

# STUDIEN ÜBER DAS ESTNISCHE UNTERKAMBRIUM (ESTONIUM)

I—IV

VON

A. ÖPIK

MIT 4 TAFELN UND 7 ABBILDUNGEN IM TEXT

---

TARTU 1929

C. Mattiesen, Tartu (Dorpat).

## I n h a l t.

---

- I. Die Verbreitung des Unterkambriums auf dem Boden des Finnischen Meerbusens und die Entstehung des ostbaltischen Glintes . . . . . 5

Aus der Verbreitung der sedimentären Geschiebe in den glazialen Ablagerungen nördlich vom Glint wird geschlossen, dass am Boden des Finnischen Meerbusens das Unterkambrium ansteht. Weil es die ältesten Schichten sind, die in Betracht kommen, so kann hier kein Graben vorhanden sein. In einem Graben müsste man jüngere Sedimente als das Kambrium erwarten. In der Mündung des Meerbusens aber und weiter nach Westen liegt offenbar ein Verwerfungsgebiet mit dem Ostseekalk = Wesenberger Kalk als jüngste Ablagerung.

Eine Übersichtskarte des Finnischen Meerbusens wird beigelegt. Der Glint wird für einen Erosionsrest am Rande der finnischen Aufwölbung erklärt.

- II. Über das unterkambrische Alter des Estoniums . . . . . 15

Das Estonium, aus dem Blauen Ton mit den basalen Bildungen und aus dem *Eophyton*- und dem petrefaktenleeren Sandstein bestehend, gehört einem einheitlichen Zyklus an; es sind in ihm also keine wichtigen Lücken zu erwarten. Die im oberen Teile des Blauen Tones vorhandene Fauna ist noch lange nicht die älteste kambrische Fauna überhaupt. Das Estonium muss von kleinerem Umfang sein als das Olenellium und kann daher nicht ins Vorkambrium versetzt werden. Das von älteren Autoren als Vermutung ausgesprochene algonkische Alter des Blauen Tones ist niemals bewiesen worden und kann auch niemals bewiesen werden, denn alle Tatsachen sprechen für das kambrische Alter der Formation. Der neue, von Scupin vorgeschlagene Name „Ingrium“ wird abgelehnt.

- III. Eine *Corophioides*-Fauna aus dem estnischen unterkambrischen „fossilleeren“ Sandstein. (U-Röhre mit Spreite). . . . . 30

Es wird ein Fund von *C. erraticus* Richter und *C. Helmerseni* n. sp. beschrieben. Diese Formen kommen in der obersten Abteilung des Estoniums, im „petrefaktenleeren Sandstein“ bei Narva, vor. Das Vorhandensein einer Spreite liegt ausser Zweifel. Durch die zahllosen Spreiten ist das Gestein zerklüftet und verfällt daher leicht der Erosion.

**V. Flachwassererscheinungen im estnischen Unterkambrium . . . . 42**

Es werden veröffentlicht die während einer Exkursion mit A. Foerste (U. S. A.), Troedsson (Stockholm) und R. Richter (Frankfurt a/M.) unter der Führung von A. Öpik im estnischen Kambrium gemachten Beobachtungen. Es werden aus dieser Formation verschiedene grosse Wellenfurchen (von 1,5—20 m Länge) beschrieben. Neben Flachwassererscheinungen wird auch ein Sandsteinblock besprochen, der wegen seiner eigenartigen schaligen und runzeligen Beschaffenheit vom Verf. d. Schrift für organisch entstanden gehalten wird.

---

Abgebildet werden *Corophioides erraticus* Richter, *C. Helmerseni* n. sp. und verschiedene Profilaufnahmen.

---

## I.

### **Die Verbreitung des Unterkambriums auf dem Boden des Finnischen Meerbusens und die Entstehung des ostbaltischen Glintes.**

Jene estländischen, bzw. ostbaltischen Ablagerungen, welche dem unteren Teil des Unterkambriums angehören und den Namen *Estonium* tragen, treten zu Tage und sind erschlossen als untere Abteilung des Glintes vom Kap Pakerort im Westen bis zu den Ufern des südöstlichen Ladoga. Am Glint sind nur die oberen Glieder des Estoniums aufgeschlossen. Der grössere, tiefer liegende Teil setzt sich in Estland und Ingermanland gegen Norden im Meeresboden fort; weiter östlich ist als Fortsetzung des Estoniums der „Blaue Ton“ der Karelischen Landenge<sup>1)</sup> festgestellt worden.

Wir müssen annehmen, dass die ehemalige Verbreitung der Sedimente des Estoniums im Norden viel grösser war als jetzt. Als entferntere Fortsetzung des „Blauen Tons“ können die Sandsteine in SW-Finnland und auf Åland gelten. Diese Sandsteine sind nur in Spalten des kristallinen Untergrundes erhalten und sind im allgemeinen ganz fossillos. Nur auf Åland enthalten sie einen Brachiopoden — die *Acrotreta Tanneri* Metzger, und dieser Fund bestätigt das vorkambrische Alter des Rapakivi-granites von Åland, dessen Rumpf die Sandsteingänge durchsetzen<sup>2)</sup>.

Die Erhaltung des kambrischen Sandsteines in den Spalten des Urgebirges ist eine Tatsache von besonderer Bedeutung. Solche Sandsteingänge mit kambrischem Sandstein sind auch aus anderen Gebieten Fennoskandiens bekannt geworden, „und zwar nicht nur in der nächsten Umgebung der heute mit kambrischen Ablagerungen bedeckten Gebiete, sondern auch in grosser Entfernung von ihnen, wie in den Schärenhöfen vom Vänernsee, von Stockholm, Åland, Östergötland, d. h. nur in alten

Senkungsfeldern" <sup>3)</sup>). Diese Sandsteingänge im Urgebirge be- weisen, dass wenigstens in ihrer Umgebung die gegenwärtige Landoberfläche als fossile vorkambrische Landfläche zu betrachten ist. Die postkambrische, resp. postkaledonische Destruktion, das Inlandeis und die Schmelzwasser waren nicht imstande dieses fossile Peneplan anzuschneiden, weil im Laufe der ganzen fossil- führenden Erdgeschichte diese Landschaften niemals die nötige Höhe erreichten oder ein genügendes Gefälle besaßen. Wir müssen erwarten, dass auch andere „Senkungsfelder“ und tief- gelegene Urgebirgslandschaften das auspräparierte uralte Pene- plan darstellen, und zwar besonders dort, wo das Kambrosilur an- steht oder wo es in der Nähe vorhanden ist.

Wir können deshalb sicher sein, dass das fossile Peneplan von Südfinnland sich am Boden des Meerbusens nach Süden fort- setzt, in der Richtung des Glintes, dessen Sedimente sich schützend über die vorkambrische Landfläche ausbreiten.

Im Ostbaltikum sind im Liegenden des Ordoviziums und Estoniums (Unterkambrium) die Gesteine des fossilen Pene- plans erbohrt worden <sup>4)</sup>.

Aus den Bohrpulvern kann aber mit Sicherheit nur auf das Vor- handensein kristalliner Gesteine geschlossen werden, die Gesteine selbst sind unbestimmbar. In der Literatur werden diese Bohrpulver als „Rapakivi“ und „Gneisgranit“ und dgl. bezeichnet, und es werden daraus auch Schlüsse gezogen. Wie die Gesteinsbestimmungen, so sind auch alle sich an sie knüpfenden Folgerungen ganz problematisch.

Am Nordufer des Finnischen Meerbusens [vergl. W. R a m - s a y <sup>5)</sup>] taucht in flacher Abdachung in Form eines Schärenhofes das fossile Peneplan ins Meer, und an der Südküste liegt es schon rund 100 m tief unter dem Meeresspiegel. Diese Abdachung des Peneplans ist im Einfallen der ganzen Ostbaltischen Kambro- silurischen sedimentären Platte erkennbar. Diese Abdachung muss für sehr alt erklärt werden, weil eben damit die Erhaltung der ostbaltischen paläozoischen Sedimente verknüpft ist. In ihrer gegenwärtigen Ausbreitung liegen sie nämlich tief am Rande der mehr aufgewölbten kristallinen finnländischen Platte, welche wegen ihrer höheren Lage den ehemaligen sedimentären Überzug verloren hat.

Ein Blick auf die geologische Karte des Baltischen Schildes belehrt, dass diese Verhältnisse am Rande des Schildes die Regel darstellen. In einem gegen O und NO verlaufenden und nach Süden konkaven Bogen um- säumen die paläozoischen Sedimente die Wölbung des Schildes. In der

Richtung der Konvexität, nach S und O, liegt das Kristallinikum tief unter den mächtigen Sedimenten begraben. An der konkaven Seite des Bogens, am Rande des Schildes, auch im Osten sind sicherlich Spuren eines fossilen Peneplans zu erwarten.

Unter den Sedimenten, welche diesen Teil des Baltischen Schildes umsäumen, fallen besonders auf die Sandsteine und Tone des Old Red. Am Rande gelegen und im Wasser abgelagert, mit wenigen Brachiopoden usw. und mit einer Fischfauna, die auch in marinen Schichten vertreten ist, wird es wohl ein Saum von Deltaablagerungen gewesen sein.

---

Die Mächtigkeit des Ordoviziums und Kambriums am Glint schwankt von 120 bis 150 m; die grösste Höhe des Glintes beträgt 56 m. Es bleiben also noch rund 100 m von Sedimenten übrig, die keinen Anteil am Aufbau der eigentlichen Steilküste des Glintes haben, denn an den Südküsten des finnischen Meerbusens sind keine steilen Tiefen von dieser Grössenordnung vorhanden. Wir können deshalb annehmen, dass diese tiefsten 100 m von Sedimenten, welche ja dem „Blauen Ton“ angehören, am Boden des Meerbusens austreichen und ein breites und flaches O—W streichendes Band bilden, das ziemlich weit gegen N greifen muss. Je mehr gegen N, je näher zur finnischen Küste, desto höher steigt das fossile Peneplan an. Weil aber das Meer noch ungefähr ebenso tief bleibt, so muss angenommen werden, dass die kambrischen Sedimente gegen Norden immer dünner werden, und zwar in dem Sinne, dass die jüngeren Schichten im Süden zurückbleiben, gegen Norden aber immer ältere Schichten den Meeresboden bilden.

In derselben Art hat auch Mickwitz<sup>30)</sup> den Bau des Bodens des Finnischen Meerbusens dargestellt — in seinem Profil von der estländischen Küste bis nach Finnland über die Insel Keri oder Kokskär. Wie wir weiter sehen werden, hat diese Auffassung sehr viel für sich. Die Abbildung bei Mickwitz (S. 701) gibt in jeder Hinsicht die beste Deutung, nur dass die Kontaktfläche zwischen Kambrium und Archäikum viel unebener sein wird und dass das Grundgebirge in Estland nicht so tief liegt.

Ähnlich hat auch W. Ramsay<sup>5)</sup> gedacht, als er die verschiedenen Entwicklungsstadien und Entstehungsmöglichkeiten des Finnischen Meerbusens darzustellen versuchte. Die Momente A, B, C und D [Ramsay<sup>5)</sup>, S. 8, Fig. 2] entsprechen vollständig unserer Auffassung, nämlich

dass im Meerbusen keine nachkambrischen Verwerfungen vorliegen und dass das Kambrium auf dem Meeresboden gegen Norden allmählich auskeilt. Nach Ramsay<sup>5)</sup> soll aber die Entwicklung des Glintes weitergeschritten sein, wie es aus dem folgenden herauszulesen ist: „Il ne semble pas non plus invraisemblable que, un peu avant de la côte du glint, se trouve une faille qui ait fait baisser un peu le terrain situé au sud”.

Die dritte Möglichkeit wäre, dass im Meerbusen selbst ein Graben vorliegt, wobei der Glint und seine Sedimenttafel den stehengebliebenen Rand darstellen.

Eine Aufklärung dieser Fragen können wir wenigstens zum Teil von den sedimentären kambrosilurischen Geschieben in den Glazialablagerungen vor dem Glint erwarten.

---

In den Glazialablagerungen nördlich vom Glint finden sich sedimentäre Geschiebe, welche vom Inlandeise herangeführt worden sind. In Finnland kennen wir keine Sedimente von kambrosilurischem Alter, — die Heimat dieser Geschiebe liegt also am Boden des Finnischen Meeres. Die Glazialablagerungen sind stark von den Wellen angegriffen und zum Teil in Strandwälle umgewandelt worden, so dass es manchmal ziemlich schwer ist, diese voneinander und auch von späteren Deltaablagerungen zu unterscheiden. Deshalb sind von besonderem Wert solche Geschiebe, die sich faziell vom Anstehenden des Glintes unterscheiden, und solche, die in unveränderter Grundmoräne oder als Driftmaterial in den Bändertonen eingebettet sind. Abgesehen von vielen Fällen, wo es unmöglich war die Herkunft der Geschiebe festzustellen, gab es Fälle, wo mit Sicherheit die Herkunft vom Norden angenommen werden konnte.

Solche „glintfremde“ Gesteine im Gebiete östlich von Tallinna sind nur von kambrischem Alter. Es sind tonige, gewöhnlich sehr grobkörnige grünlichgraue wohlgeschichtete glaukonithaltige Sandsteine, — bei denen gerade die Grobkörnigkeit befremdend wirkt. Einige dieser Geschiebe enthalten Phosphoritknollen. Diese Sandsteingeschiebe sind ziemlich selten, weil sie sehr locker sind, so dass man sie zuweilen zwischen den Fingern zerreiben kann. Nicht selten sind sie verkiest, und dann sind sie bedeutend härter.

In der Umgebung der Stadt Tallinna aber und westlich davon

finden wir nur selten kambrische Geschiebe, die sich vom Anstehenden unterscheiden. Auffallend ist nur ein äusserst grobkörniges, aus kantigen, aber glatten Quarz- und Feldspatkörnern bestehendes, etwas tonhaltiges Gestein mit grossen grauschwarzen glänzend-glatten Phosphoritknollen und eingesprengtem Bleiglanz. In Estland sind solche Gesteine unbekannt, und dieser Sandstein hat mit den anderen kambrischen Geschieben dieser Gegend auch nicht die geringste Ähnlichkeit. Besonders häufig ist dieser sonderbare Sandstein auf der Halbinsel Teliskopli.

Auf derselben Halbinsel finden wir nun plötzlich Geschiebe des Megalaspiskalkes (Glaukonitkalk), des Vaginatenkalkes und die Gesteine der höheren Stufen von C<sub>1</sub> bis E (Wesenberger Kalk). Die Blöcke sind fast immer korrodiert. Die Gesteine unterscheiden sich deutlich vom Anstehenden. Besonders gilt dies für den Vaginatenkalk, der als bituminöse sandige Kalkgeschiebe vertreten ist, also in einer Form, die wir erst weit westlich anstehend antreffen können<sup>6)</sup>. Also stammen diese Geschiebe sicherlich nicht vom Glinte.

Unweit der Stadt Tallinna, auf der Insel Paljassaar, deren Grat aus einem Äs besteht und von Sandflächen umgeben ist, finden sich reichlich Geschiebe vom Alter der Wesenberg-Stufe, die dem Ostseekalk gleichgestellt werden können. Von hier an nach Westen sind diese Ostseekalk-Blöcke eine häufige Erscheinung. Das estnische Anstehen liegt von hier sehr weit nach Süden, so dass kein Zweifel darüber vorhanden ist, dass diese Geschiebe glazialer Herkunft sind.

Westlicher werden Geschiebe vom Alter der Jeweschen Stufe (D<sub>1</sub>) und der Kegelkalke (= Macrouruskalk D<sub>2</sub>) häufig. So befindet sich an der Spitham-Spitze eine bedeutende Anhäufung solcher Blöcke.

Auf der Halbinsel Tahkona im Norden der Insel Hiiumaa (= Dagö) finden wir ebenfalls reichlich Geschiebe verschiedenen Alters. Sehr oft findet man hier Sandsteinblöcke (Kambrium), die als Schleifsteine gebraucht werden. Daher auch der estnische Name „Tahkona“, was als „das Gebiet der Schleifsteine“ übersetzt werden kann. Hier sind aber auch alle anderen Stufen vertreten, vom Vaginatenkalk bis zum Wesenberg-Kalkstein.

Neben diesen kambrischen und ordovizischen Geschieben treten gleichzeitig Blöcke auf, deren Heimat ohne Zweifel als Südwestfinnland bestimmt werden kann. Häufig sind rote, harte

Sandsteine, — gleich dem jotnischen Sandstein von Satakunta; daneben kommt ein Olivindiabas vor, der gleichen Ursprungs sein dürfte. In der Umgebung von Tallinna sind einige Blöcke von grobkristallinem Kalkstein gefunden worden. Ein grosser Block von 0,5 m Durchmesser liegt eben noch an der Teliskopli-Spitze. Dieser Kalkstein führt reichlich helle Glimmerblättchen, Körnchen eines grünen Minerals und offenbar auch etwas Chondroit. Dieser Kalkstein hat eine grosse Ähnlichkeit mit denen von der Insel Ålö (Pargas). Diese letzteren Funde reden von einer NW—SO-lichen Eisbewegung, welche hier ja im allgemeinen herrschte. Aber auch die anderen sedimentären Geschiebe müssen aus dieser Richtung stammen, — offenbar vom Meeresboden an der Mündung des Finnischen Meerbusens und vielleicht westlich davon — aus der Ostsee. Die ordovizischen Gesteine, welche am Glint über dem Meer liegen, sind dort tief eingesenkt. Zuerst liegt der Wesenberg-Kalkstein, weil er das jüngste unter den Geschieben und deshalb auch am reichlichsten vorhanden ist.

Aber es liegen auch ältere Gesteine vor, — also sind die versunkenen Gebiete nicht einheitlich: entweder sind sie stark angeschnitten, oder es sind noch spezielle Störungen vorhanden, infolge deren die tieferen Ablagerungen das Bereich des Eisangriffes erreichten. Bei Tallinna ist es wirklich schwer, das Vorkommen älterer Geschiebe anders zu erklären. Aber westlicher, von den Inseln Rogö beginnend, werden die Schichten des Glintes vom Meere bedeckt, und so geht es weiter bis nördlich von Hiiumaa (Dagö) und westlicher. Hier können unterseeische Aufschlüsse der Glintfortsetzung liegen, die einen Teil der älteren Geschiebe geliefert haben.

Nach allen unseren Überlegungen scheint es ziemlich sicher zu sein, dass das durch die Geschiebegeologie festgestellte Senkungsfeld der Ostsee sich bis zur Mündung des Finnischen Meerbusens erstreckt und sogar ein wenig in diesen eingedrungen ist.

---

Wie müssen wir uns nun den Sedimentüberzug des Bodens des Finnischen Meerbusens vorstellen?

Aus diesem Gebiete kennen wir nur Sandsteingeschiebe von kambrischem Alter. Es wurde festgestellt, dass in unberührten Moränen, nördlich vom Glint und östlich von Tallinna, dies die

einzig sedimentären Geschiebe sind. In der ganzen Masse des Kalkgerölles vor dem Glint finden wir nur solche Gesteine, die unmittelbar am Glinte anstehend nachweisbar sind. Stufen und Zonen, deren Ausstrich südlicher liegt, sind in diesen Anhäufungen nicht vertreten. Wir finden also nur Geröll bis zum Echinospaeritenkalk; Vertreter der Schichten von C<sub>2</sub> bis E (Wesenberg-Kalk) sind nicht vorhanden. Falls am Boden des Meerbusens ordovizische Kalksteine anstehen, müsste man hier ähnlich wie im Westen im Geschiebe jüngere Stufen erwarten, besonders aber den Wesenberg-Kalkstein. Als Geschiebe finden wir jedoch nur die kambrischen Sandsteine, — diese bilden also die Bodenschichten des Finnischen Meerbusens. Die „Esthonia-Formation“ liegt am Glint noch 100 m unter dem Meere, sie ist also mächtiger als die Wasserschicht des Meeres. Es liegt demnach kein Grund vor, im Finnischen Meerbusen eine Verwerfung zu vermuten. Das Meer ist durch das südliche Einfallen der fossilen subkambrischen Landfläche gebildet worden, am Rande der finnischen Aufwölbung, in einer alten Erosionsvertiefung \*).

Eine Stütze unserer Ansichten sehen wir im Vorkommen des „Blauen Tones“ auf der Karelischen Landenge und auf der Insel Kotlin <sup>7)</sup> (Kronstadt). Diese beiden liegen weit vom Glint entfernt, und es ist kein Grund vorhanden, hier irgendwelche Störungen zu vermuten. Dass der „Blaue Ton“ in Karelien noch so hoch liegt, westlicher aber, im Meerbusen, so tief — dies hängt mit dem alten Erosionsrelief zusammen und mit der alten Neigung der Ostbaltischen kambrosilurischen Platte nach Westen, dem Ostseebecken zu. Es könnte auch dieselbe Neigung sein, welche die Richtung der erodierenden Wasser bestimmt und zur Bildung des Finnischen Meerbusens geführt hat.

Falls wir im Finnischen Meerbusen selbst keine Verwerfungen haben, so hat auch die Steilküste des Glintes nichts mit einer Verwerfungstektonik zu tun. Die gegenwärtige Form des Glintes ist das Ergebnis seiner petrographischen Beschaffenheit und der postglazialen und rezenten Abrasion <sup>6)</sup>. Die ursprüngliche Entstehung des Glintes aber, als einer Geländestufe vor dem Finnischen Schilde, hängt mit der Aufwölbung des Schildes zusammen: die Aufwölbung wurde infolge der höheren Lage und des stei-

---

\*) Der Finnische Meerbusen ist somit ein ertrunkenes Längstal oder ein Scheidetäl in flach einseitig geneigten Schichten.

leren Gefälles ihres Sedimentüberzuges beraubt, während der tiefegelegene Rand — jetzt die ostbaltische kambrosilurische Platte — in der Nähe der Erosionsbasis blieb und deshalb verschont wurde.

Die Auffassung R a m s a y's <sup>5)</sup> ist ebenfalls nicht vollständig überzeugend. Weil im Meerbusen das Estonium weit gegen Norden verbreitet zu sein scheint, so muss die von R a m s a y vermutete Verwerfung dicht an die finnische Küste verschoben werden. Liegt sie aber doch vor dem Glint, so ist die Sprunghöhe kleiner als die Mächtigkeit des Estoniums (also unter 100 m), denn sonst müsste man nicht das Kambrium, sondern das Urgebirge

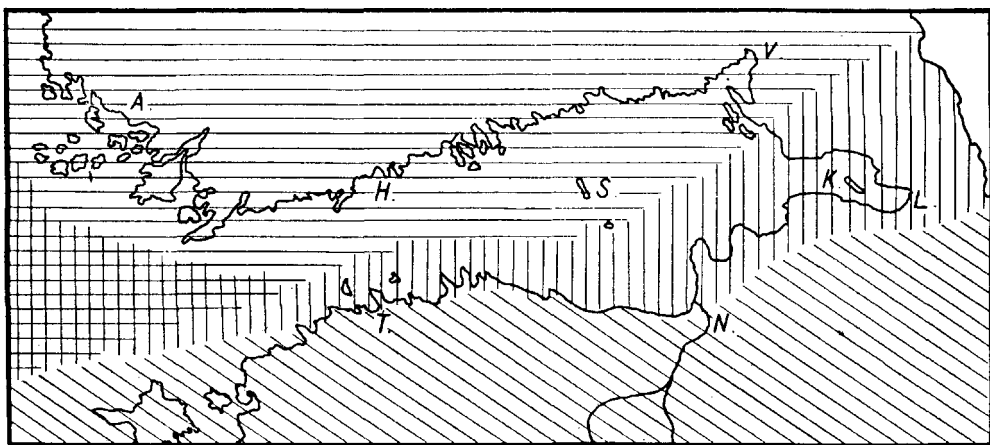


Abb. 1. Geologische Karte des Finnischen Meerbusens, 1:4.000.000. Zeichenerklärung: Horizontal gestrichelt: die finnischen vorkambrischen Gesteine und das fossile subkambrische Peneplan. Vertikal gestrichelt: Unterkambrium (Estonium). Schräg gestrichelt: die ordovizisch-kambrische ostbaltische Platte. Karriert: das mutmassliche tektonisch entstandene submarine ordovizische Gebiet, mit dem Wesenberg-Kalk als jüngster Ablagerung. A = Åbo; H = Helsingfors; V = Viborg; K = Insel Kotlin (oder Kronstadt); L = Leningrad; N = Narva; S = Hogland; T = Tallinna (= Reval).

im Meere bei den estnischen Küsten erwarten. Aber eine Verwerfung ist hier am Rande überhaupt unwahrscheinlich — eher müsste man solche grosse Einstürze oben auf dem Gewölbe erwarten.

Anmerkungen zur geol. Karte des Finnischen Meerbusens.

4. Schematisches Profil eines artesischen Brunnens auf dem 21-sten Arbeitsbezirk der Seefestung des Kaisers Peters des Grossen.

Höhe über dem Meere 42' (= ca 13 m).

| Petrographische Charakteristik             | Mächtigkeit |          | Bemerkungen und Deutung (nach dem Verf.)                                                                                                                                                                                                         |
|--------------------------------------------|-------------|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                            | in Fuss     | in Meter |                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 1. Gelber Sand . . . . .                   | 0—5'        | 1,5      | In diesem Profil ist es schwer, die kambrischen und die quartären Sedimente voneinander zu trennen. Aus dem Vergleich mit dem folgenden (B) Profil aber muss man entnehmen, dass die Grenze in die tiefsten Teile der Schicht 2 zu verlegen ist. |
| 2. Grauer Ton mit Sand                     | 5'—141'     | 41,3     |                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 3. Grauer Ton . . . . .                    | 141'—146'6" | 1,7      |                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 4. Sand . . . . .                          | 146'6"—155' | 2,7      |                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 5. Grand . . . . .                         | 155'—160'   | 1,5      |                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 6. Weisser feiner wasserführender Sand . . | 160'—197'   | 11,2     |                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 7. Grober Sand . . . . .                   | 197'—203'   | 1,8      |                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 8. Blauer Ton . . . . .                    | 203'—218'   | 4,6      |                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 9. Weisser grober wasserführender Sand.    | 218'—256'   | 11,5     |                                                                                                                                                                                                                                                  |
|                                            |             | 77,8     |                                                                                                                                                                                                                                                  |

B. Profil des artesischen Brunnens bei den südlichen Kasernen, ausgeführt vom Unternehmer A. Reiman.

|                                              |                |       |                                                   |
|----------------------------------------------|----------------|-------|---------------------------------------------------|
| 1. Gelber Sand . . . . .                     | 0—10'          | 3,0   | Postglazialer Meeressand                          |
| 2. Fester Grauer Ton mit Geschiebe . . . . . | 10'—52'        | 12,8  | Grundmoräne                                       |
| 3. Weisser Sand mit Torfpartikeln . . . .    | 52'—62'        | 3,0   | Präglaziale(?) Ablagerungen mit Pflanzenresten(?) |
| 4. Blauer fester Ton mit Grand . . . . .     | 62'—116'       | 16,4  |                                                   |
| 5. Gelber Sand mit Torf                      | 116'—120'      | 1,2   |                                                   |
| 6. Blauer Ton . . . . .                      | 120'—150'      | 9,1   |                                                   |
| 7. Sandstein . . . . .                       | 150'—173'      | 7,6   | Unterkambrium (Estonium)                          |
| 8. Blauer Ton . . . . .                      | 173'—176'      | 0,9   |                                                   |
| 9. Sandstein . . . . .                       | 176'—204'      | 8,5   |                                                   |
| 10. Blauer Ton . . . . .                     | 204'—207'5"    | 1,0   |                                                   |
| 11. Sandstein . . . . .                      | 207'5"—259'10" | 16,0  |                                                   |
| 12. Roter Sandstein mit Ton . . . . .        | 259'10"—260'   | 0,05  |                                                   |
| 13. Wassersand . . . . .                     | 260'—268'      | 2,4   |                                                   |
|                                              |                | 81,95 |                                                   |

Die Grenze des Estoniums gegen das Urgebiet ist sicherlich nicht so geradlinig. In den Randgebieten müssen reichlich Inseln des Kambriums in den Vertiefungen des Urgebirges vorkommen, und durch die Decke des Estoniums ragen wohl mehrere Buckel von kristallinen Gesteinen hervor. Das Verbreitungsgebiet des Kambriums wird in der Tat auch grösser sein und mehr gegen Norden vorrücken. Die südliche Grenze ist durch die Glintlinie auf genaueste bestimmt. Ohne Zweifel ist auch die Fortsetzung des Kambrosilurs im Westen am Meeresboden vorhanden, jedoch nur als flache Geländestufe, nicht als eine einheitliche Steilküste. Erst in Estland im Bereiche der Brandung wird der Ausstrich in eine Steilküste umgewandelt. Problematisch sind die Grenzen des (karrierten) subaquatischen Feldes. Im Süden von diesem ist wohl eine Verwerfungskluft vorhanden; sehr wahrscheinlich ist die Verbindung dieses Gebietes mit dem Anstehenden der Ostsee.

Dass der „Blaue Ton“ am Boden des Finnischen Meerbusens ansteht, ist nur in einem Fall durch Bohrungen nachgewiesen worden. Es sind dies nämlich zwei Tiefbohrungen (Brunnen) im Süden der Insel Naissaar (Nargö), die während der Festungsbauten von der russischen Regierung ausgeführt wurden. Die Bohrungsdaten sind in den Akten des Bergamtes in Tallinna vorhanden und wurden dem Verfasser von Herrn Dir. Berging. J. K a r k freundlichst zugestellt. Von Bohrproben ist nichts vorhanden. Deutlich unterscheidbar sind die oberen jüngeren und die älteren unterkambrischen Sedimente. Das Urgebirge ist in keinem Fall erbohrt worden.

Die Insel liegt ca 20 km nordwestlich von der Stadt Tallinna und 18 km nördlich vom Glint.

Aus den beiden angeführten Profilen geht unzweideutig hervor, dass noch in diesem Abstände vom Glint im Bereiche des Finnischen Meerbusens der „Blaue Ton“ — das Estonium — in normaler Höhe ansteht und dass von anstehenden ordovizischen Kalksteinen am Boden des Finnischen Meerbusens keine Rede sein kann. Sind hier Verwerfungen vorhanden, so müssen diese nördlich liegen, falls sie überhaupt vorhanden sind.

Aus den Bohrungen scheint auch hervorzugehen, dass das Estonium ziemlich sandig ist, indem im Profil die Sandsteine überwiegen. Doch handelt es sich um Schlagbohrung, wobei immer eine Durchmischung und Verunreinigung stattfindet und ein sandiger Ton leicht als Sand gedeutet werden kann. Aus

diesem Grunde bieten diese Bohrungen keine sichere Grundlage, auch was die „torfführenden“ Schichten anbetrifft. Der Streit <sup>7)</sup> über die Herkunft des Gases auf der Insel Kokskär wird ebenfalls nicht gelöst. Obwohl am Boden des Meeres kein Dictyonemaschiefer vorhanden ist, so ist doch nicht sicher, dass gerade ein Torflager der Ursprung des Gases sein kann. Der spärliche, problematische „Torf“ unserer Bohrungen ist wohl kein genügender Beweis. Sehr möglich aber, dass das Gas aus dem Kambrium selbst stammt: „klebrig“-bituminöse kambrische Sandsteingeschiebe werden aus dem Ålandgebiet von Wiman <sup>8)</sup> erwähnt, vielleicht sind auch hier solche anstehend vorhanden.

---

## II.

### Über das unterkambrische Alter des Estoniums.

Die Zugehörigkeit des über dem Meeresspiegel liegenden Teiles des „Blauen Tones“ zum Unterkambrium ist ganz zweifellos. Das Alter der Sedimente wird durch die *Mickwitzia*-, *Holmia*-, *Volborthella*- und *Platysolenites*-Fauna bestimmt. Offen ist vorläufig die Frage nach dem Alter der übrigen Teile des „Blauen Tones“ oder Estoniums. Der Verfasser dieser Schrift hatte in einer früheren Abhandlung <sup>9)</sup> Gelegenheit zu dieser Frage Stellung zu nehmen, und zwar in dem Sinne, dass zu wenige Tatsachen vorliegen um zu entscheiden, ob die entsprechenden Schichten kambrischen oder korkambrischen Alters sind. Auch jetzt ist die Zeit zur allseitigen Lösung dieser Frage noch nicht gekommen. Doch es muss zugegeben werden, dass alle bekannten Tatsachen für das unterkambrische Alter des „Blauen Tones“ sprechen, während das algonkische Alter nur eine Vermutung ohne jegliche Be-  
weise darstellt, wie aus dem folgenden hervorgehen wird.

Die nachstehende Tabelle enthält alles, was wir gegenwärtig über die Gliederung des Estoniums und die vertikale Verbreitung seiner Fauna kennen. Gegenüber der früher veröffentlichten Gliederungstabelle <sup>9)</sup> sind nur kleine Abänderungen vorgenommen. Der petrefaktenleere Sandstein enthält jetzt Fossilien (*Corophioides*), und der *Olenellus*, resp. *Mesonacis*, resp. *Schmidtellus* hat sich als *Holmia* entpuppen müssen <sup>10)</sup>.

Hangendes: Transgredierendes Unterordovizium. (Obolensandstein.)

|                                                                                             |                                                                               |                                                                                                  |                                                                                                             |                                                                                  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| Hiatus: <i>Olenus</i> -, <i>Paradoxides</i> - und obere <i>Olenellus</i> -Schichten fehlen. |                                                                               |                                                                                                  |                                                                                                             |                                                                                  |
| K<br>a<br>m<br>b<br>r<br>i<br>u<br>m                                                        | Untere <i>Olenellus</i> -Schichten<br>(Esthonia formation, im Sinne Raymonds) | <i>Corophioides</i> -Zone.<br>(Petrefaktenleerer Fukoidensandstein). 8—10 m.                     |                                                                                                             |                                                                                  |
|                                                                                             |                                                                               | Eophyton-Sandstein mit <i>Mickwitzia monilifera</i> und <i>Holmia mickwitzi</i> in beiden Zonen. | <i>Scenella</i> -Zone.<br>3—5 m.<br><i>Scenella discinoides</i> und <i>M. monilifera</i> .                  | Schichten mit vorwiegenden <i>Scenellen</i> (Scenellenton, im Sinne Mickwitz's). |
|                                                                                             |                                                                               |                                                                                                  | <i>Volborthella</i> -Zone. 8—9 m.<br><i>Volb. tenuis</i> ,<br><i>Mickw. monil.</i> und <i>Holmia mickw.</i> | <i>Mickwitzia</i> -Konglomerat und Sandstein.                                    |
|                                                                                             |                                                                               |                                                                                                  |                                                                                                             | Schichten mit <i>Volborthella</i> und problematischen Algen, sonst fossilarm.    |
|                                                                                             |                                                                               |                                                                                                  |                                                                                                             | Schichten mit <i>Volb. tenuis</i> (Konglomerate, Abtragungsflächen usw.).        |
|                                                                                             |                                                                               | Schichten mit häufigen <i>Holmia</i> -Resten (10—50 cm).                                         |                                                                                                             |                                                                                  |
|                                                                                             |                                                                               | „Blauer Ton“.                                                                                    | <i>Hyolithus</i> -Zone.<br>10—15? m.                                                                        | <i>Platysolenites</i> - und <i>Hyolithus</i> -Schichten von Kunda.               |
| „Blauer Ton“, untere Sandsteine und Konglomerate. 100—140 m.                                |                                                                               |                                                                                                  |                                                                                                             |                                                                                  |
| U r g e b i r g e.                                                                          |                                                                               |                                                                                                  |                                                                                                             |                                                                                  |

Bemerkung: die Kolumnen links geben die allgemeinere, rechts — die eingehendere Gliederung derselben Formation an.

Seit Fr. Schmidt's Zeiten hat die untere fossilführende Grenze des Estoniums oder des „Blauen Tones“ um eine Zone tiefer verlegt werden müssen, nachdem die *Platysolenites*-Schichten eine ganze Fauna ans Tageslicht gebracht hatten. Es erwies sich aber gleichzeitig, dass diese Schichten sich offenbar noch unter dem Meeresspiegel fortsetzen, und dass keine Anzeichen dafür vorliegen, dass diese fossilführenden Schichten des „echten“ Blauen Tones unten bald ein Ende nehmen.

Die tiefste, die älteste bekannte Fauna stammt aus Kunda<sup>9)</sup>, aus der Tongrube der Zementfabrik, und schon ziemlich nahe am Meeresspiegel, also an der Grenze des Erreichbaren. Janischewsky<sup>11)</sup> hat inzwischen einige von Pogrebrow

gemachte *Holmia Mickwitzi*-Funde aus Tallinna (= Reval) beschrieben. P o g r e b o w hat diese Trilobitenreste in einem von der russischen Regierung gebauten Dock in einer Tiefe von 16 m unter dem Meeresspiegel gefunden, also ebenso tief unter der bis jetzt bekannten *Holmia*-Schicht. Falls hier kein Irrtum vorliegt (es könnten während des Abbaues abgesunkene Partien sein), gehört dieser Fund in die *Platysolenites-Hyolithus*-Zone, und damit wird die Zugehörigkeit der genannten Fauna zur *Holmia*-Stufe ausser Zweifel gestellt.

Die estländischen ältesten Zonen des Unterkambriums, die *Volborthella*- und die *Hyolithus*-Zone, sind, nach den Faunen und der Lage zu urteilen, noch lange nicht die ältesten kambrischen Schichten der baltischen Länder. Eine ältere ist die *Discinella Holsti*-Fauna des Mjösen-Gebietes, des gotländischen Kambriums und des Geschiebes von Lappland, Öland u. s. w.

Am besten ist das Unterkambrium vom Mjösen beschrieben worden <sup>12)</sup>, wo die Zonenreihenfolge ziemlich vollständig ist.

## Mjösen.

## Estland.

|                                                   |                                                                           |
|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| 1 bβ <i>Strenuella</i><br><i>Linnarssoni</i>      |                                                                           |
| 1 ba <i>Holmia Kjerulfi</i>                       | <i>Corophioides</i> -Zone                                                 |
| 1 aβ <i>Volborthella</i><br><i>Platysolenites</i> | <i>Scenella</i> -Zone                                                     |
|                                                   | <i>Volborthella</i> -Zone                                                 |
|                                                   | <i>Platysol.</i> - <i>Hyolithus</i> -Zone                                 |
| 1 aa <i>Discinella Holsti</i>                     | Tiefere, unter dem Meeres-<br>spiegel liegende Schichten<br>des Estoniums |

Falls wir die beiden tiefsten estländischen Zonen der 1 aβ-Zone von Mjösen gleichstellen — es zwingen uns dazu die über-

einstimmenden Fossilien — so müssen die *Scenella*-Zone und die mit dieser aufs engste verbundene *Corophioides*-Zone dem grössten Teil der *Holmia Kjerulfi*-Schichten gleich sein. Die vier estländischen Zonen sind also höchstens den Zonen 1ba+1a $\beta$  aus Norwegen gleichzustellen. Die tiefste Zone des Mjösen-Gebietes, jene mit *Discinella Holsti*, ist vorläufig in Estland nicht vertreten. Mit grosser Sicherheit kann man aber vermuten, dass ein Teil der tieferen Schichten des Estoniums der *Discinella*-Zone entspricht, und es wird hoffentlich einmal eine *Discinella* aus diesen Schichten der Wissenschaft vorgelegt werden.

Der Abstand zwischen den norwegischen und estländischen Lokalitäten ist sehr gross, daher sind auch grosse fazielle (petrographische und faunistische) Unterschiede entstanden. Das Wesentliche ist, dass in Norwegen kein Äquivalent des schwedischen *Mickwitzia*-Sandsteines oder der estländischen *Scenella*-Zone vorhanden ist: und doch scheinen die Ablagerungen relativ lückenlos entwickelt zu sein. Ausserdem sind die in Estland getrennt vorkommenden *Volborthella*- und *Platysolenites*-Faunen in einer einzigen norwegischen Zone (1 a $\beta$ ) miteinander vermischt.

Aus den schwedischen Lokalitäten wissen wir aber, dass der *Mickwitzia*-Sandstein älter ist als die Zone mit *Holmia Kjerulfi* (Linn.). Aus faunistischen Gründen muss der *Mickwitzia*-Sandstein von Östergötland den estländischen *Volborthella*-Schichten und den *Mickwitzia*-Schichten der *Scenella*-Zone äquivalent und synchron sein. Es müssen dann die eigentlichen *Scenella*-Schichten Estlands zusammen mit dem *Corophioides*-Sandstein in die Zeit der *Holmia Kjerulfi* gestellt werden. Damit scheint die Zeit- und Sedimentkorrelation zwischen dem Mjösen und Estland in Ordnung zu sein. Die Tatsache, dass in Norwegen von den vier Zonen nur ungefähr eine und eine halbe (des 1ba) die vier estländischen Zonen überdecken, bedarf in Norwegen keiner Lücken und Regressionen zur Erklärung. Die estländischen Zonen sind vorläufig nur lokale Bildungen einer Regressionszeit, wo grosse Veränderlichkeit in den ökologischen Bedingungen herrschte. Daher ist in Estland die *Volborthella*- und die *Platysolenites*-Fauna getrennt eingebettet worden zu einer Zeit, wo in Norwegen für diese indifferente Bedingungen herrschten, weshalb keine Trennung zustande kam. Synchrone Bildungen für die *Mickwitzia*-*Scenella*-Schichten sind in Norwegen wohl vor-

handen, doch weil dort eine rein-marine Fazies ansteht, fehlten die Lebensbedingungen für die strenge Flachseefauna Estlands.

Es muss betont werden, dass die estländischen kambrischen Fossilien innerhalb des baltischen Gebietes einen leitenden Wert haben. *Mickwitzia monilifera* (Linn.) kommt in Schweden und Estland vor in petrographisch ähnlicher Umgebung und vollständig gleichzeitig. Sie ist ja auch in der *Volborthella*-Zone Estlands vorhanden, und *Volborthella* kommt im *Mickwitzia*-Sandstein bei Lugnäs vor. Ausser Norwegen und Schweden ist *Volborthella* aus Polen<sup>13)</sup> und Kanada<sup>14)</sup> bekannt geworden. In Polen ist *Volborthella*, wie im ganzen Baltikum, unterhalb der *Holmia Kjerulfi*-Zone entdeckt worden. Die kanadischen Funde sind aber bedeutend jünger, indem sie der *Protolenus*-Zeit, also ungefähr der Unter- und Mittelkambrium-Wende angehören<sup>14)</sup>. *Platysolenites antiquissimus* ist vorläufig noch kein allzu sicheres Fossil. Dieses Problematicum ist mangelhaft bekannt, und die Funde aus den verschiedenen Lokalitäten sind untereinander noch nicht genau verglichen worden. Es ist wahrscheinlich ein Sammelname, wie Janischewsky<sup>15)</sup> vermutet. *Scenella discinoides* Fr. Schmidt ist vorläufig nur aus Estland nach zerdrückten Exemplaren beschrieben worden. Doch bessere Stücke nähern sich sehr den Umrissen der *Scenella depressa* Kiaer aus der *Holmia Kjerulfi*-Zone vom Mjösen. In der Schalenskulptur sind offenbar fast gar keine Unterschiede vorhanden, und es kann mit der Zeit die *Scenella depressa* sich als *Scenella discinoides* entpuppen. Dieses wird dann die gesuchte Bestätigung unserer Korrelation sein.

Diese kurze Fossilienübersicht ist genügend, um festzustellen, mit welchem Grade von Sicherheit diese Versteinerungen Leitfossilien sind. Es sind alles innerhalb des Baltikums mehr oder weniger zonenbeständige Petrefakte.

---

Verlassen wir jetzt das ferne Mjösengebiet, und wenden wir uns der zu Estland viel näher gelegenen Insel Gotland zu. Das Kambrium, von mächtigem Gotlandium und Ordovizium überlagert, kommt auf der Insel überhaupt nicht zutage. Doch bei Visby<sup>16)</sup> wurde in einer Diamantbohrung das vorhandene Gotlandium, Ordovizium und Kambrium durchteuft und das Grundgebirge selbst in einer Mächtigkeit von 20 m angebohrt.

Das Unterkambrium ist hier in einer Fazies entwickelt, die sich sehr dem Estonium nähert. Nach Hedström<sup>16)</sup> gehören die untersten 104 m der Bohrung dem Unterkambrium an. Inmitten dieser Schichten fand sich im Bohrkern die *Discinella Holsti* Moberg, das Leitfossil der ältesten Zone des baltischen Kambriums. Hedström bezeichnet die Gesteine als gelblich-grauen Sandstein und bläulich-grauen Schiefertone. Der Verfasser hat die Möglichkeit gehabt, einige Proben davon in den Sammlun-

gen der „Sveriges Geologiska Undersökning“ in Stockholm zu berücksichtigen. Die Gesteine haben tatsächlich grosse Ähnlichkeit mit frischen Proben aus dem „Blauen Ton“ Estlands. Besonders die unverwitterten trockenen estländischen Tonproben können mitunter als bläulichgrauer Schiefertön bezeichnet werden. Der *Platysolenites*-Ton wird erst dort plastisch, wo er einige Zeit unter der Wirkung der Atmosphäre gestanden hat. Auch die Erfahrungen der Brunnenmeister zeigen, dass der „Blaue Ton“ schwer zu durchschlagen ist, weil er sehr fest, zähe und trocken ist, und weil Wasser ihn nur langsam erweicht. Auch die Mächtigkeit der Schichten von Gotland stimmt gut zur Mächtigkeit des Estoniums. Diesem Vergleich zufolge ist mit grosser Wahrscheinlichkeit zu erwarten, dass auch im Estonium, in dem „Blauen Ton“, dereinst die zweifellos kambrische *Discinella Holsti* Mbrg. entdeckt wird.

Aus den bis jetzt besprochenen Tatsachen geht hervor, dass die *Platysolenites*- und *Hyolithus*-Fauna des Estoniums nicht die älteste kambrische Fauna des Baltikums darstellt, dass man also im übrigen Teil des „Blauen Tones“ noch ältere kambrische Faunen erwarten kann, besonders die *Discinella Holsti*. Diese *Discinella* ist aber auch nicht das älteste Fossil des Kambriums überhaupt: wir werden später noch darauf kommen, jetzt müssen wir uns anderen Tatsachen zuwenden.

---

Fast überall liegen die tiefsten kambrischen Ablagerungen transgredierend über dem Grundgebirge. Im Baltikum ist es immer das Urgebirge, und nur ausnahmsweise am Mjösen liegt das Olenellium über dem Sparagmitsystem. Die tiefste kambrische Zone — die erste Transgressionswelle — ist jene der *Discinella Holsti*. In Norwegen, Lappland und auf Gotland ist sie nachgewiesen. In anderen Gebieten sind es immer jüngere Zonen, die den Überzug des Urgebirges bilden. Nirgends im Baltikum kennen wir einen Fall, wo die Transgression vor dem Kambrium begonnen hätte, sondern immer ist eine deutliche Verspätung vorhanden. Wir haben deshalb kein Recht zur Annahme, dass das Estonium einen vorkambrischen Transgressionsvorläufer darstellt; sondern, solange keine Gründe für eine andere Meinung vorliegen (die Meinung ist da — die Begründung fehlt!), muss auch für den „Blauen Ton“ als Bildungszeit höchstens das *Discinella*-Alter angenommen werden.

Die bedeutende Mächtigkeit \*) des „Blauen Tones“ kann ebenfalls kein Grund dafür sein, seinen unbekannten Teil ins Vorkambrium überzuführen. Dies geht schon aus dem Vergleich mit der Visby-Bohrung <sup>16)</sup> hervor. Das baltische Kambrium ist ausserdem von sehr unbeständiger Mächtigkeit, und es kann auf grossen Strecken überhaupt fehlen. Die Mächtigkeit des baltischen Kambriums wächst im allgemeinen von West gegen Ost, die Zonenreihenfolge wird aber gleichzeitig lückenhafter. Die Zunahme der Mächtigkeit und der Klastizität der Sedimente bedeuten Landesnähe, und je näher zum Lande, desto häufiger sind Lücken zu erwarten (vergl. Studie IV dieser Schrift).

---

Wir wissen nichts über Lücken im unbekannten Teile des Estoniums, können aber das Vorhandensein solcher auch nicht kategorisch ablehnen. Die Betrachtung der von R ü g e r <sup>4)</sup> bearbeiteten Bohrprofile belehrt aber, dass aus der Beschaffenheit der Sedimente und der Korngrössenverteilung die Einheitlichkeit des Estoniums hervorgeht, dass es ein einheitlicher Zyklus ist — dass also alle zu erwartenden Lücken nur von kurzer Dauer gewesen sein können.

Aus den Tiefbohrungen <sup>4)</sup> wird mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit geschlossen, dass das Estonium mit einem Basalkonglomerat oder Transgressionskonglomerat beginnt. Diese untere Abteilung ist ausgesprochen sandig, und wie R ü g e r <sup>4)</sup> berichtet, ist die Form der Sandkörner ziemlich eckig — das Material hat also keinen langen Weg durchgemacht. Es ist das Ala nach Fr. Schmidt. Die Mächtigkeit schwankt von 67,9 m (Tallinna) bis 92,36 m (Aseri) und 80,6 m (Leningrad). Auch Ton und Tonschichten sind vorhanden, doch in verhältnismässig sehr geringer Menge. Es sind dies grobe klastische, eine eckige Kornform aufweisende, teilweise konglomeratische Sedimente, also typische Erscheinungen einer beginnenden Transgression.

Diese Sandsteinserie geht höher in tonreiche Sedimente —

---

\*) Im Vergleich mit der Mächtigkeit der estnischen ordovizischen Zonen ist diejenige des Estoniums wirklich bedeutend. Der Vergleich mit den Kalksteinen sagt aber nichts; vergleichbar sind ja nur Formationen von gleicher Fazies. Das Estonium, mit Sand- und Tonbildungen anderer Zeiten verglichen, wird gar nicht auffallen — sogar unbedeutend scheinen, z. B. neben dem Flysch.

den „echten“ „Blauen Ton“ über. Es sind freilich Sand und Sandsteine vorhanden, doch diese treten sehr zurück, und das feinkörnige tonige Sediment spricht für eine weitere Entwicklung der Transgression. Gleichzeitig kommt auch ein ozeanogenes Element hinzu, nämlich der Glaukonit. Diese mit A1b bezeichnete Abteilung ist von 43 bis 89,9 m mächtig. Den oberen Teil dieses „echten“ „Blauen Tones“ bildet die *Hyolithus-Platysolenites*-Zone von Kunda.

Von hier an nimmt der Sandgehalt wieder zu. Die *Platysolenites*-Tone werden durch die ungefähr im Gleichgewicht vorhandenen Sandsteine und Tone der *Volborthella*-Zone abgelöst. Gleichzeitig kommt zum Vorschein ein Reichtum an Lebensspuren und lokalen Emersionen. Trockenrisse, Regenspuren und Wellenfurchen sind überall in dieser Zone verbreitet. Nach ihrem Aussehen können besonders diese Schichten als „kambrischer Flysch“ bezeichnet werden, ein Ausdruck, den Zuber<sup>13)</sup> für andere ähnlich ausgebildete kambrische Gebiete sehr treffend verwendet hat.

In der *Scenella*-Zone treten die Tone sehr zurück; der Sand, der in der Zwischenzone aus mehr abgerundeten Körnern zusammengesetzt war, wird wieder eckiger.

Über der *Scenella*-Zone liegen die vorwiegend sandigen Schichten mit *Corophioides* und sehr zurücktretendem Glaukonit. Tongallen und Wellenfurchen sind häufige Erscheinungen.

Der *Corophioides*-Sandstein ist das jüngste Glied des ostbaltischen Kambriums. Er ist noch im Meere entstanden (vergl. Stud. III), doch als sein wichtiges Kennzeichen wird die eckige Form der Sandkörner genannt, also ganz ähnlich, wie beim tiefsten Glied des Estoniums.

Über dem *Corophioides*-Sandstein liegt die grosse Lücke der oberen *Olenellus*-, *Paradoxides*- und *Oleniden*-Epoche. Sie ist ein Analogon zu der allerdings unvergleichlich grösseren Lücke im Liegenden des Estoniums. Die Oberfläche des *Corophioides*-Sandsteines — eine Tieflandsfläche — ist aufgearbeitet, leicht angefurcht, und es sind ihre Blöcke im hangenden Ordovizium eingebettet. Das sind die Merkmale der erneuten Transgression.

Aus dieser kurzen Übersicht geht eine deutliche Symmetrie im Aufbau des Estoniums hervor. Die untersten und die jüngsten seiner Glieder sind Sandsteine mit eckigem Korn, und je näher zur Mitte, desto abgerundeter wird der Sand, desto feinkörniger-toniger werden die Sedimente. In der Mitte, im Kern liegt der

„echte“ „Blaue Ton“, der tatsächlich vorwiegend tonig entwickelt ist.

Es ist dies das Bild eines abgeschlossenen marinen Zyklus, wo der Höhepunkt durch feinklastischen Ton, die Transgression und Regression durch grobklastischen Sand und Lücken gekennzeichnet sind. Die Einheitlichkeit des Estoniums ist ganz deutlich ausgeprägt, und innerhalb seiner Sedimente können nur geringe Lücken erwartet werden.

---

Wir haben die oberen Zonen des Estoniums als Regressionsbildungen bezeichnet. Verfolgen wir die Ausbreitung dieser fossilführenden Zonen in horizontaler Richtung, so tritt der regressive Charakter dieser Sedimente noch deutlicher hervor.

Die älteste bekannte fossilführende Zone, der Ton mit *Platysoleniten*, hat die grösste Verbreitung. Wir kennen ihn im ganzen Gebiete des Glintes bis zu den SE-Ufern des Ladoga-Sees.

Die *Volborthella*-führenden Schichten haben sich stark nach Westen zurückgezogen. Ganz deutlich sind sie noch in Ostestland erkennbar, und als der östlichste Fundort des Cephalopoden wird in der Literatur noch Zarskoje Sselo genannt. Aber die *Holmia Mickwitzi*-Reste finden sich erst bedeutend westlicher, nämlich bei Kunda, wo die ganze Volborthellenzonenzone mit allen Gliedern vorliegt. Erst hier begegnen wir auch dem *Mickwitzia*-Sandstein mit dem so charakteristischen Phosphoritkonglomerat. Aber die *Scenella*-Schichten (oberer Teil der *Scenella*-Zone) fehlen hier gänzlich. Erst weit im Westen, bei Jägala-Joa (= Jaggowal), erscheinen die Schichten mit *Scenella discinoides* und sind dann in jedem Aufschluss stets vorhanden. Diesen auffallenden Zonenrückzug macht aber der petrefaktenleere Sandstein merkwürdigerweise nicht mit. Er ist von Pakerort bis Koporje (Ingermanland), wenn auch in schwankender Mächtigkeit, ununterbrochen vorhanden. Von da an fehlt er aber auf einer bedeutenden Strecke bis zur Tosna, wo er wieder im Profil erkennbar wird<sup>17)</sup>. Auf der Strecke zwischen Koporje und der Tosna ist der Obolensandstein im Kontakt<sup>17)</sup> mit dem *Platysolenitenton*. Ähnlich hat auch Karpinsky<sup>18)</sup> die Verhältnisse bei Kunizy im Pskowschen Gouvernement angetroffen. Der petrefaktenleere Sandstein — die *Corophioides*-Zone — liegt also transgressiv über den älteren Schichten. Es ist dies aber sicherlich keine bedeutende

Transgression gewesen, schon deshalb, weil sie im Hangenden von einem grossen Hiatus abgeschnitten wird. Dieses Übergreifen des Sandsteines bedeutet eher einen Ausgleich aller grösseren Unebenheiten des Meeresbodens auf weiten Strecken, begleitet von einer oszillatorischen ausgedehnten kurzzeitigen, sehr flachen Überschwemmung. Dadurch wird das Bild der allgemeinen Regression in keiner Hinsicht gestört.

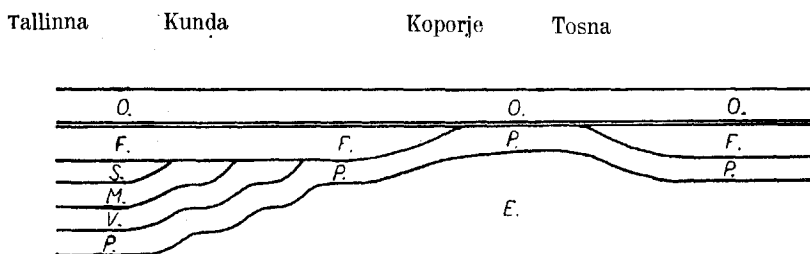


Abb. 2. Schematisches Profil durch das ostbaltische Kambrium von W nach E. O — Obolensandstein des basalen Ordoviziums; F — „petrefaktenleerer“ (*Corophioides*-) Sandstein; S — *Scenella*-Schichten der Scenellazone; M — *Mickwitzia*-Schichten der Scenellazone; V — Zone der *Volborthella tenuis*; P — *Platysolenites*-Ton (*Hyolithus*-Zone); E — nicht aufgeschlossene, nur aus Tiefbohrungen bekanntgewordene Schichten des Estoniums. Mit der doppelten Linie zwischen O und F (bzw. P) ist der Hiatus der oberen *Holmia*-, *Paradoxides*- und *Olenidenzeit* bezeichnet.

Aus allem, was über die Regression der unterkambrischen Zonen Estlands gesagt wurde, und aus der Abb. 2 geht hervor, dass erst westlich von Jägala, also erst in der Umgebung der Stadt Tallinna, die *Eophyton*-Schichten am vollständigsten entwickelt sind. Erst für dieses Gebiet ist unsere stratigraphische Gliederungstabelle in vollem Umfange verwendbar. Je weiter aber nach Osten, desto mehr Zonen und Schichten müssen gestrichen werden, und dementsprechend vergrössert sich die hangende Lücke in derselben Richtung, um ihren grössten Umfang im Fenster zwischen Koporje und Tosna zu erreichen.

Es muss zugegeben werden, dass das Auskeilen der entsprechenden Zonengesteine nach Osten zu noch ungenügend bekannt ist, dass also in dieser Hinsicht dereinst noch Korrekturen in dem hier aufgestellten Schema vorgenommen werden müssen. Ziemlich bekannt ist dagegen die horizontale Verbreitung der

Fossilien, denn nach diesen hat man viel gesucht. Und es ist ja ebenfalls eine Regression, indem die Fossilien sich gesetzmässig in bestimmter Reihenfolge nach Westen hin zurückziehen.

---

Bis jetzt haben wir zwei sehr wichtige Tatsachen erkannt, nämlich, dass das Estonium einen einheitlichen Zyklus darstellt, und dass unterhalb der *Hyolithus*-Zone im „Blauen Ton“ Raum für die älteste baltische fossilführende Zone mit *Discinella Holsti* reserviert werden muss. Wir sind aber nicht sicher, dass der ganze Rest des Estoniums dieser einzigen Zone angehört, obwohl eine solche Annahme keine Schwierigkeiten macht. Doch falls die *Discinella*-Zone vorläufig die älteste kambrische Fauna des Baltikums enthält, ist jene noch lange nicht die älteste unterkambrische Zone überhaupt, so dass der älteste Teil des Estoniums immer noch als kambrisch gelten muss, — wobei als Vorbedingung die Einheitlichkeit des ganzen Estoniums anzusehen ist.

Im amerikanischen Kambrium finden wir nämlich Ablagerungen, die offenbar älter sind als die *Discinella*-Schichten.

Walcott<sup>19)</sup> unterscheidet im nordamerikanischen Unterkambrium oder Waucobian vier mächtige Trilobitenzonen, und zwar

- D = *Olenellus*-Zone
- C = *Callavia*-Zone
- B = *Elliptocephala*-Zone
- A = *Nevadia*-Zone.

Es ist vorläufig aussichtslos, eine genaue Korrelation der baltischen und amerikanischen Zonen aufzustellen, doch ein annähernder Vergleich ist wohl denkbar.

Bezüglich der amerikanischen Zonen muss erwartet werden, dass diese in der Zukunft in eine grössere Anzahl von Zonen zerfallen werden, dass also das Walcott'sche Schema eine Reihenfolge von Faunen darstellt, von denen eine jede mehrere Zonen einnimmt. Gegenüber diesen amerikanischen stehen nun die baltischen Zonen, welche als drei Trilobitenfaunen vertreten sind, und zwar

- 1) *Strenuella Linnarssoni*,
- 2) *Holmia Kjerulfi* und *Kjerulfia lata* Kiaer,
- 3) die älteste Fauna mit *Holmia Mickwitzi*, zu welcher auch als Zonen die *Torelli*- und die *Discinella*-Schicht hinzuzurechnen sind.

Von diesen drei Faunen hat eigentlich nur die dritte Dimensionen, die mit denjenigen einer amerikanischen vergleichbar sind, während die zwei oberen zusammen in den Rahmen einer amerikanischen passen. Möglicherweise hat die *Strenuella*-Zone den Platz der *Protolenus*-Fauna, oder deren unteren Teil einzunehmen, und so fallen die anderen ostbaltischen Zonen mit der *Callavia*- und *Olenellus*-Zeit zusammen. Die *Elliptocephala*- und die *Nevadia*-Zeit sind im Ostbaltikum sedimentlos geblieben. Es ist daher auch unwahrscheinlich, dass der tiefere Teil des Estoniums diesen fehlenden Zonen entspricht. Wir können fast ganz sicher sein, dass die Transgression des Kambriums im Baltikum gegenüber Amerika sich überall um einige Phasen verspätete.

Für das ganze baltische Unterkambrium ist die Trilobiten-gattung *Holmia* bezeichnend. Die Gattung selbst ist daher für einzelne Zonen nicht entscheidend, und nur die Arten sind von Bedeutung. In Nevada in der *Nevadia*-Zone, mit der ältesten marinen Fauna überhaupt, erscheint ebenfalls eine *Holmia*-Art<sup>19)</sup>. Diese *Holmia rowei*, „a more advanced type“, kann nicht die primitive *Nevadia* in die Zeit der baltischen *Holmia*-Zonen versetzen. Es ist nur ein Beweis für eine gewisse Persistenz der Gattung *Holmia*, deren Ahnen im Lipalian zu suchen sind; aber es ist ebenfalls nicht ausgeschlossen, dass unter der *Nevadia* noch eine kambrische Fauna entdeckt werden wird. Das „abrupte“ Erscheinen \*) der *Nevadia* und *Holmia* kann als Stütze dieser Hoffnung dienen.

---

Das unterkambrische Alter des ganzen Estoniums dürfte demnach eine sehr wahrscheinliche Tatsache sein.

Wir haben erkannt, dass im oberen Teil des Estoniums das obere Unterkambrium in Form der *Strenuella*-Zone und eines

---

\*) Charles D. Walcott, Abrupt Appearance of the Cambrian Fauna on the North American Continent, Washington 1910.

Teiles der *H. Kjerulfi*-Schicht nicht vorhanden ist. Es ist ebenfalls sehr wahrscheinlich, dass auch die ältesten Zonen in Estland nicht vertreten sind. Demnach hat die Estonia-Formation einen kleineren Umfang als das ganze Olenellium, etwa wie es im folgenden Schema durch die Korrelationslinien dargestellt wird:

|              |          |
|--------------|----------|
| Paradoxidium | Hiatus   |
| Olenellium   | Estonium |
| „Lipalian“   |          |

Wir geben zu, dass unsere Begründung des kambrischen Alters des „Blauen Tones“ auf wenigen Tatsachen und einer Reihe von Vermutungen, Annahmen und Analogien beruht, dass also noch weitere Beweise erwünscht sind. Aber welche Tatsachen und Gründe waren die Ursache, dass die Grenze zweier erdgeschichtlicher Ären, des Paläozoikums und des Eozoikums, in das Estonium verlegt wurde?

Zum erstenmal wurde die Vermutung, dass der „Blaue Ton“ algonkisch sein könne, von F. r. S c h m i d t ausgesprochen, doch eine Begründung wurde nicht gegeben. In ähnlicher Weise geschah es später von J. W a l t e r, und einige jüngere Geologen haben sich dieser Meinung angeschlossen. Nur L. R ü g e r<sup>4)</sup> hat den Versuch gemacht, eine Begründung zu geben. Aber gerade von ihm wird die Einheitlichkeit des Estoniums betont und auf dessen Zugehörigkeit zum Kambrium aus sedimentpetrographischen Gründen hingewiesen. Dass R ü g e r den „Blauen Ton“ aus faunistischen Gründen zum Präkambrium (allerdings zum spätesten) zu rechnen für möglich hält, ist durch den damaligen Stand der Wissenschaft verursacht worden: die *Hyo-lithus*-Fauna von Kunda und die Arbeiten von V o g t, H e d s t r ö m (die Ergebnisse der Visby-Bohrung) u. a. waren noch unbekannt. Von L. R ü g e r sind alle Argumente für das prä-

kambrische Alter des „Blauen Tones“ erwogen worden, es werden aber von ihm selbst alle anderen, ausser dem hier angeführten, abgelehnt. Das einzige also, was noch von Wichtigkeit zu sein schien und das algonkische Alter beweisen sollte — die Fauna — erwies sich gerade als ein Beweis für das kambrische Alter des Estoniums.

---

In letzter Zeit ist für das präkambrische Alter des Estoniums H. Scupin<sup>20)</sup> eingetreten. Wir lesen in seinem Aufsatz: „Mit Rürger betrachte ich (H. Scupin) alle diese besonders in Estland und Ingermanland auftretenden Ablagerungen als jünger als die Jotnische Stufe \*) und möchte sie daher als jüngste Stufe des Präkambriums unter besonderem Namen dieser gegenüberstellen. Das gegebene wäre „Estnische Stufe“ oder Estonium; da aber bereits P. Raymond eine Esthonia-Formation unterscheidet (blauer Ton + Unterkambrium), so schlage ich die Bezeichnung ingrische Formation (Ingrium) vor. An der Zugehörigkeit des „Blauen Tones“ zum Präkambrium ändert auch die Auffindung einer kleinen Fauna in dessen oberem Teil durch A. Öpik nichts, wenn man die allgemeingültige Definition des Präkambriums, wie sie jetzt auch wieder Sederholm bringt, festhalten will.“

Wie wir eben sahen, hat gerade diese „kleine aufgefundene Fauna“ ausschlaggebende Bedeutung für die Bestimmung des Alters des Estoniums, indem sie noch lange nicht die älteste kambrische Fauna ist. In der Altersbestimmung des Estoniums lehnt sich H. Scupin an Rürger<sup>4)</sup> an, der aber, wie oben erwähnt wurde, sich gar nicht so kategorisch für das präkambrische Alter ausgesprochen hat und sogar umgekehrt geneigt ist die ganze Formation zum Kambrium zu rechnen! Auch der Name J. J. Sederholm's ist ganz ohne Grund angeführt worden. In der von Scupin zitierten Arbeit (im Lehrbuche von W. Salomon) können im Aufsatze von Sederholm nur die folgenden Zeilen über den „Blauen Ton“ in Be-

---

\*) Es handelt sich wohl um das Jotnische System, welches von Sederholm in letzter Zeit in zwei grosse Formationen, das Hoglandium und das eigentliche Jotnium, gegliedert wird. „Stufe“ ist hier unpassend, wie z. B. auch in „Permische Stufe“ (statt „P. System“) u. s. w., wo „Stufe“ eine Geringschätzung bedeuten würde.

tracht kommen: „Mit Ablagerung des jotnischen Sandsteines schliesst das präkambrische Zeitalter in Fennoskandia ab, wenn man nicht dazu den blauen Ton rechnen will, welcher am Finnischen Meerbusen die Olenelluszone direkt unterlagert. Er wird aber gewöhnlich als kambrisch oder eokambrisch bezeichnet.“ Im selben Aufsatz wird das Präkambrium von Sederholm in viel weiterem Umfange, als es H. Scupin angibt, definiert, nämlich als „Antekambrium“, — Proterozoicum + Archäicum + u. s. w., also als die Erdgeschichte vor dem Beginn des Kambriums überhaupt. Auch in anderen Arbeiten von J. J. Sederholm ist offenbar keine Zeile vorhanden, aus der herausgelesen werden kann, dass der verehrte Erforscher der präkambrischen Ablagerungen eine unterkambrische Fauna und die entsprechenden Sedimente in eine andere Ära versetzen möchte.

In den Erläuterungen zur geologischen Karte Fennoskandias von J. J. Sederholm<sup>29)</sup> finden wir folgende Zeilen, welche uns über den Inhalt des Begriffes „Eokambrium“ aufklären: „Silurian and Cambrian. In this division are placed the nonmetamorphic sedimentary rocks of the Silurian and Cambrian ages in the region S. E. and E. from the mountain-chain (including the Eo-Cambrian „Blue Clay“)" u. s. w. (Seite 7), und auf Seite 10: „The nearest outcrops of Eo-Cambrian (i. e. pre-Olenellus) blue clay of the Carelian Isthmus" u. s. w. Auf der beigegeführten Karte finden wir ausserdem unter „Silurian and Cambrian" vereinigt alle Sedimente beginnend mit dem „Blauen Ton" der Karelischen Landenge. Es ist klar, dass der Ausdruck „Eokambrium" die Schichten bezeichnet, welche kambrisch sind, aber unterhalb des „Olenellus" (= *Holmia Mickwitzi*) liegen. Es ist also bei H. Scupin der Sederholm'sche Ausdruck „Eokambrisch" fehlerhaft durch „präkambrisch" ersetzt worden. Dies geschah, weil Scupin nur die Schrift von Rüger<sup>4)</sup> zitiert, und Rüger stützt sich wieder auf eine Fussnote bei Metzger<sup>2)</sup>, wo das Eokambrium als „unter dem untersten fossilführenden Kambrium liegend" definiert wird. So kann aber eine geologische Formation nicht definiert werden. Ausserdem ist es nur „der Rest" des „Blauen Tones", was im ganzen Baltikum allein ins „Eokambrium" gestellt werden kann; und den Ausdruck „Eokambrium" treffen wir immer nur im Zusammenhang mit dem „Blauen Ton", wobei es sich ja eigentlich offenbar nur um die Zone mit *Discinella Holsti* handelt! Dieser unglückliche

Ausdruck „Eokambrium“ muss überhaupt vermieden werden, und dies geschieht auch in der massgebenden Literatur über das Kambrium.

Zum Schluss noch ein Wort über den neuen Begriff „Ingrium“. Dieses vom Estonium abzusondern und ins Proterozoikum zu versetzen ist ganz dasselbe, wie wenn wir die unteren 100 m des Buntsandsteins abmessen, als eine besondere „Formation“ oder „Stufe“ mit einem neuen Namen belegen und aus dem Mesozoikum ins Paläozoikum versetzen. Mit dieser Einschränkung mag der Begriff „Ingrium“ bestehen bleiben.

---

### III.

#### **Eine *Corophioides*-Fauna aus dem estnischen unterkambrischen „fossilleeren“ Sandstein. (U-Röhre mit „Spreite“).**

Die oberste Zone des estnischen Unterkambriums, der „petrefaktenleere Sandstein“ oder der „Fucoidensandstein“, wie er später ohne Grund genannt wurde (nur wegen seiner annähernden Gleichaltrigkeit mit dem schwedischen Fucoidensandstein), galt bis zur letzten Zeit als vollständig fossilleer. Erst vor ein paar Jahren berichtete Schindewolf<sup>24)</sup> über das Vorkommen von undeutlichen *Sabellarifex*-artigen Röhren, und im Jahre 1861 entdeckte Helmersen<sup>22)</sup> „Pflanzenspuren“ im „Ungulitensande“ bei Narva. Nach dem Profil bei Helmersen zu urteilen, handelt es sich um den „petrefaktenleeren“ Sandstein, die Abbildungen aber stellen schlecht erhaltene einzelne *Corophioides*-Röhren dar. Diese sind unvollständig und in umgekehrter Stellung abgebildet, indem die Zuwachsbogen der Spreite nach oben gerichtet sind. Daher auch die Ähnlichkeit mit Pflanzen.

Der Gattungsbegriff *Corophioides* Smith ist von Rud. Richter<sup>23)</sup> genau begrenzt worden, wobei eine strenge Trennung von den spreitenlosen U-Röhren des *Arenicoloides* und *Diplocraterion* durchgeführt wird.

Über die Organisation des Spreitenbaues gibt Aufschluss Richter, wobei er sich auf die umfangreiche Literatur stützt.

Auf Grund aller dieser Angaben ist das (Abb. 3) abgebildete Modell konstruiert worden.

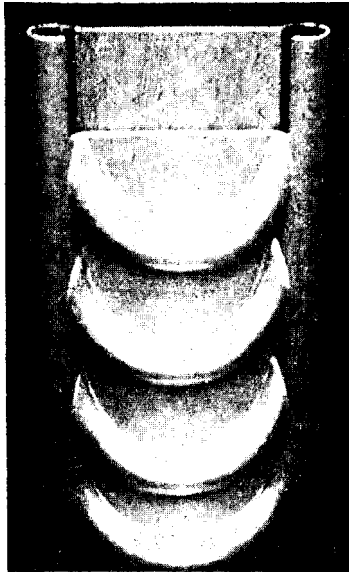


Abb. 3. Modell eines *Corophioides* „U-Rohr mit Spreite“. Ein Teil einer Spreitenwand ist entfernt, um die Kommunikation der Spreite mit dem U-Rohr zu zeigen. Die Bogen auf der Spreitenwand sind Anwachsstreifen, dem Bauprinzip „U in U“ entsprechend. Die ganze Tasche bestand aus mit Schleim zementierten Sandkörnern. — Das Modell ist vom Diener des Geol. Instituts Tartu Herrn Michelson angefertigt worden.

Photo A. Ö.

### ***Corophioides erraticus* R. Richter.**

Taf. I, Abb. 1, 2.

1926. R. Richter, Flachseebeobachtungen u. s. w. XII—XIV, XII, Seite 203, Taf. 3, Abb. 3, Senckenbergiana, Bd. VIII, Heft 3/4.

Die Art *erraticus* ist auf Grund eines Sandsteingeschiebes aufgestellt worden, welches Grönvall (bei Richter) dem schwedischen Unterkambrium zuweist.

Der Verf. d. Schrift fand im Herbst 1927 im petrefaktenleeren Sandstein am rechten Narva-Ufer, bei Joachimstal in der Stadt Narva, zahlreiche Gebilde, welche eine besondere Ähnlichkeit mit *Arenicoloides luniformis* Blankenhorn, aus dem

Buntsandstein, aufwiesen. Im Frühling 1928 wurde die Lokalität nochmals besucht, Material gesammelt, Profile ausgemessen u. s. w.

Im Sommer desselben Jahres wurde diese Lokalität von R. Richter, A. Foerste und G. Troedsson unter der Führung d. Verf. besucht.

Auch der *Corophioides* wurde zum Gegenstand der Diskussion. Der grösste Teil der hier anstehenden Fossilien wurde von Herrn R. Richter als *C. erraticus* bestimmt, wobei von ihm auch mehrere im folgenden benutzte Ratschläge und Hinweise gegeben wurden.

Der Spreitenbau ist immer deutlich erkennbar. Wie beim Holotypus, so auch hier trägt die Spreite bogige Anwachsstreifen, die untereinander niemals streng parallel sind; die Krümmung ist verschieden stark, und die tiefste Stelle liegt nicht immer in der Mittellinie der Spreite. Die Spreitenbreite bei verschiedenen Exemplaren unterliegt bedeutenden Schwankungen; der Röhrendurchmesser dagegen ist bei den meisten annähernd gleich (ca 3 mm). Taf. I, Abb. 1 sind zwei Exemplare, nebeneinander im Sandstein dargestellt, von denen das rechte breiter ist als das linke. Die vertikalen Röhren sind streng parallel miteinander. Es liegt ein Fund vor, bei dem die Spreite etwas gebogen ist und ein Zylindersegment bildet, ganz ähnlich wie *Corophioides Zimmermanni* (Kolesch)<sup>24)</sup> aus dem Buntsandstein. Sehr möglich, dass diese Verbiegung in der Enge entstanden ist, indem das Tier eine Verletzung der benachbarten besiedelten Bauten vermeiden wollte. Weil dieser Fall in einander so fernen Zeitabschnitten sich wiederholt, so kann diese Verbiegung schwer als spezifisches Merkmal dienen. Interessant ist es, dass diese Spreitenverbiegung sehr an *Rhizocorallium* erinnert (*Rh. jenense* Zenger, Abb. bei Richter), bei welchem der Querschnitt dem von *C. Zimmermanni* und dem aus Narva sehr ähnlich sieht.

Taf. I, Abb. 2 gibt ein U-Rohr wieder, bei dem die Spreite nicht mehr sichtbar ist. Es ist aber eine angewitterte Fläche, auf welcher in sonderbarer Weise auch die schöne Schichtung des Sandsteines ganz verwischt ist. Es liegen aber mehrere ähnliche Scheitelrohre aus denselben Schichten vor, welche auf frischen Bruchflächen liegen und die Spreite deutlich zeigen. Bei diesen Scheitelrohren ist ausserdem noch immer eine schwache Diver-

genz der Zweige des U-s vorhanden und die Vertikalrohre erweitern sich ein wenig nach oben.

Dimensionen: Taf. I, Abb. 1 (das linke Exemplar): Breite der Spreite 2,0 cm, Breite der Vertikalröhren 0,3 cm, vorhandene Länge 12,0 cm; Taf. I, Abb. 2 (Scheitel-U-Rohr): Breite bei der Mündung 2,8 cm, Breite vor der Biegung 2,4 cm, Röhrendurchmesser 0,7 cm (an der Mündung), 0,3 cm (kleinster Durchmesser). Länge 5 cm.

Grösste beobachtete Spreitenlänge ca 30 cm, grösste beobachtete Breite 5,6 cm bei einem Röhrendurchmesser von 0,4 cm.

Das Exemplar mit der zylindersektorartig gebogenen Spreite ist 4,5 cm breit.

### *Corophioides Helmerseni* n. sp.

Taf. I, Fig. 3, 4; Textabb. 4.

Holotyp: das auf Taf. I, Fig. 3 abgebildete Stück, im Geol. Museum zu Tartu (Dorpat) aufbewahrt.

Unterschied von allen anderen *Corophioides*-Arten: die kolben- oder pendelartige Form der ganzen Tasche (Abb. 4).

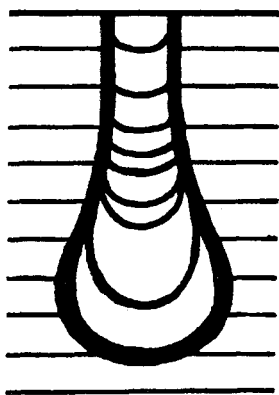


Abb. 4. *Corophioides Helmerseni* n. sp. Schematische Darstellung des Holotypus (Taf. I, Fig. 3),  $\frac{1}{2}$  der nat. Gr.

Bei verschiedenen Exemplaren des *Corophioides erraticus* schwankt die Breite der Spreite beträchtlich, doch bei jedem einzelnen Individuum bleibt die Spreitenbreite immer konstant. Dass es so ist, zeigt die Abb. 2, Taf. I, wo ein Scheitelrohr abgebildet

ist, ohne die für die neue Art so bezeichnende Anschwellung. *Corophioides erraticus* vergrösserte beim Wachsen die Länge des U-Rohres, die Dicke des Rohres aber und die Krümmung blieben immer von derselben Form und Grösse. Je länger (grösser, älter) das Tier wurde, desto länger wurde die Spreite. *Corophioides Helmerseni* dagegen stieg nur bis zu einer gewissen Tiefe hinab, denn bei ihm wurde die Verlängerung des Wohnrohres durch die Zunahme der Spreitenbreite und -länge erreicht. Aus diesen Verschiedenheiten muss auf abweichende Organisation geschlossen werden.

Das typische Stück des *Corophioides Helmerseni* ist 9,5 cm lang; oben ist seine Spreite 1,8 cm, unten 4,0 cm breit. Der Röhrendurchmesser ist unten 0,6 cm, oben 0,3 cm. Die Breitenzunahme der Spreite ist nicht ganz von der Tiefe abhängig. Im oberen Teil der Spreite ist sogar eine schwache Einschnürung vorhanden. Die Krümmung der Zuwachsrünzeln ist im engen Teil der Spreite ziemlich gleichartig (zum Unterschied von *erraticus*). Die Krümmung nimmt aber unten zu, und im tiefsten Teil zeigt das U die Form eines Ovals, bei dem die schärfere Spitze (oben) halbkreisförmig eingebuchtet ist. Das Typus-Stück scheint ziemlich vollständig zu sein.

Ausser dem Holotypus liegt noch ein anderes Stück vor, an dem einige interessante Einzelheiten sichtbar sind (Taf. I, Fig. 4). Man sieht die undeutlichen Anwachsstreifen der Spreite und drei ineinander eingesetzte U-Röhren. Weil diese verschieden lang sind, so scheint es, dass der Schnitt dieses Stückes eine schraubenförmig gebogene Fläche war, dass also die Spreite nicht in einer Ebene lag, sondern eine schwache schraubenartige Drehung aufwies. Das ganze Stück scheint der Mitte einer „Kolben- oder Pendelspreite“ angehört zu haben. Die Länge beträgt 5,3 cm, die Breite oben 2,6 und die Breite unten 3,7 cm.

*Corophioides Helmerseni* kommt zusammen mit *erraticus* vor, ist aber selten.

---

In der Organisation des *Corophioides* interessieren uns zwei Fragen: 1) ist die Spreite während der Lebenszeit des Tieres eine offene Spalte gewesen, oder wurde sie vom Tier ausgefüllt, indem zwischen den Wänden der Spreite eine Platte aus Sand und

Schleim eingebaut wurde, und 2) wie ging das Wachstum der Spreite vor sich: durch Eingraben nach unten oder nach oben?

Es scheint, dass die Spreite während des Lebens des Tieres tatsächlich als offener Spalt existierte, denn es ist nicht gelungen eine regelmässige Ausfüllung dieses Spaltes zu finden. Es kommt wohl vor, dass die stärker ausgebildeten Anwachsstreifen (Wohngänge) mit Sand ausgefüllt sind und Steinkerne liefern, wie bei *C. erraticus*, Taf. I, Fig. 1. Die Mehrzahl der Fälle besitzt überhaupt keine Spreitenausfüllung, so dass die Zuwachsstreifen tatsächlich als Streifen, nicht als Röhren vorhanden sind. Ausserdem sehen wir im Anstehenden (Taf. II) zahlreiche Spalten im Sandstein: es sind die klaffenden Spreiten. Drittens sieht man im Profil oft nur die eine vertikale Röhre, während die andere, also auch die Spreite, noch im Sandstein verborgen ist. Falls mehrere solche Exemplare nebeneinander stehen, sieht man nichts von den U-Röhren und es entsteht ein *Scolithus*-artiges Bild. Ferner beobachtet man an solchen Schnitten, dass die Schichtung in die Spreiten eingestürzt ist, was nur bei klaffender Spreite geschehen kann. Der Einsturz ist ein Beweis des Vorhandenseins einer Spreite, und zwar nicht bloss einer scheinbaren oder falschen, wie es B a t h e r (zit. nach R i c h t e r) beschreibt. Die falsche Spreite entsteht nämlich bei einem einfachen U-Rohr durch Einsturz des Sandes in den Scheitel des U-s. Falls aber zwei echte Spreiten nebeneinander parallel stehen, so stürzt die Schichtung in die Spreiten, so dass im Profil die Schichten zwischen den Spreiten sich nach oben wölben, und dies nicht nur in einem einzelnen Schnitt, sondern in jedem beliebigen, den wir senkrecht zur Schichtung durch die beiden Spreiten legen.

Es muss bei der Spreitenskulptur von *Corophioides erraticus* zwischen Zuwachs-(Grabungs-)Bogen und Stillstandsröhren ein Unterschied gemacht werden. Die Stillstandsröhren sind ältere, verlassene Scheiteltuben, sie ähneln der untersten Umbiegung der „U“ und liefern dementsprechende Steinkerne. Zwischen diesen verlassenen Wohnräumen sind die Kratz- oder Grabungsbogen gelegen, welche während des Vertiefens der Tasche entstanden sind. Sie sind niemals Röhren gewesen, sondern nur Runzeln an den Wänden der Spreite. Dasselbe gilt auch von *Corophioides Helmerseni*, wobei die Anzahl der verlassenen Wohnröhren kleiner gewesen zu sein scheint als bei *erraticus*. Auf Abb. 4 sind die verlassenen Wohnröhren als schwarze Querbogen eingezeichnet;

die Kratzbogen sind ausgelassen. Sehr möglich, dass die Spreite beim Eingraben des Tieres ebenso breit wie das Wohnrohr war und erst später, mit Sandkörnern ausgekleidet, zur engen Spalte wurde. Aber dann müssten auch die alten Wohnröhren vom Tier in ähnlicher Weise behandelt, also seitlich ausgefüllt worden sein, und die Spreite müsste durch den Steinkern gehen. Dies ist aber nicht der Fall. Ausserdem würde bei einer nachträglichen Auskleidung der Wände die Bogenskulptur verwischt oder gar verschwunden sein. Das wahrscheinlichste ist, dass die Spreite von Anfang an als schmale Spalte mit verfestigten Wänden gebaut wurde.

Es ist ebenfalls wahrscheinlich, dass die Tiere mit dem Alter wachsend das U-Rohr und die Spreite allmählich tiefer verlegten — besonders ist dies der Fall beim pendelartigen *Corophioides*, wo die weiteren Teile der Spreite tiefer liegen als die engen. Es ist nicht möglich, dass das ältere Tier einen engeren Wohnraum brauchte als das junge. Auch ein Wachstum nur nach oben ist nicht denkbar. Denn das erste U musste doch durch Eingraben ins Sediment gemacht werden. Freilich, bei unerwarteter Versandung mussten die Tiere ihre Wohnung nach oben verlängern, vielleicht mussten sie wieder in die älteren oberen Teile der Spreite übergehen, um dem Wasser näher zu sein. Aber es war dies nur eine Folge der Not und nicht die Regel.

---

### Die *Corophioides*-Lokalität.

*Corophioides erraticus* und sein Genosse wurden im petrefaktenleeren unterkambrischen Sandstein an den Ufern des Narva-Flusses in der estnischen Stadt Narva gefunden. Diese Lokalität — das Narvatal — ist von Helmersen<sup>22)</sup> untersucht worden, und seine Beschreibung gilt in den Hauptzügen bis zum heutigen Tag.

Die Aufschlüsse beginnen gleich am Wasserfall, dessen Stufe der Vaginaten- und Glaukonitkalk bilden. Aber erst unterhalb der Eisenbahnbrücke beginnen die besten Profile des unteren Ordoviziums. Der Strom hat hier ein cañonartiges Tal eingeschnitten, dessen steile und nicht sehr hohe Ufer durch die Strömung ständig in frischem Zustande erhalten werden.

Die oberen Schichten an den Flussufern bestehen aus dolomitischem, zum Teil kavernösem grauem Vaginatenkalk mit zahl-

reichen, aber schlecht erhaltenen Cephalopoden. Es ist dies die BIII $\gamma$ -Zone mit *Asaphus Eichwaldi*. Es werden diese Kalke von einer oolithischen Mergelkalkschicht unterlagert, welche unter dem Namen der „Unteren Linsenschicht“ in der Literatur bekannt geworden ist und von L a m a n s k y<sup>25)</sup> als Zone mit *Asaphus rani-ceps* (BIII $\beta$ ) bezeichnet wurde. Dann folgt eine als Ätzfläche ausgebildete Lücke vom Alter des *Asaphus expansus* (BIII $\alpha$ ). Diese Zone ist weiter im Osten ausgebildet.

Die tieferen Kalksteinzonen gehören dem Glaukonit- oder Megalaspiskalke zu und bilden die ziemlich einheitliche BII-Stufe des ostbaltischen Ordoviziums. Es sind im ganzen drei Zonen —  $\alpha$ ,  $\beta$  und  $\gamma$  — unterschieden worden, welche alle bei Narva vertreten sind.

Unterhalb der Megalaspidenstufe (B II) ist wieder eine Lücke vorhanden. Es fehlt hier der Dictyonemaschiefer, und nur durch eine dünne, stellenweise sogar fehlende Glaukonitsandschicht (B I) ist der Megalaspiskalk vom tiefsten Glied des ostbaltischen Ordoviziums, dem Obolensandstein, getrennt. Zur Zeit des *Dictyonema flabelliforme* und während der B I-Zeit herrschte hier ein Stillstand in der Sedimentation.

Der Obolensandstein ist rötlich bis violettrot gefärbt und zum grössten Teil transversal geschichtet. Oft findet man in ihm helle Flecke, die mit der Schichtung nicht zusammenfallen: es sind Entfärbungserscheinungen. Es kommt reichlich *Obolus apollinis* vor, daneben auch einige *Schmidtia*-Arten. Besonders häufig ist hier die kleine, in vieler Hinsicht noch problematische *Helmersenia ladogensis* (J e r e m e j e w). Der Obolensandstein ist hier 3—4 m mächtig und führt an seiner Basis braune, leicht bituminöse Sandsteinblöcke mit *Obolus apollinis* und anderen Formen desselben Obolensandsteins.

Unter dem Obolensandstein liegt mit unebenem Kontakt der „petrefaktenleere“ unterkambrische Sandstein — der Hauptsitz des *Corophioides*. Die Lücke, auf die schon früher hingewiesen wurde, fällt in die Zeit des oberen und Mittelkambriums und in den oberen Teil des Unterkambriums; es ist dies die grösste Lücke innerhalb des ostbaltischen Kambroordoviziums. Das Konglomerat im Obolensandstein und die Kontaktfläche ist schon H e l m e r s e n<sup>22)</sup> bekannt gewesen, doch die Deutung dieser Erscheinungen als einer Lücke stammt von Fr. Schmidt und Mickwitz.

*Corophioides* wird in allen Aufschlüssen des petrefaktenleeren Sandsteins an den Ufern des Narvastromes gefunden, und überall ist er sehr reichlich vertreten. Die beste und zugänglichste Lokalität liegt am linken Ufer des Flusses gegenüber Iwangorod, an der Mündung des „Joachimstals“ oder „Joaoaru“ in den Fluss. Hier ist der Sandstein im vollen Sinn des Wortes ein Spreiten-sandstein. Es kann hier kein Stück des Sandsteins aufgehoben oder abgeschlagen werden, das nicht allseitig von Spreiten bedeckt wäre. Diese Fundstelle wollen wir kurz als „Helmersen-Lokalität“ bezeichnen.

Die petrographische Beschaffenheit des Sandsteins in horizontaler Richtung ist nicht sehr beständig. Einige Bänke sind transversal geschichtet, doch mit ziemlich flachen Neigungswinkeln. Hier ist das folgende Profil gemessen worden, die Abbildung siehe Taf. II, Fig. 1, 3.

**Detailprofil am linken Narva-Ufer bei Joachimstal (Lokalität „Helmersen“).**

Hangendes: Obolensandstein, als basale Bildung des Ordoviziums.

Hiatus: Die sedimentlose Zeit der *Olenus*-, *Paradoxides* und Ober-*Olenellus*-Formationen.

|                                                                                                      |    |                                                                                                                                                                                                                           |        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| <i>Corophioides</i> - oder petrefaktenleerer Sandstein<br>(Unterkambrium, obere Zone des Estoniums). | 5. | Heller Sandstein mit zahlreichen schlecht erhaltenen Spreiten und mit Tongallen . . . . .                                                                                                                                 | ca 2 m |
|                                                                                                      | 4. | Heller bläulichvioletter sandiger Ton mit undeutlichen Spreiten . . . . .                                                                                                                                                 | 0,1 m  |
|                                                                                                      | 3. | Glaukonithaltiger wagerecht geschichteter Sandstein, mit guten Spreiten überfüllt und durch diese stark zerklüftet . . . . .                                                                                              | 0,35 m |
|                                                                                                      | 2. | Toniger lockerer Sandstein mit Tonlagen, Glaukonit und undeutlichen Kriechspuren und Spreiten . . . . .                                                                                                                   | 1,0 m  |
|                                                                                                      | 1. | Gelblicher Sandstein mit weissen glaukonitischen Sandsteinlagen, alles wohlgeschichtet und sehr reich an <i>Corophioides</i> . In der Nähe des Flussspiegels sind die Scheitel-U-Röhren sehr häufig und manchmal hohl . . | 0,5 m  |

Die Schichten setzen sich unter dem Spiegel des Flusses fort und gehen allmählich in die *Volborthella*-Zone über. Die *Scenella*-Zone ist hier nicht entwickelt.

Die Abb. 1 u. 3 auf Taf. II ergänzen das Profil. Auf der Abb. 1 sehen wir die Schichten 5, 4, 3 und 2, wobei die Zerklüftung durch die Spreiten besonders deutlich ist. Nur wenige Spreiten liegen in der Ebene des Aufschlusses; die Mehrzahl bildet, wie es ja zu erwarten ist, mit der Aufschlussfläche verschiedene Winkel und kommt daher als senkrechte Risse zum Vorschein. Einige der letzteren durchsetzen die ganze Bank 3, sie sind also über 35 cm lang. Dasselbe sehen wir auch auf der Abb. 3, wo die ganze Lokalität abgebildet ist. Die weicheren Bänke sind ausgehöhlt.

Die Zerklüftung des Sandsteins durch die Spreiten tritt in besonderer Weise im Flussniveau hervor (Abb. 2, Taf. II). Weil die Spreiten in allen Himmelsrichtungen im Sandstein sitzen, kommt eine kleinsäulige Absonderungsform des Sandsteins zustande. Gegenüber der Strömung ist der Sandstein wegen der Spreiten wenig widerstandsfähig. Es ist dies ein Beispiel dafür, wie die Erosion durch die organischen Einschlüsse des Sediments beschleunigt und befördert wird.

---

Das Alter des *Corophioides*-Sandsteins ist in der stratigraphischen Tabelle im ersten Abschnitt unserer Abhandlung angegeben. Er gehört ins Unterkambrium, ist offenbar einem Teile der Zone mit *Holmia Kjerulfi* gleichzeitig und bildet das oberste Glied der Estonia-Formation des Ostbaltikums. Doch weil nicht das Tier selbst, sondern nur der von ihm errichtete Spreitenbau vorliegt, so kann dieses Fossil nicht zum sicheren Leitfossil werden. Es wird wohl einmal gelingen, mit Hilfe des *Corophioides erraticus* eine nähere Parallele innerhalb der baltischen unterkambrischen Sandsteine zu ziehen, doch vorläufig wird das Alter des Sediments nicht nach diesem Fossil bestimmt, sondern das Alter des *Corophioides* ist nach dem Sediment und nach der Lage im Profil festgestellt worden.

Das Vorkommen *Corophioides*-artiger Gebilde in Estland ist nicht nur auf den petrefaktenleeren Sandstein beschränkt. Auch in den tieferen Zonen des Estoniums sind solche beobachtet worden, so bei Tallinna, Jägala u. s. w. Aber weil hier das Sediment in

seiner Zusammensetzung sehr unbeständig ist, indem die Sand- und Tonschichten miteinander sehr rasch abwechseln, so sind keine guten Erhaltungsbedingungen gegeben. Ausserdem liegen hier viele Unstetigkeitsflächen vor. Es ist auch wahrscheinlich, dass der *Corophioides* kein sehr bewegtes Wasser liebte; denn die Schichten bei Narva weisen nur eine schwache Transversal-



Abb. 5. „Hühnertrappen“ (positive) aus dem estnischen Unterkambrium. *Volborthella*-Zone bei Kannuka (Ost-Estland). Urstück aus den Sammlungen des Geologischen Institutes zu Tartu.

schichtung auf, der estnische *Eophyton*-Sandstein dagegen ist von viel unruhigerer Schichtung.

Im *Eophyton*-Sandstein, speziell in der *Volborthella*-Zone, kommen nicht allzuselten „Hühnertrappen“ vor, wie sie aus dem Buntsandstein bekannt geworden sind (vergl. E. K a y s e r, „Lehrbuch der Geologie“, III. Bd., Abb. 126 und die zit. Literatur). Im Buntsandstein sind diese Trappen als die Abdrücke der Scheiteltbogen des *Corophioides luniformis* (B l a n k e n h o r n)

erkannt worden. Die Ähnlichkeit mit unserem Stück (Abb. 5) ist so gross, dass es sich auch hier zweifellos um die Scheitel „der U mit Spreite“ handelt. Es sind aber nicht Abdrücke, sondern die Steinkerne der Scheitel, deren grösster Teil abgebrochen ist, nach der Schichtung des Sandsteins zu urteilen. In der Sandsteinplatte selbst nämlich ist nichts mehr von den Spreiten sichtbar. Es ist dies also eine „stark abgetragene Siedelung“<sup>26)</sup> der liegenden Schicht, von welcher nur die Scheiteltbogen erhalten blieben, wobei die Röhrenreste vom feingeschichteten glaukonitischen Sand ausgefüllt wurden. Dieses Stück konnte ich Herrn K. André (Königsberg) während seines Besuches in Tartu demonstrieren, und gerade von ihm habe ich den Gedanken, dass es sich um abgetragene Bauten handelt. Ähnliche „Hühnertrappen“ habe ich auf der Halbinsel Kakumägi an der Grenze der *Scenella*- und der *Volborthella*-Zone beobachten können.

---

Die vorgelegten neuen Tatsachen erlauben einige Schlüsse über die Entstehung des *Corophioides*-Sandsteins zu ziehen.

Der petrefaktenleere = *Corophioides*-Sandstein wurde von A. Öpik in einer früheren Schrift<sup>27)</sup> als kontinentale „Wüstenbildung“ gedeutet. Später („Über den Estländischen „Blauen Ton“ 1926<sup>9)</sup>) wird vom selben Verfasser zugegeben, „der petrefaktenleere Sandstein könnte ja auch teilweise mit Wasser bedeckt gewesen sein u. s. w.“. Jetzt müssen wir uns so dazu stellen, dass diese unterkambrische Zone sicherlich im Wasser und im Meere abgelagert wurde. Wir haben ja gesehen, dass dieser Sandstein über die anderen Zonen transgrediert, dass also im Vergleich mit diesen die *Corophioides*-Schichten eine positive Meeresoszillation darstellen. In seinem Liegenden, in den regredierenden Zonen, sind marine Fossilien eingebettet: also liegt die marine Entstehung der hangenden, übergreifenden *Corophioides*-Sandsteine auf der Hand. Ausserdem ist es recht auffallend, dass im *Corophioides*-Sandstein und seinen Tonschichten keine Regenspuren und Trockenrisse gefunden werden, sondern nur unsymmetrische Strömungsrippeln. Manche Gebiete konnten ja dennoch über dem Wasser gelegen sein, aber im grossen ganzen ist der Sandstein als ein Meeressediment entstanden. Wir müssen also annehmen, dass der *Corophioides erraticus* und seine Genos-

sen ebenfalls marine Tiere waren. Die marine Zugehörigkeit des *Corophioides erraticus* kann auch aus der Analogie mit *Polydora* (rezent) und mit *Corophioides luniformis* (Buntsandstein) gefolgert werden, weil die erstere ein Meereswurm ist und dasselbe in betreff des letzteren für wahrscheinlich gehalten wird. Die marine Entstehung des Sandsteins bestätigt einerseits, dass *Corophioides erraticus* ein Seetier war, und andererseits, dass seine Spreite den Bauten anderer mariner Arten ähnelt; also bestätigt das Vorhandensein von *C. erraticus* die marine Entstehung des Sediments. Manus manum lavat. Gleichzeitig steigt die Wahrscheinlichkeit dafür, dass die „U mit Spreite“ aus anderen Formationen ebenfalls marinen Ursprungs sind.

---

#### IV.

### Flachwassererscheinungen im estnischen Unterkambrium.

Im Sommer 1928 hatte der Verfasser dieser Schrift die Ehre eine private „internationale“ geologische Exkursion im estnischen Kambrium, Ordovizium und teilweise im Gotlandium zu führen. Es nahmen an der Exkursion Teil Dr. A. Foerste (Dayton — Ohio, U. S. A.), Dr. Troedsson (Stockholm) und Dr. R. Richter (Frankfurt am Main). In der Umgebung von Tallinna begleitete Herr Orviku (Tartu) einige Tage lang die Exkursion, und die Führung auf Ösel übernahm in liebenswürdigster Weise Herr A. Luha. Für ihre freundliche Hilfe mögen Herr A. Luha und Herr K. Orviku hiermit meinen innigsten Dank empfangen.

Unter anderem wurden auch die Aufschlüsse des Unterkambriums in der Umgebung der Stadt Tallinna beim Marienberge und auf der Halbinsel Kakumägi besucht und Platysoleniten im „Blauen Ton“ bei Kunda gesammelt.

In der Typ-Lokalität Marienburg und auf der Halbinsel Kakumägi haben die verehrten Gäste mehrere wichtige und instruktive Beobachtungen gemacht, die in vieler Hinsicht unser Wissen über das Estländische Kambrium vervollständigen und ergänzen. Diese neuen Beobachtungen sollen zusammen mit anderen im folgenden wiedergegeben werden.

Die genannten Lokalitäten sind in neuerer Zeit von A. Ö p i k <sup>27)</sup> untersucht und beschrieben worden. In diesen Schriften werden mehrere Unstetigkeitsflächen im Unterkambrium erwähnt, deren Entstehung lokalen Emersionen zugeschrieben wird. Tatsächlich sind solche Emersionsflächen in den Ablagerungen der *Volborthella*- und der *Scenella*-Zone vorhanden. Einige solche Flächen erweisen sich aber als grosse Wellenfurchen, wobei sie sich nicht nur im Sande, sondern auch im Ton entwickelt haben.



Abb. 6. Detailprofil aus der *Volborthella*-Zone am Marienberg, 4 km östlich von Tallinna. 1 — Im Ton senkrecht stehender Sandsteingang, der von L. R ü g e r als ein Erdbebenspalt gedeutet wird. 2 — Ein Geröll. 3 — Unstetigkeitsflächen. Ca  $\frac{1}{20}$  der nat. Grösse. Dieses Profil ist nicht mehr zugänglich. Aus „Beitrag zur Stratigraphie und Fauna des estnischen Unterkambriums“, Publ. of the Geol. Inst. of Tartu, Nr. 3, 1925. Photo A. Ö.

Die in dem „Beitrag zur Stratigraphie und Fauna des estnischen Unterkambriums“ [Tartu 1925 <sup>27)</sup>] beschriebenen und auf Taf. III abgebildeten Erscheinungen sind als zweifellose Emer-

sions- und Erosionsfolgen zu betrachten. Mit diesen sind aus Sandsteinbänken bestehende Erosionsreste, Konglomerate, Abtragungsflächen u. s. w. verknüpft. In den Tonschichten kommen bis 1,5 m tiefe, mit Sandstein ausgefüllte senkrechte Spalten vor, die alle in einer bestimmten Höhe beginnen, nach unten dünner werden und in der Tiefe keilartig ausklingen (vergl. die oben zit. Schrift, Taf. III, Fig. 2). In manchen von diesen Spalten kommen *Volborthella tenuis* und Spuren von *Mickwitzia monilifera* vor. L. R ü g e r, über die genannte Schrift im Geol. Zentralblatt referierend, erklärt diese sonderbaren Spalten für Erdbebenspalten. Tatsächlich können diese tiefen, engen Risse durch Erosion nicht erklärt werden. Für Trockenrisse sind sie zu tief und breit und allzu selten. Es scheint, dass diese Meinung R ü g e r s am besten imstande ist die Natur dieser Spalten zu erklären, die als Sandsteingänge am Marienberg im unteren Teil der *Volborthella*-Zone anstehen.

Bevor wir uns den Wellenfurchen zuwenden, soll noch einiges über die Einbettungsart der Fossilien berichtet werden. In dieser Hinsicht liegen uns Beobachtungen nur bezüglich des Cephalopoden *Volborthella tenuis* vor. In der oben zitierten Schrift ist ein Vorkommen von *Volborthella tenuis* als Ausfüllung von Trockenrissen an einer Unstetigkeitsfläche, die ja so zahlreich in den kambrischen Zonen vorhanden sind, beschrieben. In diese Risse sind die *Volborthellen*-Steinkerne dicht und richtungslos hineingefallen, und nur selten sind ganze Exemplare zu beobachten. An der Schichtfläche selbst aber, wo die Trockenrisse einmünden, fanden sich keine Cephalopoden. Nur an einigen hier vorhandenen kleinen tonigen Sandsteingeröllern klebten wenige Exemplare, eine Erscheinung, die auch in einer tieferen Schicht zu beobachten war.

Ausser diesen Trockenrissen findet man *Volborthella tenuis* an der Unterseite von Sandsteinbänken auf niedrigen (1 bis 3 cm hohen und ebensobreiten), aber sehr langen Wülsten, denen auf der liegenden Sedimentfläche schmale, lange Rinnen entsprechen. Es sind dies auch wahrscheinlich echte Rinnen, von rieselndem Wasser hinterlassen. Die *Volborthellen* sind in diesen Rinnen immer parallel gestellt, mit der langen Achse in die Länge gerichtet, wobei auch alle Wohnkammern in die eine, die Spitzen in die andere Richtung zeigen. Diese Orientierung der *Volborthellen* muss wohl durch ihre eigene Gestalt und Gewichtsverteilung zu-

stande gekommen sein. Sie waren ja damals noch nicht Steinkerne, sondern kalkige körperlich erhaltene, innen leere, also sehr leichte Schalen. Ausserdem waren offenbar die Luftkammern noch teilweise mit Luft gefüllt. In strömendem Wasser war die luftlose Wohnkammer daher der schwerste Teil, sie musste wie ein Anker zurückbleiben, während die Schale mit der Spitze und den Luftkammern nach vorne, in der Richtung der Strömung gerichtet war. Wahrscheinlich spielte auch die konische Form der Gehäuse bei der Einbettung dieser Fossilien eine wichtige Rolle. In den schmalen Rinnen mussten die Cephalopoden von den Rändern zum Boden herabrollen, wobei, wie bei einem Vogelei, das dickere Ende — hier die Wohnkammer — vorausseilen musste. Dadurch wurde eine Querstellung in der Rinne erreicht, welche im fließenden Wasser instabil ist. Das schwere Ende mit der Wohnkammer blieb zurück und wurde am Boden geschleppt, während die Luftkammern nach oben und nach vorne gerichtet wurden.

Aber auch auf ziemlich glatten Schichtflächen liegen die Cephalopoden manchmal ganz ähnlich orientiert, besonders wo sie zerstreut zu finden sind. Bei grosser Anhäufung kann höchstens nur das Vorwiegen einer bestimmten Richtung erkannt werden, gewöhnlich fehlt aber auch diese.

Diese Orientierung der Volborthellengehäuse ist sicherlich ein Strömungsmerkmal, ein Beweis für bewegtes Wasser. Eine orientierte Lage von Cephalopoden im Sediment ist sonst im Ostbaltikum, resp. im Baltikum überhaupt nicht zu beobachten. Nur noch einen ähnlichen Fall kennt der Verfasser, nämlich im Gotlandium von Ösel, wo Exemplare von „*Orthoceras*“ *bullatum* in den *Eurypterus*-Schichten in paralleler Lage gefunden werden, was ebenfalls für strömendes Wasser spricht.

---

Jetzt wenden wir uns den von A. F o e r s t e und G. T r o e d s s o n entdeckten Wellenfurchen zu.

Zum erstenmal sind grosse Wellenfurchen in den Sandsteinen der *Scenella*-Zone auf der Halbinsel Kakumägi beobachtet worden. Hier bilden diese Rippeln einen besonderen Horizont und sind symmetrisch gebaut, doch sind sie nicht immer gleich hoch und lang. Gewöhnlich befinden sich zwischen zwei grösseren Wellen zwei bis drei kleinere, die Schwingungen sind also ziemlich komplizierter Art gewesen. Weil diese Wellen flächen-

haft nicht aufgeschlossen sind, können keine genauen Wellenabstände gegeben werden. Die Wellenhöhe liegt um 20 cm, die Länge um 1,8 m. Diese Sedimentwellen können wohl unter die „Para-ripples“<sup>28)</sup> eingereiht werden, und zwar unter die „even symmetrical ripples“. Welcher Wasserbewegung die Entstehung dieser Sedimentwellen zu verdanken ist, kann vorläufig nicht festgestellt werden. Die Schwierigkeit liegt nämlich darin, dass die Wellen nicht gleich hoch sind, dass aber die Wellenhöhen gesetzmässige Schwankungen aufweisen. Ausser den durch Strömungs-(Gezeiten-) und durch Windwellen erzeugten Sedimentwellen könnten ja auch Wasserwellen in Betracht kommen, die durch Erdbeben hervorgerufen werden. Wir wissen leider nichts von deren Wirkung auf das Sediment.

Am Marienberg (4 km östlich von Tallinna) kommen ebenfalls grosse Sedimentwellen vor, und zwar von dreierlei Art.

Die Abb. 2, Taf. III stellt kleinere Wellen dar, die den hier aufgeschlossenen oberen Schichten der *Scenella*-Zone angehören (die eigentlichen *Scenella*-Schichten). Das Sediment ist ein etwas kalk-(dolomit-)haltiger Sand mit dünnen tonigen Sandlagen. Aus der Abbildung ist der Bau dieser Sedimentwellen deutlich zu sehen. Die Zahl der Schichten in jeder Welle und jedem Wellental ist die gleiche. Die Schichten selbst sind durchgehend, sie keilen nicht aus und werden auch nicht in anderer Weise unterbrochen. Nur die Mächtigkeit der Schichten ändert sich, je nachdem, ob im Tale oder auf dem Berge gemessen wird. In den Tälern sind die Schichten dünn, abgemagert. Bergauf werden sie dicker, und am dicksten sind sie auf der grössten Höhe der Welle. Diese Sedimentwellen sind vollständig symmetrisch gebaut. Nicht nur dass die Neigungswinkel der Antiklinalen und der Synklinalen gleich sind: die Form der Täler gleicht auch vollständig den Bergen, so dass das Bild der Wellen, wenn wir es umkehren, dadurch nicht verändert wird. Die Form der Wellen ist abgerundet, und im Schnitt senkrecht zur Schichtung haben wir Kurven vor uns, die an Sinuskurven erinnern.

Die Wellenhöhe beträgt 18 cm, die Länge ist gleich 113 cm. Nach der allseitig abgerundeten Form der Sedimentwellen zu urteilen, sind sie nicht durch Strömung, sondern durch wellenbewegtes Wasser entstanden, „Sand Waves“<sup>28)</sup>. Die Verdickung der Schichten in den Bergen und die Verdünnung in den Tälern erinnert besonders an stehende Wellen.

In den Schichten der *Volborthella*-Zone, ebenfalls am Marienberge, liegen einige Horizonte grosser Wellen, die aus Ton oder sandigem Ton bestehen, wie es auf der Abb. 1, Taf. III dargestellt ist. Auf den ersten Blick erscheinen sie als regelmässige, in den Ton einander parallel eingesenkte Rinnen, die später mit Sand ausgefüllt worden sind. Die Sandschichten schmiegen sich anfangs an den Boden der Rinnen, höher hinauf werden sie aber horizontaler, und in der Höhe der Wellengräte sind es schon ganz wagerechte Schichten. Der Sand reichte aber gerade hin, um die Rinnen auszufüllen — oberhalb breiten sich wieder abwechselnd Ton- und tonige Sandschichten aus. Der Sandstein der Rinnen scheint eine einfache Ausfüllung zu sein; es ist nur sonderbar, dass er über die Rinnen nicht hinausreicht.

Die Form der Wellen ist nicht gleichartig, die Tiefe und die Länge schwankt bedeutend. Bei einer Höhe von 26 cm beträgt die Länge 170—182 cm. Sie steigt aber bis 2,5—3 m an, und die grösste gemessene Tiefe erreichte 0,7 m.

Die Wellen sind von „fast symmetrischem“ Bau, doch ihre Oberfläche ist von grober Beschaffenheit, mit kleinen unregelmässigen Unebenheiten versehen. Wir können diese Sedimentwellen mit einiger Sicherheit unter die „Para-ripples“ einreihen. Hier entstanden sie wahrscheinlich durch eine Strömung, die aber nicht lange dauerte, und wohl bei beständiger Wassertiefe. Sehr wahrscheinlich ist hier die Gezeitenströmung tätig gewesen, wie es auch von T w e n h o f e l <sup>28)</sup> für die „Para-ripples“ angenommen wird.

Das auf Abb. 1, Taf. III wiedergegebene Profil war zur Zeit der Exkursion nicht mehr vorhanden, es ist nämlich vermauert worden.

Von einer ganz anderen Grössenordnung ist die Wellenfläche an der Grenze der *Volborthella*- und *Scenella*-Zone. Die obere Scenellenzonen besteht vorwiegend aus dickbankigem Sandstein mit quadriger Absonderung. Die liegende Zone ist dagegen stark tonig.

Eine Wechsellagerung der Zonen, ein Eingreifen der einen Zone in die andere, ist niemals zu beobachten; der Kontakt ist scharf, aber wellig uneben. Die Oberfläche der *Volborthella*-Zone trägt sehr grosse Rippeln, deren Höhe bis 2 m erreicht und deren Länge 15—20—25 m messen kann. Dementsprechend ist das

hangende Sediment, der *Mickwitzia*-Sandstein, in den Wellenmulden bedeutend mächtiger als auf den Antiklinalen. Die wellige Beschaffenheit der Schichten setzt sich im *Mickwitzia*-Sandstein fort, wobei die Wellen der höheren Schichten im allgemeinen mit der untersten Wellenfläche nicht zusammenfallen.

Das *Mickwitzia*-Konglomerat innerhalb des *Mickwitzia*-Sandsteins liegt in den Wellenmulden, auf den Bergen ist es aber nicht vorhanden. Diese Fläche wurde früher als eine Auswaschungsfläche gedeutet [R ü g e r <sup>4)</sup>, Ö p i k <sup>27)</sup>], doch wie wir jetzt sehen, liegt in diesem Falle kein Grund vor, eine Emersion anzunehmen.

Taf. III, Abb. 3 ist ein Teil einer Wellenmulde dargestellt. Die punktierte Linie ist die Grenze der *Scenella* und der *Volborthella*-Zone.

Wie gesagt, wurden diese Sedimentwellen für Erosionerscheinung erklärt, wobei die Vertiefungen als „Sedimentationsmulden“ bezeichnet wurden. So wird bei Ö p i k <sup>27)</sup>, Seite 9, 10 und 12, Textabb. 12, eine solche von Rocca-al-Mare (Halbinsel Kakumägi) im *Mickwitzia*-Sandstein, in der Höhe des *Mickwitzia*-Konglomerates beschrieben. Die Tiefe der Welle ist gleich 1,15 m, die Länge beträgt 16 m.

Diese grossen Sedimentwellen mussten ebenfalls in die Gruppe der „Para-ripples“ <sup>28)</sup> eingereiht werden und sind durch die Gezeiten entstanden. Es ist interessant, dass diese gigantischen Wellen mit einer Änderung in der Beschaffenheit der Sedimente verbunden sind. Es ist, als ob die starke Strömung keine Sedimentation des feinkörnigen Tones zulassen konnte, so dass in der *Scenella*-Zone vorwiegend Sand vorliegt. Die Strömung setzte ganz u n e r w a r t e t ein — daher die scharfe Grenze gegenüber der Volborthellenzone. In den oberen *Scenella*-Schichten ist die Strömung schon abgeschwächt und der Tongehalt wird wieder bemerkbar, dasselbe auch im *Corophioides*-Sandstein. Es muss aber betont werden, dass noch weitere Forschungen notwendig sind, um genauere Schlüsse über die Beschaffenheit und Entstehung dieser Sedimentwellen zu ziehen. Besonders im letztgenannten Fall können es auch echte „Sand Waves“ <sup>28)</sup> gewesen sein.

Neben allen diesen Gross-Rippeln sind reichlich verschiedene normale, kleine Wellenfurchen zu beobachten, und zwar gewöhnlich stark asymmetrische Strömungsfurchen. Reichlich sind auch Trockenrisse, Regen- und Lebensspuren vorhanden. Doch diese

alle treten gewöhnlich in mehr horizontalen Schichten auf und vermeiden die grossgewellten Sedimente.

Alle unsere Kenntnisse über den estnischen *Eophyton*-Sandstein zusammenfassend, gelangen wir zum Bilde eines flachen Meeres mit wiederholten Trockenlegungen und nachfolgenden Überflutungen. Die Überflutungsströmungen wirkten hier und da erodierend, und wo das Wasser genügend tief wurde, bildeten sich die grossen Rippeln. Gegen Ende der *Eophyton*-Zeit (obere *Scenella*-Zone) und während der Ablagerung des *Corophioides*-Sandsteins wurden die Verhältnisse ruhiger, besonders im *Corophioides*-Sandstein, wo wir zwar normale Wellenfurchen finden, niemals aber Trockenrisse oder Regentropfenabgüsse. Wahrscheinlich entstand dieser Sandstein schon ausserhalb des Bereiches des Gezeitenmeeres und wurde in einem ruhigen Binnenmeer abgelagert.

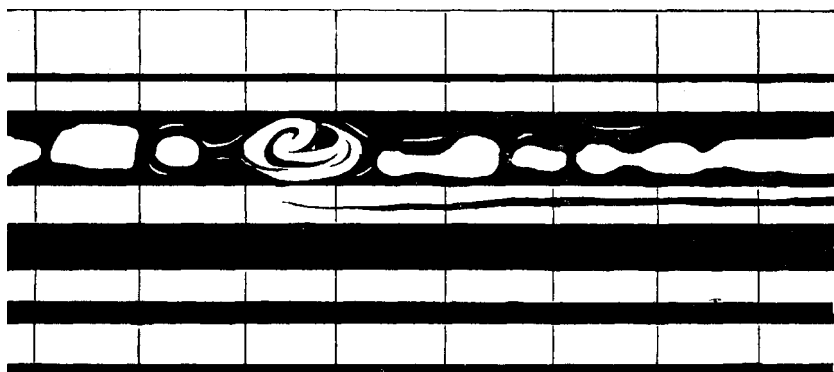


Abb. 7. Detailprofil aus dem petrefaktenleeren Sandstein bei Rannamõisa, westlich von Tallinna. Bemerkenswert ist die Sandsteinknollenschicht und der eingerollte Block. Schwarz ist Ton, weiss — Sandstein. Die Mächtigkeit des abgebildeten Teiles des Profils beträgt ungefähr 2 m.

Obwohl im petrefaktenleeren (= *Corophioides*-) Sandstein keine Grossrippeln beobachtet worden sind, so liegt doch ein Fall vor, wo an starke Wasserbewegung gedacht werden muss.

Das in Abb. 7 wiedergegebene Profil wurde vor einigen Jahren vom Verfasser d. Schrift bei Rannamõisa (ca 15 km westlich von Tallinna) beobachtet. Es ist eine Reihenfolge von weissen Sandsteinen mit bläulichen und grauen Tonschichten, die sehr dünn und zahlreich sein können. Hier ist die Schichtung im allgemeinen ziemlich horizontal. Auffallend ist die Tonbank mit den

Sandsteinknollen, welche seitlich zu einer knolligen Sandsteinschicht verschmelzen. Bemerkenswert ist der eingerollte aus Sand- und Tonschichten bestehende Block. Es ist dies offenbar eine horizontale Sedimentpartie gewesen, die durch irgendwelche Kräfte zusammengerollt wurde. Eine Strömung oder ein Wellenschlag hat die Sandschicht durchbrochen und zum Teil wie einen Kuchen eingerollt. Es ist, wie gesagt, ein Einzelfall.

---

Unsere Übersicht abschliessend, wollen wir noch bei den auf Taf. IV, Fig. 1, 2 abgebildeten sonderbaren Sandsteinblöcken verweilen. Solche Sandsteinblöcke mit runzeliger „Gehirnschulptur“ kommen in der *Volborthella*-Zone in mehreren Aufschlüssen vor (Teliskopli, Jägala-Joa). Der abgebildete Block liegt am Marienberge am Strande. Er ist allseitig konvex, nur auf einer Seite (Unterseite auf Abb. 2) besitzt er eine Bruchfläche. Es muss betont werden, dass ein beliebiger Schnitt durch diesen Block eine fast geschlossene Kurve darstellt. Die Seiten wölben sich über die Basis, etwa wie bei einem Kolumbusei, das nicht auf seine Spitze, sondern auf die Seite gestellt ist. Die Form des Blockes ist ziemlich unregelmässig, und auf die erwähnte Bruchfläche („Basis“) gestellt, hat er Ähnlichkeit mit einem Pferderumpf.

Der Block besteht aus Sandstein mit Ton und Karbonatbindemittel. Er ist sehr schön konzentrisch-schalig geschichtet, wobei die einzelnen Schichten von annähernd gleicher Mächtigkeit sind. Dieser schalige Bau wird deutlich beim näheren Betrachten der Abb. 2. Wir sehen, dass die gegenwärtige Fläche des Blockes nicht die primäre obere ist, sondern eine innere Schichtfläche darstellt. Die eigenartigen Runzeln auf dem Block wiederholen sich ganz genau in mehreren Schichten tiefer, indem die tiefere Schicht ein genaues Abbild der höheren darstellt. Es sind dies echte Falten oder Runzeln der Schichten, und sie haben nichts mit äusserlich ihnen ähnlichen schuppenartigen Gebilden zu tun, die beim Fliessen einer zähflüssigen Masse entstehen können.

Aus der Beschreibung geht mit Sicherheit hervor, dass es sich hier in keinem Fall um ein Geröll handeln kann, sondern um ein mit dem Sediment gleichzeitig entstandenes Gebilde.

Sollen wir uns diesen Block als eine Ausfüllung einer Vertiefung im Sediment vorstellen, oder bildete er eine Erhöhung auf der Schichtfläche? Eine Ausfüllung, — aber dann musste es eine sonderbare Vertiefung in weichem tonigem und sandigem Sediment gewesen sein, mit einer engen Mündung und innen stark ausgehöhlt. Und falls ein solches Loch denkbar wäre, würde die Ausfüllung doch nicht so schalig werden, es würde nur eine beschränkte Anpassung der Schichten an den Boden und die Seitenwände stattfinden. Auch die Runzeln können dabei nicht gut erklärt werden. Es müssten dann Abdrücke der Grubenwände sein, doch dass sie so genau sich in den tieferen Schichten wiederholen, scheint sehr sonderbar zu sein. Ausserdem setzen sich die Runzeln nicht durch alle Schichten durch. Die Aussenfläche kann runzellos sein; in tieferer Schicht erscheinen die Runzeln; ihre Deutlichkeit erreicht ein Maximum, sie werden schwächer und verschwinden wieder. Sie haben also mit dem vermutlichen Kontakt mit der Grubenwand nichts zu tun.

Es ist aber auch sehr schwer, die Entstehung solcher Blöcke zu erklären, falls sie Erhöhungen bildeten. Tatsächlich bildeten sie auch Erhöhungen, die einseitig an der Schichtfläche befestigt waren. Mechanisch können sie aber nicht entstanden sein. Es sind keine Absonderungsschalen, die durch Insolation oder Verwitterung entstehen konnten; es handelt sich um primäre Schichtung, denn es ist kein Unterschied in der Beschaffenheit des Materiales im Block und in den anderen geschichteten Gesteinen des Profils zu beobachten. Für eine Zusammenballung durch Wellenschlag oder fliessendes Wasser kann der Block ebenfalls nicht gehalten werden, die regelmässige konzentrische Schichtung erlaubt es nicht.

Durch einfache Sedimentation oder Fliessen konnte dies ebenfalls nicht zustande kommen. Man kann sich keine Kraft vorstellen, die imstande wäre die Sedimentkörner so zusammenzuhalten, dass sie allseitig gewölbte Schichten bilden könnten. Dabei müsste dieses instabile System viel flacher werden, es müsste, der Gravitation folgend, zerfliessen, um eine möglichst grosse Fläche des Bodens einzunehmen. Bei unserem Block ist aber das Gegenteil der Fall: bei einer verhältnismässig kleinen Kontaktfläche mit dem Boden, sehen wir das Bestreben eine möglichst grosse Oberfläche zu bilden, welche durch die Runzelung noch vergrössert wird. Dies ist nur dann denkbar, wenn eine Kraft vorhanden ist,

die sich der Schwere widersetzt und die lockeren Sedimentpartikel zusammenhalten kann. Organismen-tätigkeit ist hier die passendste Erklärung. Es handelt sich hier um dasselbe Prinzip, wie beispielsweise bei den Stromatoporen, die ebenfalls auf einem kleinen Teile des Meeresbodens Bauten von grosser Oberfläche errichteten (*Stromatopora mammilata*, *S. concentrica* u. s. w.). Von ähnlicher Bauart sind die amerikanischen rätselhaften mehr oder weniger konzentrisch gebauten *Cryptozoon* und dgl. Nach dem Bau des Blockes zu urteilen, sind im Querschnitt Beziehungen zu diesen Problematica zu erwarten. Das Material ist aber sehr verschieden. Dort ist es Kalk, hier Sand mit etwas Ton und Kalk. Es war eine Kolonie unbekannter, rätselhafter Geschöpfe, die ihr Substrat aus konzentrischen Schichten aufbauten und dazu aus dem Wasser Sand- und Tonpartikeln auffingen und diese mit ausgeschiedenem Kalk verfestigten. Diese rätselhaften Blöcke mit einem zoologischen oder botanischen Namen zu belegen scheint aber vorläufig zwecklos zu sein, denn es handelt sich um Gebilde, bei denen sogar die organische Natur noch bestritten werden kann.

---

## Schrifttum.

- 1) Benj. Frosterus „Über die kambrischen Sedimente der Karelischen Landenge“. Bulletin de la Comm. Géol. de Finlande, Nr. 75, Helsingfors, Oktober 1925.
- 2) V. Tanner „Über eine Gangformation von fossilführendem Sandstein auf der Halbinsel Långbergsöda-Öjen im Kirchspiel Saltvik, Åland-Inseln“. Bull. de la Comm. Géol. de Finlande, Nr. 25, Helsingfors, Mai 1911.
- Adolf Th. Metzger „Beiträge zur Paläontologie des nordbaltischen Silurs im Ålandsgebiet“. Bull. de la Comm. Géol. de Finlande, Helsingfors, Oktober 1922.
- 3) Gustaf T. Troedsson „Über die präglaziale Verbreitung des Kambrosilurs in Südschweden und im Baltikum“. Zeitschrift für Geschiebeforschung, Bd. III, Heft 4, 1927.
- 4) L. Rüger „Paläogeographische Untersuchungen im baltischen Kambrium unter Berücksichtigung Schwedens. Ein Beitrag zur Paläogeographie des Baltischen Schildes und Fennoskandias“. Zentralblatt f. Min. 1923, Nr. 4, S. 117—128 und Nr. 5, S. 142—155.
- 5) R. Witting u. W. Ramsay „Carte bathymétrique du Golfe de Finlande et du lac Ladoga“. Atlas de Finlande 1910, „Fennia“.
- 6) A. Öpik „Die Inseln Odensholm und Rogö. Ein Beitrag zur Geologie von NW-Estland“. Acta et Comm. Univers. Tartuensis (Dorpatensis) A XII. 2, dasselbe in Publ. of the Geol. Institution of the Univ. of Tartu, Nr. 9, Tartu 1927.
- 7) B. Doss „Über die Herkunft des Naturgases auf der Insel Kokskär im Finnischen Meerbusen, nebst Bemerkungen über die Entstehung der Insel“. Zentralblatt für Min. etc. 1913.
- 8) Carl Wiman „Studien über das nordbaltische Silurgebiet I. Olenellussandstein, Obolussandstein und Ceratopygeschiefer“. Bulletin of the Geological Institution of the University of Upsala, Vol. VI, Part 1, Nr. 11, 1902. Upsala 1905.
- 9) A. Öpik „Über den estländischen „Blauen Ton“.“ Sitzungsberichte der Naturforscher-Gesellschaft bei der Universität Tartu, Band XXXIII, 1, 1926, dasselbe in Publ. of the Geol. Inst. of the Univers. of Tartu, Nr. 6, Tartu 1926.
- 10) O. H. Schindewolf „Eine neue Rekonstruktion von *Holmia Mickwitzi* (Schmidt) (Fam. *Mesonacidae* Walc.). Aus dem Unterkambrium Estlands“. Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft, Band 79, Jahrgang 1927, Monatsbericht Nr. 5—7.
- 11) T. M. Janischewsky „Über Trilobitenreste (*Schmidtellus Mickwitzi* F. Schmidt) aus dem kambrischen blauen Ton“. Annuaire de la Société Paléontologique de Russie, T. VI, 1926. Leningrad 1927.

- 12) Johan Kiær „The Lower Cambrian Holmia Fauna at Tømten in Norway”. Videnskapsselskapets Skrifter I, Mat.-Naturh. Klasse, 1916, Nr. 10, Oslo (Christiania).
- Thorolf Vogt „Forholdet mellem Sparagmitsystemet og det marine Underkambrium ved Mjøsen”. Norsk Geologisk Tidsskrift, Bind VII, Hefte 3—4.
- 13) J. Samsonowicz „Sur la stratigraphie du Cambrien et de l'Ordovicien dans la partie orientale des montagnes de Święty Krzyż (Sainte Croix), Pologne Centrale”. Bulletin du Service Géologique de Pologne, Vol. 1, Livr. 1, Varsovie 1920.
- 14) G. F. Matthew „The Protolenus Fauna”. Contributions from the Geological Department of Columbia College, No. XXVIII, and in Trans. New York Academy of Science XIV, 101—153, 1895.
- 15) M. Janichevsky „Sur les restes des *Tubicola* de l'argile cambrien”. Annuaire de la Société Paléontologique de Russie, T. IV, 1922, Leningrad 1924.
- 16) Herman Hedström „Remarks on some Fossils from the Diamond Boring at the Visby Cement Factory”. Preliminary Report. Sveriges Geologiska Undersökning, Ser. C, Nr. 314, Arsbok 16 (1922), Nr. 4, Stockholm 1923.
- 17) J. Bok „Geognostische Beschreibung des Untersilurischen und Devonischen Systems des Gouv. Petersburg”. Mater. zur Geologie Russlands, St. Pet. 1869.
- 18) Karpinsky „Zur Geologie des Gouvernements Pskow”. Bullet. de l'Acad. de St.-Pét. XXXI, p. 473, 1887.
- 19) Ch. Walcott „Olenellus and other genera of the Mesonacida”. Smiths. Miscellaneous Collections, Vol. 53, Nr. 6, 1910.
- —do— „The Cambrian and its Problems in the Cordilleran Region”, in „Problems of American Geology”, Yale University Press, 1915.
- 20) H. Scupin „Beiträge zur Geologie der ostbaltischen Länder. 1. Vordevonische Spuren des „Alten Roten Nordlands” im Ostbaltikum”. Zentralblatt für Min. u. s. w., Jahrg. 1927, Abt. B, Nr. 8, S. 297—302.
- 21) O. H. Schindewolf, Diskussion zu „Die fossilen Fährten und Bauten der Würmer. Ein Überblick über ihre biologischen Grundformen und deren geologische Bedeutung” von Rud. Richter (Frankfurt a. Main). Paläontologische Zeitschrift, Band IX, Heft 1/3, 1927.
- 22) G. v. Helmersen „Die geologische Beschaffenheit des unteren Narovatales und die Versandung der Narovamündung”. Bulletin de l'Acad. des Sciences de St.-Pét. 1861.
- 23) Rud. Richter „Flachseebeobachtungen zur Paläontologie und Geologie” VII—XI, B. Über „*Arenicoloides*” Blanckenhorn des Buntsandsteins”. Senckenbergiana, Bd. VI, Heft 3/4, April 1924.
- —do— „Flachseebeobachtungen zur Paläontologie und Geologie XII—XIV. XII — Bau, Begriff und paläogeographische Bedeutung von *Corophioides luniformis* (Blanckenhorn)”. Senckenbergiana, Bd. VIII, Heft 3/4, 1926.

- 24) K. Kolesch „Beitrag zur Stratigraphie des mittleren Buntsandsteines im Gebiete des Blattes Kahla“. Jahrbuch der Preussischen Geologischen Landesanstalt zu Berlin für das Jahr 1919, Band XL, Teil II, Heft 2, Berlin 1921.
  - 25) W. Lamansky „Die ältesten silurischen Schichten Russlands (Étage 13)“. St.-Petersburg 1905.
  - 26) O. H. Schindewolf „Studien aus dem Marburger Buntsandstein III—VII“. Senckenbergiana, Bd. X, Heft 1/2, 10. März 1928.
  - 27) A. Öpik „Beitrag zur Stratigraphie und Fauna des estnischen Unterkambriums (Eophyton-Sandstein)“. Publications of the Geological Institution of the University of Tartu, Nr. 3, Tartu 1925.
  - 28) William H. Twenhofel „Treatise on Sedimentation“. London 1926.
  - 29) J. J. Sederholm „Explanatory Notes to accompany a Geological Sketch-Map of Fenno-Scandia“. Helsingfors 1908.
  - 30) A. Mickwitz „Die Stratigraphie und Topographie des Bodens des Finnischen Meerbusens (Programm der Arbeit)“. Bulletin de l'Académie Impériale des Sciences de St.-Petersbourg, Série VI, 1907, II, S. 699.
- 

## Erklärung der Tafeln.

### T A F E L I.

Alles in natürlicher Grösse.

1. *Corophioides erraticus* Richter, zwei Exemplare im Sandstein nebeneinander. Das rechte, unvollständige Exemplar erinnert an die von Helmersen<sup>22)</sup> beschriebenen Pflanzenreste, es muss nur das Bild umgekehrt betrachtet werden.
2. Scheitel-U-Rohr (das letzte Wohnrohr) von *Corophioides erraticus* Richter. Ausnahmsweise ist die Schichtung des wohlgeschichteten Sandsteins und die Spreite nicht zu sehen. Das U-Rohr ist zum Teil von einem lockeren Ton- und Sandgemenge ausgefüllt.
3. *Corophioides Helmerseni* n. sp. Holotyp. Zu beachten ist die regelmässige Zuwachsskulptur und die pendel- oder kolbenartige Erweiterung in den tieferen Teilen. Schematisch ist dieses Stück auf der Textabbildung 4 wiedergegeben.
4. *Corophioides Helmerseni*, ein Mittelstück, von der Stelle, wo die Erweiterung beginnt.

## TAFEL II.

Die „Helmersen“-Lokalität am linken Ufer des Narvaflusses, bei Joaoru (Joachimstal in der Stadt Narva).

1. Detailprofil des petrefaktenleeren = *Corophioides*-Sandsteins. (Das vollständige Profil siehe Abb. 3.) Die vertikalen Spalten sind Spreiten von *Corophioides*, die in allen Himmelsrichtungen im Sandstein sitzen. Die Numeration der Schichten (am linken Rande) wie im Profil auf Seite 38 und wie auf dieser Tafel Abb. 3.
2. Durch *Corophioides*-Spreiten zerklüfteter Sandstein von kleinsäuliger Absonderungsform. Der Schutt und die grösseren Blöcke im Hintergrund bestehen aus dem Spreitensandstein.
3. Allgemeine Ansicht. Der Schutt und die Blöcke stammen aus dem Spreitensandstein. Die Numeration der Schichten (am linken Rande) wie in Abb. 1 und auf Seite 38. Die Zerklüftung des Sandsteins durch die Spreiten ist deutlich sichtbar.

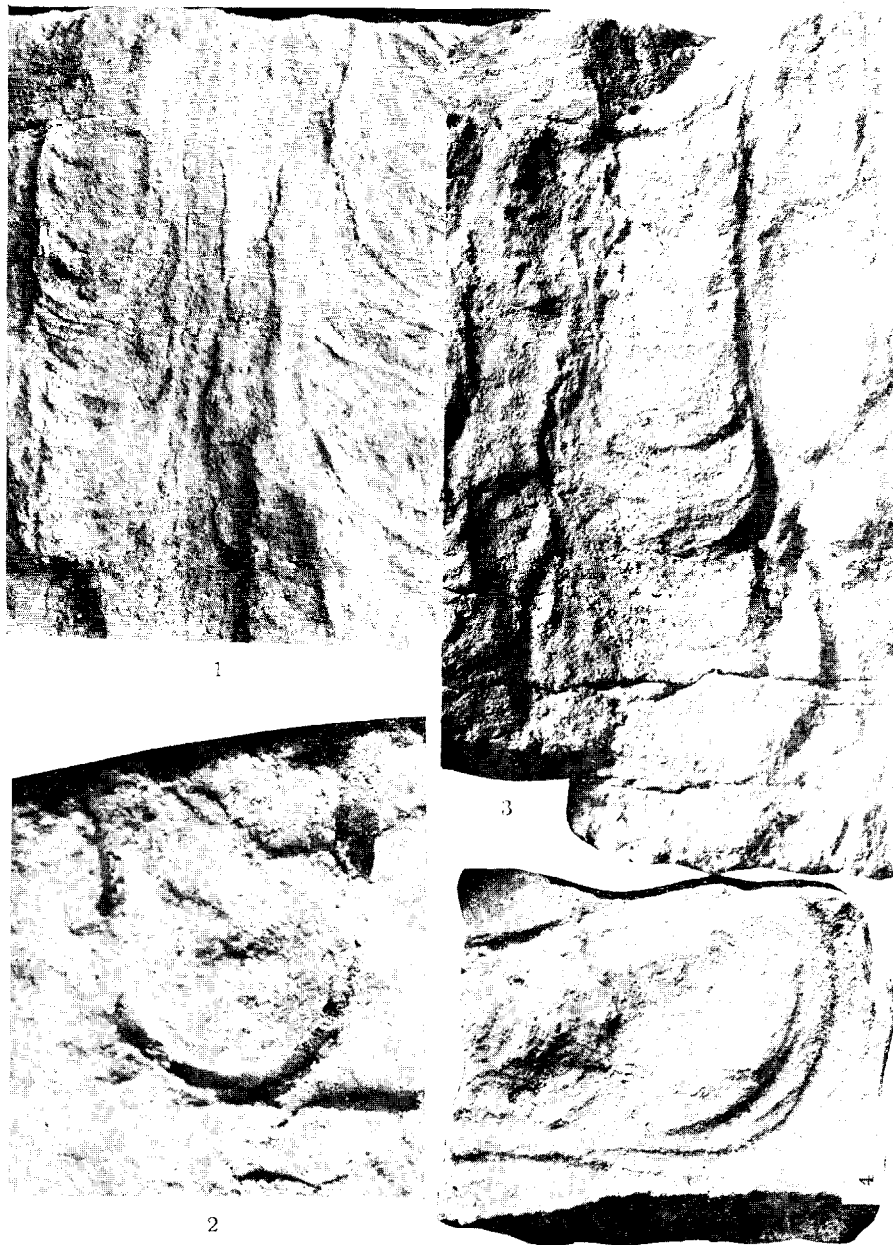
## TAFEL III.

Marienberg oder Suhkrumägi, 4 km östlich von Tallinna.

1. Wellen im Ton der *Volborthella*-Zone. Die Wellentäler sind mit Sandstein ausgefüllt. Dieses Profil ist jetzt vermauert.
2. Wellen in den *Scenella*-Schichten der *Scenella*-Zone. Im Estonium kann man mit kleinen Schaufeln arbeiten, so wenig fest sind die Sedimente.
3. Allgemeine Ansicht. Die schwarzen Punkte bezeichnen die Grenze der sandigen (oberen) *Scenella*-Zone und der unteren tonigen *Volborthella*-Zone. Die Grenzfläche besteht aus grossen Para-Wellen, ein Wellental ist auf dem Bilde sichtbar. Es stehen: links A. Foerste, rechts R. Richter.

## TAFEL IV.

- 1 und 2. Der sonderbare Block aus der *Volborthella*-Zone vom Marienberge. Länge des Hammers 50 cm. Abb. 1 rechts vom Block sind Stücke mit Abdrücken (Negativen) der Runzeln zu sehen.





1



2



3

Photo A. O.



1

Photo A. Luha.



Photo A. Ü.



1



2

Photo A. Ö.