wie sie für stürmische Wasserfluten bezeichnend ist, tritt in den gröberen, geröllführenden Sandsteinen häufig auf. Öfters glaubt man den Querschnitt uralter Wildbäche oder das zerfurchte Bett flacher Rinnsale zu sehen.

Sehr weit verbreitet ist eine mehr oder weniger regelmäßige Diagonalschichtung, die wir auf mantelförmig gehäufte Dünen zurückführen.

Auf der Oberfläche der Sandsteinplatten sind Trockenrisse, auf der Unterseite hangender Decken Netzleisten nicht selten.

Rippelmarken von ungewöhnlichen Dimensionen (10—25 cm Höhe und 1 m Breite) lassen sich weithin verfolgen, und für die Stärke der bei ihrer Bildung tätigen Kräfte sprechen nußgroße Steinchen, welche mitgetrieben wurden.

Sehr auffallend war mir inmitten flach gezogener und regelmäßiger Rippelmarken gelegentlich eine fast senkrechte Böschung im Lee zu beobachten (siehe Fig. 1 unten), die nicht durch nachträgliche Stauchung, sondern während der Ablagerung des Sandes entstanden sein mußte.

Die genannten Lagerungsformen treten in häufigem Wechsel übereinander auf und zeigen an den hohen Abhängen des Quinag, wie rasch verschiedene Transportkräfte einander ablösten und wie die Stärke der aufbereitenden Kräfte wechselte.

Diese letztere Tatsache tritt in der Korngröße der Ablagerungen besonders deutlich zutage.

Von verhältnismäßig gleichmäßigem Korn sind die tonigen Zwischenlagen, deren Entstehung in vergänglichen Wasserbecken zu suchen ist, und die diagonal geschichteten Sandsteine, bei deren Aufschüttung der Wind eine wesentliche Rolle spielte. Betrachten wir aber die mächtigen, geröllführenden Bänke zwischen jenen, so sehen wir ein regelloses, unsortiertes Gemisch von feinem und grobem Sand mit Steinchen und Geröllen, durch ein toniges Bindemittel fest verbunden.

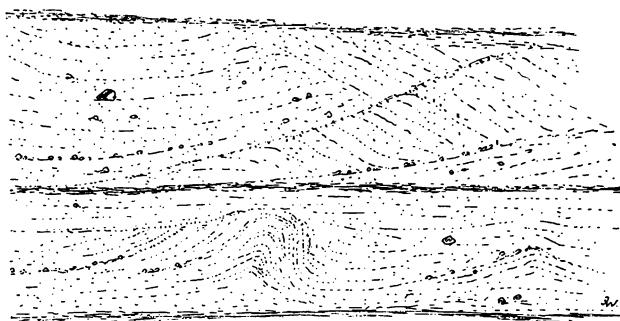


Fig. 1.

Unregelmäßige Schichtung und Diagonalschichtung im Torridonsandstein am Quinag. $\frac{1}{100}$ d. n. Gr.

Der fein- und mittelkörnige Sand besteht aus eckigem oder wenig gerundetem Quarz und frischem, unzersetztem Feldspat. Dazwischen bemerkt man Bruchstücke von Quarzit, Jaspis und Felsit.

Nach den Angaben von PEACH und HORNE beginnt der Torridonsandstein vielfach mit einem Basalkonglomerat, das ich nur in Blöcken sah. In einem roten oder dunkelgrauen Bindemittel sind kleine und große Stücke des liegenden Grundgebirges oder auch fernher verfrachteter Gesteine fest eingebettet. Seine Mächtigkeit steigt bis zu 50 m. Auch die Abhänge der algonkischen Gneistäler wurden von grobem Schutt vielfach überrollt, der nach den Beschreibungen von PENCK am Loch Torridon in mächtigen Zungen zwischen den feinkörnigeren Sandsteinen auskeilt. Blöcke von 4 m Durchmesser sprechen für die gewaltigen Bergstürze.

In den höheren Torridonschichten ist es meist unmöglich, die darunter anstehenden Gesteine des Grundgebirges in den ein-

geschlossenen Geröllen wiederzufinden; aber diese scheinbar befremdende Tatsache erklärt sich leicht, wenn wir uns klar werden, daß ja aller dieser Schutt nur von Felsenkämmen stammen kann, die das Ablagerungsgebiet topographisch überragten. Sie sind durch Verwitterung zertrümmert, durch Wind und Regen nach den Senken verfrachtet und haben sich in den Schutt verwandelt, den wir als Torridonsandstein untersuchen.

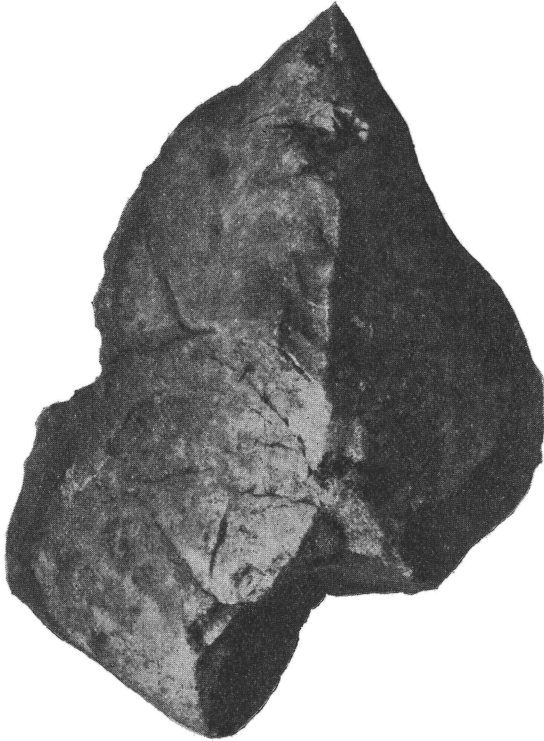


Fig. 2.

Dreikanter aus dem Torridonsandstein des Quinag. $\frac{1}{2}$ d. n. Gr.

Die Umrisse der eingefügten größeren Felsstücke wechseln von scharfkantigen, eckigen Stücken bis zu wohlgerundeten Geröllen. Zwischen diesen fallen aber enteckte und kantengerundete Stücke auf, deren Oberfläche mit flachen, kleinen Vertiefungen (blatternarbig) bedeckt ist, und die mich so lebhaft an sandgeschliffene Wüstengerölle erinnerten, daß ich lange und eifrig nach Kantengeschrieben suchte. Und während meine

Kollegen im nahen Cambrium einen schönen *Olenellus* fanden, gelang es mir, aus einem großen Block Torridonsandstein einen prächtigen Dreikanter herauszuschlagen (siehe Fig. 2).

Das Bindemittel ist meist von dunkelroter Farbe, und auch die eingeschlossenen Gerölle sind vielfach mit einer roten Haut überzogen. An den Ufern des Loch Assynt kann ich im liegenden Gneis sogar noch Spalten und Klüfte sehen, welche von obenher mit eisenschüssigem, rotem Lehm erfüllt sind. Graue und schwarze Töne sind ganz im Liegenden ebenso wie im Hangenden der algonkischen Ablagerungen beobachtet worden und deuten darauf hin, daß in den tiefsten Senken des prä-algonkischen Festlandes Sumpfablagerungen entstanden, in welchen die rote Farbe der Verwitterungsprodukte reduziert wurde. Als nach Abschluß der festländischen Phase das cambrische Meer transgredierte, scheinen ähnliche Verhältnisse geherrscht zu haben.

Einige Angaben von PEACH und HORNE mögen meine Beobachtungen ergänzen:

Die Torridonsandsteine lassen sich in drei Abteilungen gliedern, von denen die

3. Aultbea-Gruppe	. 900—1400 m
2. Applecross-Gruppe	. 1800—2400 m
1. Diabaig-Gruppe	150—2300 m

mächtig ist.

Von hohem Interesse ist das Auftreten von schwarzen Phosphatkonkretionen in den hangenden Torridongesteinen von Loch Broom. U. d. M. gelang es, darin rundliche Kügelchen von 0,1 mm Durchmesser vereinzelt und in globulären Gruppen sowie zarte, braune Fasern zu erkennen, welche wohl organischen Ursprungs sind.

Indem wir die mitgeteilten Tatsachen überschauen und zu einem Gesamtbilde vereinigen, ergibt es sich, daß Nordschottland in algonkischer Zeit ein gebirgiges Festland war, dessen steilaufragende Kämme und Felsenzacken, durch keine Vegetation geschützt, dem zerstörenden Einfluß der atmosphärischen Kräfte rasch unterlagen. Große Schuttkegel und gewaltige Bergstürze bewegten sich an steilen Böschungen nach den Tälern hinab. Regengüsse breiteten sie in den Senken aus, bildeten vergängliche Trockenseen, an deren Boden geschichtete Tone abgelagert wurden, während der Sturm feine und grobe Sande zu vergänglichen Sandhügeln oder wandernden Dünen aufhäufte. Der wüstenartige Charakter des Landes und der häufiger von starken Regenschauern und heftigen Stürmen läßt sich mit

den klimatischen Erscheinungen in den heutigen subtropischen Wüsten¹⁾ nicht ohne weiteres vergleichen. Deshalb möchte ich von Urwüsten sprechen, welche vielleicht die Temperaturkontraste der heutigen Wüsten mit den Regengüssen des Tropenlandes und den eisigen Stürmen des heutigen Polargebietes verbanden.

Nach Ablagerung der algonkischen Sandsteine sind in Nordschottland Bewegungen der Erdrinde erfolgt, durch welche die algonkischen Ablagerungen in flache Falten gelegt und gebrochen wurden. Hand in Hand damit ging eine tiefgreifende Abtragung, welche vielfach das liegende Grundgebirge erreichte und die präalgonkische Landoberfläche wieder freilegte.

Infolgedessen liegt jetzt²⁾ das Cambrium in ausgeprägter Diskordanz auf dem Torridonsandstein oder dem gefalteten Grundgebirge.

Wollte man die *Olenellus*-Schiefer als das Liegende des Cambriums betrachten, so würde die Diskordanz noch in die oberalgonkische Zeit zu stellen sein und ebenso die etwa 60 m Sandsteine und Konglomerate, welche nach der Gliederung der schottischen Geologen als unterstes Cambrium bezeichnet werden. Jedenfalls zeigen sie in ihrem lithologischen Verhalten so große Übereinstimmung mit dem liegenden Torridonsandstein, daß dieselben klimatischen Bedingungen noch angedauert haben müssen. Konglomerate und grobkörnige Arkosen mit großen, unzersetzten Feldspäten werden nach oben feinkörniger und gehen langsam in den charakteristischen „Pipe rock“ über.

In diesem Gestein treffen wir die ersten Spuren organischen Lebens. Bei der großen Bedeutung der darin enthaltenen senkrechten Sandröhren für die Gliederung und tektonische Orientierung der später so stark gestörten und überschobenen Gebirgsschollen ist die Anordnung und Aufeinanderfolge der

¹⁾ In der Sitzung der D. g. G. vom 5. Dezember 1907 hat Herr BLANCKENHORN meine Auffassung über die klimatischen Erscheinungen der Buntsandsteinzeit angegriffen und zu zeigen versucht, daß die germanische Untertrias keine „echte“ Wüstenbildung sei; in der Festschrift des deutschen Bergmannstages hat Herr EVERDING mir Ansichten über die Bildung der permischen Salzlager zugeschoben, welche im offenen Widerspruch stehen mit den von mir seit Jahren publizierten Anschauungen. Da ich kürzlich (Geschichte der Erde und des Lebens, Seite 367—377) diese Fragen nochmals ausführlich behandelt habe und in der demnächst erscheinenden Neubearbeitung meines „Gesetz der Wüstenbildung“ Gelegenheit habe, auf die Einwürfe von BLANCKENHORN, EVERDING u. a. zu antworten, so kann ich hier unterlassen auf die prinzipielle Seite des Wüstenproblems einzugehen.

²⁾ Vergl. E. KAYSER, Lehrb. d. geol. Form.-Kunde 1908. Fig. 16.

sanderfüllten Röhren sehr genau studiert worden. Es ergab sich hierbei, daß in den liegenden weißen oder roten Quarziten ganz vereinzelt Sandröhren von etwa 3 mm Durchmesser auftreten, die auf der Oberfläche der durchsetzten Bank mit einer napfförmigen, flachen Öffnung münden.

In der nächsten Zone verschwinden diese Röhren und werden etwa durch zentimeterdicke ersetzt.

Darauf folgt eine Zone mit den riesigen „Trompetenröhren“, welche fast 2 m lang werden und nach oben in einer breiten Trichteröffnung enden. Hier ist auch der gelbe Quarzsand so oft mit dunklen *Hyolithes*-Schälchen (siehe Fig. 3) untermengt, welche



Fig. 3.

Wurmrohren im Cambrium am Ufer des Loch Assynt mit trichterförmigen Mündungen, deren Kontur durch Hyolithenschalen markiert wird. $\frac{1}{6}$ d. n. Gr.

im Gestein trichterförmige Säume bilden, daß der Zusammenhang beider Erscheinungen leicht erraten werden kann. Augenscheinlich haben sich die Bewohner und Erzeuger der Röhren von *Hyolithes* ernährt und die unverdaulichen Schalen wieder von sich gegeben.

In dieser und in folgenden Quarzitzonen sind neben den großen auch kleinere Sandröhren verbreitet.

Im Hangenden tritt der sandige Charakter der Sedimente zurück; dunkle Tonschiefer und dolomitische Gesteine gewinnen immer größere Bedeutung und enthalten eine reiche Fauna. 5 Arten von *Olenellus* und die sonderbare Gattung *Olenelloides* vertreten die Gliedertiere. Brachiopoden und Schnecken lassen sich erkennen; besonders häufig ist daneben *Salterella*.

Indem die Sedimente immer kalkreicher werden, nimmt auch der Formenreichtum der Fauna zu. Daß die noch heute

lebende Gattung *Pleurotomaria* in zwei Arten nachgewiesen werden konnte, ist ein wunderbares Beispiel für ein Dauerfossil. Zwei Cephalopoden gehören zum Typus *Cyrtoceras*. Daneben sind *Piloceras*, *Endoceras*, *Orthoceras* und gerippte Nautiliden nachgewiesen.

Die Mächtigkeit dieser hellen, reinen Kalke ist besonders bemerkenswert, wenn man sich erinnert, daß vor nicht allzulanger Zeit das Fehlen von Kalksteinen im Cambrium als besonders bezeichnend betont wurde. In den prächtigen Aufschlüssen am Loch Assynt war mir die Fossilleere dieser Kalke sehr auffallend. Obwohl ich stundenlang die angewitterten Flächen untersuchte, erkannte ich nur an wenigen Stellen Trümmer die man als organischen Ursprungs hätte deuten dürfen. Gelegentlich waren sandige Zonen aus der feinkörnigen Grundmasse herausgewittert, oder ein unregelmäßiger Schalenbau erinnerte an die Kalklamellen von Stromarien.

2. Sparagmit und Birikalk in Norwegen.

Im Jahre 1829 schlug ESMARK für die im mittleren und nördlichen Skandinavien so weit verbreiteten Sandsteine, Konglomerate und Arkosen den Namen Sparagmit vor. Aber die stratigraphische Stellung dieser Sparagmitformation blieb lange im Zweifel, bis TÖRNEBOHM¹⁾ erkannte, daß eine Überschiebung von ungeahnten Dimensionen die klingend harte Gesteinsplatte 130 km gegen O und SO bewegt habe. Große Teile der überschobenen Schuppe sind später denudiert worden, so daß ihr Rand von einem Saum abgetrennter Inseln begleitet und ihre Fläche von tiefen Fenstern durchlöchert ist. Dieser Auffassung entsprechend, ordnet sich jetzt die Sparagmitformation unter die Schiefer mit *Olenellus Kjerulfi* und die ganze Abteilung erscheint als ein Glied der algonkischen Formation. Der sehr charakteristische Birikalk teilt sie in eine ältere und eine jüngere Abteilung. Obwohl mein Interesse ganz besonders auf den Birikalk gerichtet war, so fand ich doch auch Gelegenheit, an den Ufern des Mjösensees und in Jötunheim die Sparagmitgesteine zu studieren, und nachdem ich die Torridonsandsteine gesehen habe, erscheint mir die Ähnlichkeit beider Sedimente geradezu überraschend. Genau wie dort, handelt es sich um mittel- bis grobkörnige Trümmergesteine mit auffallend geringer Sortierung des Materials. Ein buntes Gemisch von kleinen und größeren Bruchstücken älterer krystallinischer Gesteine, besonders

¹⁾ TÖRNEBOHM: a. a. O., S. 181.

aber von Quarz und frischem, unzersetztem Feldspat geht durch die Zunahme der meist regellos eingestreuten Gerölle in grobe Konglomerate über, die, zungenförmig angeordnet, oft auskeilen. Das Bindemittel der Sparagmite ist oft von heller Farbe, und dadurch unterscheiden sie sich wesentlich von den vorwiegend roten Torridongesteinen; doch kommen auch rote Sparagmite vor.

Am Mjösensee gliedert sich das Algonkium nach MÜNSTER¹⁾ und GOLDSCHMIDT²⁾ von oben nach unten folgendermaßen:

Olenellus-Schiefer	
Oberalgonkium	{ Sandsteinschiefer mit Kriechspuren
	{ Quarzsandstein
	{ Roter und grüner Schiefer
Mittelalgonkium	{ Jüngerer Sparagmit
	{ Birikalk
Unteralgonkium	{ Birikonglomerat
	{ Roter Schiefer und Kalk
	{ Älterer Sparagmit mit dunkleren Schiefen
Krystallinisches Grundgebirge	

Der Birikalk, dessen Verbreitung innerhalb der Überschiebungsplatte vom Süd-Rand (Biri) bis nach Hede im NO noch heute auf eine Entfernung von 250 km verfolgt werden kann, bedeutet eine so grundsätzliche Veränderung in den lithogenetischen Bedingungen, daß er m. E. als eine besondere mittelalgonkische Periode den unter- und oberalgonkischen Zeiträumen gegenübergestellt zu werden verdient.

Die Sparagmite sind Trümmergesteine, deren Struktur auf die selben klimatischen und paläogeographischen Umstände hinweist, wie sie bei der Bildung der Torridonsandsteine herrschten. Intensive Zertrümmerung älterer Gebirgsmassen, kurze Wasserläufe rasch wechselnde Transportkräfte, Ausfüllung weiter Senken mit unsortiertem oder nur wenig aufbereitetem Schutt, vorübergehende Wasserflächen, mit anderen Worten also: kontinentale Urwüsten. Die eingeschalteten Birikalke bedeuten eine marine Transgression von beträchtlicher Dauer, nach deren Abschluß eine Trockenlegung des Gebietes erfolgte und die kontinentale Abtragung der Küstengebirge wieder einsetzte.

Nicht überall hat der Sparagmit seine ursprüngliche Struktur bewahrt; und ich kann mir nicht versagen, hier eine Beobachtung anzuführen, die ich am Ostende des Bygdin-Sees machen konnte: Hier sind am Denudationsrande des gewaltigen Gabbromassivs von Jötunheim die liegenden Sparagmitkonglomerate in wunder-

¹⁾ MÜNSTER: Norg. Geol. Und. Aarbo for 1891 und Blatt Lillehammer, 1900.

²⁾ GOLDSCHMIDT: das. 1908, II, S. 38.

voller Weise umgeprägt; die einzelnen Quarzitgerölle sind zu flachen Linsen von speckigem Glanze ausgewalzt und jede einzelne dieser scharfrandigen Scheiben wie ein \sim gefaltet. So entsteht im Querbruch ein seltsames Bild zahlreicher auskeilender Falten, während, von der Fläche gesehen, langgestreckte Wülste nebeneinander auftauchen und verschwinden. Das Bindemittel ist krystallinisch körnig geworden, und nebeneinanderliegende Aufschlüsse verbinden solche Stellen, wo die konglomeratische Struktur noch wöhlkerkennbar ist, mit anderen Felsflächen, deren Gestein im Handstück als ein langstengeliges Gneis bezeichnet werden müßte.

Der Birikalk. An den Ufern des Mjösensees sind zahlreiche Aufschlüsse in dem algonkischen Kalkgestein zu untersuchen, der die ältere von der jüngeren Sparagmitformation abtrennt. Auf dem Weg von Kroemmerodden gegen Eriksrud und gegen Biri hat der Straßenbau die Schichtenfolge besonders gut aufgeschlossen. Im Liegenden beobachten wir dunkelgraue Tonschiefer, die, enggefaltet und von zahlreichen kleinen Verwerfungen durchsetzt, eine nähere Gliederung nicht gestatten. Deutlich lassen sich an einem Fußweg, der die steile Waldlehne emporklimmt, feinkörnigere und sandigere Schichten unterscheiden. Jene bilden dünne Scherben, diese brechen in größeren Schalen. Obwohl die dunkle Farbe auf eine Beimengung organischen Moders hindeutet, konnte ich doch trotz eifrigen Suchens keinerlei organische Spuren entdecken.

Mit scharfer Grenze lagern sich darüber die wohlgeschichteten Kalke, die, nach N einfallend, bald die Straße erreichen und hier in einer Mächtigkeit von 50 m prachtvoll aufgeschlossen sind. Jede einzelne Kalkschicht läßt sich messen, im frischen Bruch wie auf angewitterten Flächen studieren, und meist ist auch ein beträchtliches Stück der Unter- wie der Oberfläche freigelegt und genauerer Beobachtung zugänglich.

Ich war zuerst bemüht, Spuren von Fossilien zu suchen, wozu angewitterte Flächen überall Gelegenheit boten. Aber man sieht hier nur, daß die hellgrauen Kalkbänke aus zwei genetisch verschiedenen Elementen aufgebaut sind. In verfließenden Säumen, oft auskeilend, treten sandige Kalkkörnchen von verschiedener Größe und oft wohlgeschichtet, braun verwitternd, aus der dichteren Grundmasse heraus. Meist sind diese psammitischen Schichten horizontal wohlgeschichtet. In anderen Fällen erzeugen sie eine Diagonalschichtung, die auf der Leeseite 50° steil abfällt.

In einem einzigen Fall erkannte ich ein 4 mm breites Stückchen von lamellärem Aufbau, das an Stromarien er-

innerte. Doch konnte ich es aus dem großen Block nicht heraus schlagen.

Der Birikalk ist von zahlreichen Geologen auch mikroskopisch untersucht worden, ohne daß es bisher gelungen wäre, geformte organische Elemente darin nachzuweisen.

Ich betrachte diese sandigen Kalkelemente trotz dieses negativen Ergebnisses als zerfallene Stützelemente von kalkabscheidenden Pflanzen oder Tieren. Denn das ganze Vorkommen stimmt vollkommen überein mit dem zerriebenen organischen Kalksand, der in den alpinen Kalken der Mittelzeit auf angewitterten Flächen so oft zu sehen ist.

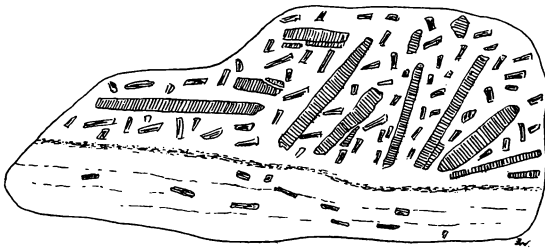


Fig. 4.

Scherbenkalk im algonkischen Birikalk. $\frac{1}{20}$ d. n. Gr.

Mitten in dem fortlaufenden Profil tritt eine etwa 4 m mächtige Kalkzone auf, mit einer höchst seltsamen Struktur¹⁾. Das Gestein fällt schon dadurch auf, daß aus ihm die meisten Steinpfiler längs der Straße bestehen.

In einer dichten Grundmasse sind zahlreiche Scherben und Platten von etwas geringerer Härte eingebettet und deshalb oft tief hineingewittert. Aber die seltsame Trümmerstruktur ist auch an frischen Bruchflächen leicht zu erkennen. Wie bestehende Skizze (Fig. 4) erkennen läßt, sind geschichtete Platten von 2 mm bis 8 cm Mächtigkeit in scharfkantige Stücke zerbrochen, die bis 60 cm im Durchmesser mit demselben Streichen, aber sehr wechselndem Fallen in kalkigen Schlamm eingebettet wurden.

Die Kanten und Ecken der Scherben sind oft so scharf, als wenn sie eben zerbrochen wären, und benachbarte Stücke

¹⁾ Aus der kürzlich erschienenen Arbeit von GOLDSCHMIDT: Profil Ringsaker-Bröttum ved Mjösen, ersehe ich, daß auch er im vorigen Sommer diese vorher nicht bekannte Kalkbreccie aufgefunden hat.

passen genau aneinander. Andere Kanten und Splitter erscheinen leicht abgerundet, aber nirgends sind sie gerollt oder so gerundet, daß man an einen längeren Transport glauben könnte; obwohl kleine und große Verwerfungen durch den Birikalk hindurchgehen, so hat die Trümmerkalkzone mit diesen nachträglichen Störungen nichts zu tun; denn im Liegenden und Hangenden folgen ebenflächige Kalkbänke, in denen die Trümmer fehlen. Es handelt sich also um folgenden Vorgang: Während der Bildung des Birikalkes wurde einmal für kürzere Zeit der eben gebildete und nur wenig verhärtete geschichtete Kalk in Stücke zerlegt, die sich gegeneinander verschoben und z. T. dabei senkrecht aufrichteten, so wie die treibenden Eisschollen in einem Flusse aufsteigen und untersinken. Aber es waren nicht weit hinreichende Strömungen, welche diese Verlagerungen

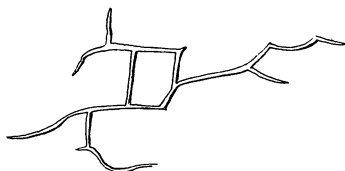


Fig. 5.

Netzleisten auf Birikalk. $\frac{1}{3}$ d. n. Gr.

verursachten, sondern man gewinnt den Eindruck, daß eine verhärtete Oberflächenschicht überall zerbrach, und ihre Stücke in den noch weichen Schlamm darunter regellos hinabsanken.

Ich erinnerte mich sofort der Abbildungen, welche WALCOTT¹⁾ von den untercambrischen und untersilurischen Kalken in Pennsylvanien gibt. Aber auch der deutsche Wellenkalk bietet mit seinen konglomeratischen Bänken eine entsprechende Analogie zu den geschilderten Strukturen.

Von besonderem Interesse war mir das Auftreten von Netzleisten (Fig. 5) auf einer Schichtenfläche, die, 3—5 mm breit, unregelmäßige Felder von 8—15 cm Durchmesser umgrenzten und ein deutlicher Beweis dafür sind, daß der Birikalk in so flachem Wasser entstand, daß vorübergehend eine Trockenlegung erfolgen konnte.

Einige Schichtoberflächen zeigten deutliche Rippelmarken, die nicht etwa flachen Falten entsprachen, sondern nur auf die Oberseite der Schichtentafel beschränkt waren. Eine solche Fläche war auf beträchtliche Erstreckung freigelegt und zeigte,

¹⁾ Bull. U. S. Geol. Surv. **134**, Taf. 7, 10, 11, 13, 14, 15.

daß es sich um wulstige, nach einer Seite vorwärts dringende Schlammwellen (Fig. 6) handele, die dadurch erklärt werden können, daß eine eben eintrocknende Schlammoberfläche vor ihrer vollkommenen Verfestigung durch einen starken Sturm vorwärts gedrängt und dabei in kurze Wellen gelegt worden sei.

Die Verbreitung des Birikalkes von Biri bis nach Hede (250 km) bei einer durchschnittlichen Breite von 100 km spricht für die Ausdehnung des wassererfüllten Beckens. Seine Mächtigkeit beträgt bei Gaustal 170 m und deutet auf die Länge der Zeiträume hin, die zu seiner Bildung nötig war.

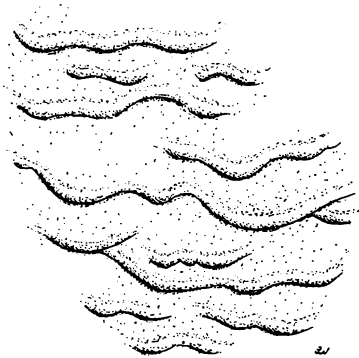


Fig. 6.

Schlammwülste auf der Schichtfläche des Birikalkes. $\frac{1}{12}$ d. n. Gr.

Die Beschaffenheit der Kalke zwingt zu der Annahme, daß dieses große Wasserbecken sehr flach war, und seine Fläche wiederholt an einzelnen Stellen abtrocknen konnte.

Am Boden des ausgedehnten Wasserbeckens schichteten sich in regelmäßiger Wechsellagerung mit einem grauen, tonigen Zwischenmittel die reinen Kalke auf, und obwohl vorher wie nachher dieselbe Region von mächtigen Massen unsortierten Gebirgsschuttes überdeckt wurde, gelangte in mittelalgonkischer Zeit kein einziges Geröll, ja kein Sandkorn in die weite kalkschlammerfüllte Senke. Das deutet auf eine so grundsätzliche Umgestaltung aller lithogenetischen, d. h. geographischen und klimatischen Umstände hin, daß die Untersuchung dieser Bedingungen noch manche wichtige Aufschlüsse zu geben verspricht.

3. Das Präcambrium in Mittelböhmen.

Das klassische Gebiet von Skrey und Tejrovic hat im letzten Jahrzehnt durch die Untersuchungen von J. J. JAHN¹⁾ und POMPECKJ²⁾ erneut die Aufmerksamkeit auf sich gezogen, und die jüngsten Arbeiten von F. SLAVIK³⁾ haben jene Forschungen in glücklicher Weise ergänzt. Beim Studium dieser Arbeiten ergaben sich für mich einige Probleme, die nur durch Untersuchungen an Ort und Stelle gelöst werden konnten. In dankenswerter Weise fand sich Herr F. SLAVIK bereit, mich durch sein Arbeitsgebiet zu führen, und so war es mir möglich, in verhältnismäßig kurzer Zeit ein ausreichendes Bild von den Lagerungsverhältnissen zu gewinnen. Wenn ich im folgenden die Arbeiten der genannten Forscher auch nur in Einzelheiten ergänzen kann, so dürfte doch eine skizzenhafte Darstellung des ganzen Gebietes von Interesse sein.

Die vielgewundene Beraun hat sich auf ihrem Weg von Pilsen nach Pürglitz ein enges, steilwandiges, von prächtigen Flußterrassen begleitetes Tal eingeschnitten, das nahe bei Tejrovic und Skrey den schmalen Streifen cambrischer Gesteine trifft, der zwischen das Keratophyrband im SO und die Tonschieferzone im NW eingelagert ist. Jene bildet das unwegsame, finstere Waldgebiet, diese ist dagegen reich besiedelt und von zahlreichen Ortschaften belebt.

Indem wir die Hochebene überschreiten, tritt uns schon im Landschaftsbau die geologische Zusammensetzung des SW—NO streichenden Faltsystems klar vor die Augen. Wie SLAVIK gezeigt hat, setzt sich das präcambrische Schiefergebirge aus weichen Tonschiefern und Alaunschiefern zusammen, denen harte Kieselschiefer und Diabas(Spilit)decken eingelagert sind. Als scharf gezogene Kämmen erheben sich die Kieselschieferzonen über das eingeebnete Gelände, während die Spilite als flache, schildförmige Buckel die Ebenheit überragen. Nimmt man seinen Weg längs der Beraun, dann treten die verschiedenen Felsarten, je nach ihrer Härte, tal- oder felsbildend an das Flußufer heran und lassen in großen Aufschlüssen den inneren Bau des präcambrischen Faltengebirges studieren. Besonders auffallend sind die vulkanischen Massen, welche bald als weitausgedehnte Decken, bald als seltsame Eruptivbreccien den Schiefern

1) J. J. JAHN: Jahrb. d. k. k. G. R. - A. Wien, 1896, S. 641.

2) POMPECKJ: Das. S. 495.

3) SLAVIK: Arch. f. d. Naturw. Landesdurchforsch. von Böhmen XIV, Nr. 2, 1908.

eingelagert sind. Nach den Untersuchungen von SLAVIK fehlen Tuffe vollständig, und auch die umhüllenden Schiefer sind so kalkarm, daß eine Beimengung spilitischer Tuffe nicht angenommen werden kann. Aber es fehlen auch alle Symptome nachträglicher Intrusion; nirgends sind Spuren der Kontaktmetamorphose zu finden.

Die Mannigfaltigkeit der Spilite ist in der Umgebung von Pürglitz—Tejrovic, Radnic—Weißgrün und Prestic (im SW) so groß, daß SLAVIK hier die Eruptivherde vermutet, von denen das dünnflüssige Magma in weitausgedehnten Decken die schlammreiche Umgebung überflutete.

Zwischen dem zu Schiefer verhärteten präcambrischen Schlamm sind Grauwacken eingelagert, die in großen Aufschlüssen keine Spur von Schichtung erkennen lassen und durchaus den Eindruck eines Massengesteins hervorrufen.

Dieses ganze Schichtensystem wurde vor Beginn der cambrischen Zeit in niedrige Falten gelegt und von Melaphyrgängen durchsetzt, gleichzeitig aber so weit abgetragen, daß eine flachwellige Landoberfläche entstand. Trotzdem sie seither von jüngeren Gesteinen überlagert war, sind diese doch wieder denudiert, und die nordwestliche Hochebene läßt jetzt wieder die präcambrischen Geländeformen zutage treten.

Von der Fähre bei Luh ist im vorigen Jahr eine Landstraße nach Skrey hinauf angelegt worden, welche in wunderbaren Aufschlüssen die Überlagerung des unteren Cambriums auf dem gefalteten Grundgebirge entblößte:

Die im einzelnen flachwellige Denudationsfläche erscheint auf größere Erstreckung fast geradlinig, weil sie durch ein Grundkonglomerat überlagert wird, das, die Unebenheiten ausfüllend, nach dem Hangenden zu mit ebener Schichtenfläche endet.

1. Der liegende Spilit, von schwarzgrüner Farbe und serpentinglänzend, wurde von zwei schmalen Melaphyrgängen geschnitten, und beide Gesteine sind von oben her in unregelmäßiger Weise 1—2 m tief stark verwittert.

2. Das Grundkonglomerat erfüllt flache Vertiefungen im Spilit und ist 20—80 cm mächtig. Seine, aus verschiedenartigen Gesteinen bestehenden Gerölle sind, ebenso wie das Bindemittel, stark zersetzt, so daß ihre Diagnose nicht leicht ist. Doch scheinen sie viel Spilitmaterial zu enthalten.

3. Mit scharfer Grenze lagert darüber eine Gesteinsreihe von grundverschiedenem Charakter. Schon der von ROSIWAL¹⁾ gegebene Name „homomiktes und polymiktes Kon-

1) Verh. k. k. Geol. R.-A. Wien, 1894, S. 399.

glomerat“ deutet darauf hin, daß es sich um ein seltsames Gestein handelt. Für mich, der ich kurz vorher die Sparagmite am Mjösensee gesehen hatte, konnte es nicht zweifelhaft sein, daß auch hier ein echter Sparagmit im petrographischen Sinne vorlag, denn ich sah ein bald lockeres, bald stahlhart verkittetes Gemenge von kleinen, meist aber 1 cm großen, milchweißen Quarzgeröllen, zwischen denen größere Gerölle von Quarz, daneben Stückchen von Kieselschiefer und schwarzem Quarzit auftreten. Auch das Bindemittel besteht vorwiegend aus Quarzsand. Die liegenden Spilite haben sich an der Zusammensetzung dieser Trümmergesteine nicht beteiligt.

Das Profil zeigt zwei Sparagmitbänke von je 1,50 m Mächtigkeit, durch eine zerreibliche Grobsandschicht von 40 cm getrennt, in der ein schwarzes Kieselschiefergeröll von 10 cm Dicke und 30 cm Länge eingeschlossen war. Über der zweiten, harten Sparagmitbank folgen 2 m eines dünngeschichteten, lockeren Sandes, dessen Schichten durch ihre grüne und rote Farbe und ihre geringe Härte von einer, darüber folgenden, äußerst harten Sparagmitbank wohl unterschieden sind. Diese 4 m mächtige Sparagmitablagerung ist völlig ungegliedert und stimmt in ihren Eigenschaften mit den beiden liegenden Sparagmitbänken überein.

Die Beziehungen zwischen den eben geschilderten und völlig horizontal gelagerten Schichten zu den in kurzer Entfernung auftretenden *Paradoxides*-Schiefern würden einen überaus raschen Facieswechsel andeuten, wenn nicht durch den Straßenbau eine Bruchlinie aufgeschlossen wäre, welche, der Flußrichtung etwa parallel, das Untercambrium bis in das Niveau des Mittelcambriums gehoben hatt. So wird uns auch verständlich, warum an den Ufern des Zbirover und des Karaseker Baches im Liegenden der schwarzen *Paradoxides*-Schiefer ein quarzitischer, bisweilen geröllreicher, hellgrauer oder bräunlicher Sandstein auftritt, dessen ungeahnter Fossilreichtum durch JAHN und POMPECKJ bekannt geworden ist. Am häufigsten ist die nach dem verdienstvollen Schulleiter in Tejrovic genannte *Orthis Kuthani*, deren mit gelbem Pulver überzogene, schön gerippte Abdrücke besonders auffallen. Die Trilobiten sind meist zerbrochen.

Dieser Sandstein läßt, wie schon JAHN betont, in seinem lithologischen Verhalten keine Zeichen seines hohen Alters erkennen und erinnert an irgend einen gelblichen Quadersandstein. Es ergibt sich daraus, daß die sparagmitbildenden Bedingungen einer untercambrischen Festlandsperiode ihr Ende erreichten, daß die ozeanische Salzflut Böhmen überspülte und

eine reiche Tierwelt mit sich brachte. Ich stimme mit POMPECKJ vollkommen überein, daß diese hellen Sandsteine mit *Orthis Kuthani* sowie

Ptychoparia marginata,
Solenopleura torifrons,
Ellipsocephalus vetustus

und einigen anderen Trilobiten nach Gestein und Fauna von dem böhmischen Mittelcambrium abgegliedert und als unteres Cambrium betrachtet werden müssen.

In der Übergangsregion zwischen den untercambrischen Sandsteinen und den mittelcambrischen Schiefern tritt ein überaus merkwürdiges, dunkles Konglomerat mit z. T. riesengroßen Blöcken auf, das in wechselnder Mächtigkeit und in seinen einzelnen Lagen rasch auskeilend wie ein fremdes Glied in dem Schichtenprofil erscheint. Eine neuangelegte Straße von der Luher Fähre nach Tejrovic schließt die Wechsellagerung mehrerer Konglomeratbänke von 10 cm, 50 cm oder 1 m Mächtigkeit mit dunklen Tonschiefern trefflich auf. Am Fuß der Kamenna hurka sind die Konglomerate besonders mächtig und gut zu untersuchen. Nuß-, faust- oder kopfgroße, runde Gerölle von feinkörniger Grauwacke, Kieselschiefer, Quarz und besonders häufig von schwarzem Lydit sind durch ein sandiges Bindemittel locker verkittet. Die Gerölle sind z. T. kugelrund, andere nur entkantet. Ihr Durchmesser wechselt von Ort zu Ort, und nachdem mich Herr SLAVIK am Abhang der Studena hora auf einen Block von etwa 3 m Durchmesser aufmerksam gemacht hatte, der bis zu seiner mittelcambrischen Lagerstätte weither transportiert sein mußte, lag es nahe, die Oberfläche der Gerölle nach Gletscherschliffen und -kritzen zu untersuchen. Mehren sich doch immer mehr die Anzeichen von Gletscherwirkung in cambrischer Zeit, von dem Geschiebelehm am Varangerfjord bis nach dem Kapland und von China bis nach Canada. Aber trotz stundenlangen Suchens habe ich keine entscheidenden Glazialspuren entdecken können.

Besonderes Aufsehen erregte es, als JAHN bei Pod chvojinami in einer dieser Konglomeratbänke zahlreiche Fossilien entdeckte. Ich ließ an der Stelle einen Schurf machen, um die Einfügung der Fossilien in das Konglomerat genauer zu studieren, und war sehr überrascht, unverletzte Kopfschilder von *Paradoxides* nebst zahlreichen Pleuren und Stacheln zu finden, die keine Spur von Abnutzung oder Abrollung erkennen ließen. Die Trilobitenpanzer waren nicht mehr und nicht weniger zerfallen als in den weichen Schiefern bei Skrey. Daneben sind

freilich dünne Zwischenlagen, ganz aus feinen Fossiltrümmern zusammengesetzt.

Ich gewann beim Studium dieser Verhältnisse den Eindruck, daß die Gerölle nicht am Ufer eines Meeres gebildet worden seien, denn in nächster Nähe steht nirgends eine, dem Felsenufer entsprechende Lyditregion; vielmehr vermute ich, daß die kleinen ebenso wie die 3 m großen Blöcke mitten in der schlammbedeckten und von Trilobiten belebten Meeresbucht bald hier, bald dort von oben her abgelagert worden sind, und daß es sich um die Last schmelzender Eismassen handelt, die von weit her ihre Steinfracht herantrugen. In diesem Zusammenhang ist vielleicht auch das Auftreten von Hyolithen zu verstehen, die schon SHALER¹⁾ als Bewohner kalter Meere bezeichnet hat.

Zum Schluß möchte ich noch einige kurze Mitteilungen über die mittelcambrischen, schwarzen Schiefer machen.

Obwohl die von Mittelcambrium bedeckte Region in Böhmen eine Länge von 100 km und eine Breite von 25 km erreicht, so zieht sich doch nur ein schmaler Streifen fossilführender Schiefer von Jinec bis nach Tejrovic quer hindurch. In dem weiten übrigen Gebiet treten zwar dieselben Gesteine auf, aber trotz vielfachen Suchens haben sie noch keine Fossilien geliefert. Es wäre zu fragen, ob dieser Fossilmangel nur scheinbar ist, oder ob innerhalb der weiten, schlammgefüllten Bucht nur eine schmale Rinne für die Ansiedelung der cambrischen Tierwelt geeignet war. Bei Skrey haben die schwarzen Tonschiefer eine Mächtigkeit von etwa 80 m. Ihre Schichtung ist meist sehr undeutlich. Die Korngröße des schwarzen Schlammes ist geringem Wechsel unterworfen. Da bei Skrey seit Jahrzehnten immer wieder geschürft und gesammelt worden ist, sind die besonders fossilreichen Stellen allmählich genau bekannt, und ich fand Gelegenheit, unter ortskundiger Führung an diesen zu sammeln. Man ist erstaunt, in dem muschelartig brechenden, schwarzen Gestein die ungeheure Zahl der ockergelb leuchtenden Trilobitenreste zu sehen, die, wie vergilbte Blätter am Baum des Lebens, Zeugnis geben von einer uralten Lebewelt.

Von hohem Interesse waren mir die Mitteilungen des Herrn Schulleiters KUTHAN: nach ihm kommt der allbekannte *Par. bohemicus* nur bei Jinec vor, während *Par. spinosus* bei Skrey ungemein häufig ist, bei Jinec aber seltener.

¹⁾ Chales Bull. Mur. of Comp. Zool. Cambridgi 1888. Vol. XVI. N. 2, S. 20.

In der unteren Hälfte der schwarzen Schiefer sind die Trilobiten sehr selten, aber dafür meist vollständig erhalten. In der oberen Hälfte treten sie zerfallen, aber dafür um so häufiger auf. Cystoideen kommen nur in der oberen Hälfte vor. Die in den liegenden Sandsteinen so häufigen und in Kolonien auftretenden Brachiopoden finden sich im Schiefer nur selten und vereinzelt.

Die Abgrenzung der algonkischen Formation.

Die Frage, ob eine größere Schichtenfolge als selbständige Formation zu betrachten sei, läßt sich auf verschiedenem Wege prüfen und entscheiden. Als erstes Unterscheidungsmerkmal gilt eine wohlbestimmbare, formenreiche und geschlossene Fauna oder Flora. Von dem Erfahrungssatz ausgehend, daß im Laufe der geologischen Zeiträume die Form der Organismen einem beständigen Wechsel unterliegt, ist es gelungen, ältere und jüngere Zeiträume zu unterscheiden. Die langsame und allmähliche Umgestaltung der Arten ist zu gewissen Zeiten in rascherem Tempo erfolgt, und solche Anastrophen geben uns ein bequemes Hilfsmittel, um das Ende einer älteren gegen den Anfang einer neuen Entwicklungsreihe abzugrenzen.

Die spärlichen Fossilreste, welche man bisher in präcambrischen Schichten entdeckte, reichen aber nicht aus, um die paläontologische Eigenart einer präcambrischen „Formation“ darzulegen.

Als zweites Hilfsmittel können wir, wenn leitende Fossilien fehlen, leitende Gesteine unserer Einteilung zugrunde legen, und manche Zeiträume deuten auch heute noch durch ihren Namen darauf hin, daß man sie anfangs nach lithologischen Merkmalen umschrieb (Old red, Carbon, Rotliegendes). Die Erfahrung hat gelehrt, daß die Gesteinsbeschaffenheit kein ausreichendes Mittel ist, um eine Formation zu bestimmen. Wo aber, wie in unserm Falle, die Fossilien versagen, darf man bezeichnenden Gesteinen wenigstens vorläufig eine gewisse Bedeutung zusprechen. Sind doch Farbe, Korngröße, Struktur und Lagerungsform der Sedimente der Ausdruck bestimmter klimatischer, d. h. physikalischer und chemischer Bedingungen, von denen die daselbst gebildeten Ablagerungen ein viel eindeutigeres Bild geben als die anpassungsfähigeren Organismen.

Wir haben gesehen, daß jene eigentümlichen Trümmergesteine, welche ESMARK als Sparagmite bezeichnet hat, nicht

nur in ihrem skandinavischen Heimatlande, sondern in ganz ähnlicher Weise auch in Schottland entwickelt sind, wo viele Varietäten des Torridonsandsteines im Handstück wie im Aufschluß mit Sparagmiten am Mjösensee vollkommen übereinstimmen. Wenn ich aber hier betone, daß die algonkische Zeit, solange bezeichnende Fossilien fehlen, als die Periode der Sparagmitbildung bezeichnet werden könnte, so will ich damit keineswegs erklären, daß die Sparagmitbänke unter den böhmischen Paradoxitenschiefern als Algonkium betrachtet werden müßten. Solange keine anderen Gründe in Frage kommen, scheint mir das Auftreten von 7 m Sparagmit im Profil von Skrey nur der Ausdruck dafür, daß das sparagmitbildende Klima noch bis in die cambrische Zeit hineinreichte. Wie ich kürzlich¹⁾ auseinandergesetzt habe, betrachte ich das Cambrium nicht als einen Vorläufer des Silurs in dem Sinne eines untersten Palaeozoicums. Vielmehr scheint mir die Eigenart der cambrischen Tierwelt (*Archaeocyathus*, *Protopharetta*, *Salterella* u. a.) dafür zu sprechen, daß mit ihr eine ältere archäozoische Lebewelt endet, während im Ordovicium die neue paläozoische Fauna aufblüht. So erscheint es mir also auch nicht wunderbar, wenn in den durch JAHN und POMPECKJ paläontologisch als Untercambrium bezeichneten Schichten noch einige Sparagmitbänke eingeschaltet sind.

Aber die lithologische Charakteristik einer Formation würde unvollständig sein, wenn sie sich nicht zugleich auf die tektonischen Lagerungsformen stützte. Im Coloradoprofil werden die mächtigen algonkischen Schichten diskordant vom unteren Cambrium überlagert und liegen ihrerseits wieder diskordant auf einem älteren gefalteten und umgeprägten Grundgebirge. Dieselben Beziehungen lernen wir in Schottland kennen. Trotzdem wir uns im klassischen Gebiet der Überschiebungen befinden, sind die cambrischen Sandsteine und Kalke nicht etwa über den Torridonsandstein hinweggeschoben, sondern überlagern ihn diskordant. Die sparagmitischen Torridonsandsteine ihrerseits füllen steilwandige Senken in einem abgetragenen älteren Gneisgebirge.

Ungleich verwickelter liegen die Verhältnisse in Skandinavien. Aber auch hier haben mühevollen Untersuchungen in Norwegen wie in Schweden zu der Überzeugung geführt, daß die Dalasandsteine mit ihren gewaltigen Diabasdecken und die Sparagmitformation mit dem Birikalk eine Schichtenreihe darstellen, welche von den hangenden *Olenellus*-Schichten wie von

¹⁾ WALTHER: Geschichte der Erde und des Lebens, S. 220.

den liegenden krystallinischen Schiefen leicht abgegliedert werden können.

Fragen wir uns nun, ob es möglich ist, auch in Deutschland eine algonkische Formation auszuscheiden, so treffen wir auf unüberwindliche Schwierigkeiten. Denn trotzdem zahlreiche Meßtischblätter ebenso wie die Übersichtskarte von LERSIUS weite Flächen des deutschen Grundgebirges als Cambrium bezeichnen, sind dies doch nur Vermutungen ohne stratigraphische Begründung. Das „ostthüringische Obercambrium“ ist längst als Untersilur erkannt; die konkordant darunter folgenden Schiefer sind halbkrySTALLINISCH oder ganzkrySTALLINISCH geworden, und diese sekundären Eigenschaften können nicht zur Gliederung einzelner Zeitphasen dienen. Mag auch die Mächtigkeit der liegenden Schiefer noch so beträchtlich sein, so erscheint es uns doch untunlich, in der konkordanten Schichtenfolge ein Cambrium oder gar ein Algonkium auszuscheiden.

Günstiger liegen die Verhältnisse in Böhmen. Hier läßt sich eine so ausgesprochene Diskordanz an der unteren Grenze des Cambriums feststellen, daß zwischen diesem und den liegenden präcambrischen Gesteinen scharf unterschieden werden kann. Die Frage ist nur, ob man diese liegende Schichtenreihe von Tonschiefern, Kieselschiefern, Alaunschiefern, Grauwacken und Spilitdecken „algonkisch“ nennen darf?

Würde ein mächtiges Grundkonglomerat nur die Gesteine des direkt Liegenden enthalten und auf einer sehr unebenen, vorcambrischen Erdoberfläche, die eben gefaltet und durch die Atmosphären nur wenig abgetragen, mit steilwandigen Bergen und Tälern, in das Cambrium hineinragen, dann dürfte man auch die Bildungszeit der liegenden Gesteine als chronologisch nahestehend betrachten. Aber die präcambrische Denudationsfläche entspricht einer alten Ebene. Ihre geringe Gliederung deutet darauf hin, daß langandauernde Abtragung die aufgetürmten Falten denudiert hat. Ein Grundkonglomerat von 20 bis 80 cm Mächtigkeit erfüllt flache Senken und enthält abgerollte Stücke des Untergrundes; dann aber breiten sich darüber die seltsamen Sparagmitdecken, deren Material aus weiter Ferne herbeigetragen und dem Untergrunde fremd ist.

Alles dies deutet darauf hin, daß zwischen der Bildungszeit der liegenden Schiefer und derjenigen der untersten Sparagmite nicht nur eine Periode intensiver Gebirgsfaltung und starker lokaler Abtragung einzuschalten ist, sondern auch danach eine wesentliche Veränderung des Klimas und des Systems der Transportwege erfolgte, so daß der unsortierte Sparagmit-

schutt aus einem entlegenen Ursprungsgebiet über eine Region gebreitet wurde, die vorher als Verwitterungsprodukte Schieferschlamm mit feinsandigen Grauwackenbestandteilen und schwarze Kieselschiefergerölle, aber nicht solche Massen von weißem Quarz liefern konnte.

So bleibt also die nähere stratigraphische Bezeichnung des Präcambriums von Böhmen vorläufig eine offene Frage, und ich halte es nach unseren heutigen Kenntnissen nicht für zweckmäßig das Liegende des dortigen Cambriums ~~den Namen~~ als Algonkium zu bezeichnen.
