

24.11-3551

TARTU ÜLIKOOI GEOLOGIA-INSTITUUDI TOIMETUSED
№ 34 PUBLICATIONS OF THE GEOLOGICAL INSTITUTION № 34
OF THE UNIVERSITY OF TARTU

ÜBER EINE GNEISBREKZIE IM
GLAZIALGESCHIEBE DER INSEL OSMUSSAAR
(ODENSHOLM)

VON

N. THAMM

TARTU 1933

ÜBER EINE GNEISBREKZIE IM GLAZIALGESCHIEBE DER INSEL OSMUSSAAR (ODENSHOLM)

VON

N. THAMM

A. 43

17816

TARTU ÜIKKOLÕ GEOLOOGIA INSTITUUDI TOimetused
PUBLICATIONS OF THE GEOLOGICAL INSTITUTION, No. 24
OF THE UNIVERSITY OF TARTU

ÜBER EINE GNEISBREKZIE IM
GNEISALTSCHICHT DER INSEL ÖSMUSSAR
(ÖBENSJÖLM)

Sonderabdruck aus: „Sitzungsberichte der Naturforscher-Gesellschaft bei der
Univ. Tartu“, XL, 3-4.

Est. A
Tartu Riikliku Ülikooli
Raamatukogu
31951

Das Material für die vorliegende Arbeit ist auf einer Exkursion im Herbst 1932 gesammelt worden. Die Untersuchung der Belegstücke erfolgte im Geologischen Institut der Universität. Ich erlaube mir an dieser Stelle meinen ergebensten Dank Herrn Prof. Dr. A. Öpik auszusprechen für die freundliche Erlaubnis die Einrichtungen des Instituts zu benutzen. Ebenso danke ich Herrn Dr. A. Laitakari (Helsingfors) für die Unterstützung dieser Arbeit durch briefliche Mitteilungen.

Das Hauptvorkommen der Gneisbrekzie befindet sich auf der Insel Osmussaar, die den nordwestlichsten Landspitzen Estlands — Spitham und Toomanina — vorgelagert ist. Prof. Öpik machte mich auf das Vorkommen aufmerksam (vgl. auch 15) und überliess mir für die vorliegende Arbeit ein von ihm gefundenes Handstück desselben Materials von Spitham. Ein weiteres Handstück fand sich im Gerölle der Landzunge Toomanina.

Während die Fundstellen von Spitham und Toomanina nur etwa faustgrosse Stücke der Brekzie aufweisen, finden sich auf Osmussaar neben zahlreichen kleineren Blöcken drei Stück von etwa 7, 4 und 2 m³ Inhalt. Sie mögen mit den Nr. Nr. 1, 2 und 3 bezeichnet werden.

Block Nr. 1. Dieser Block besteht aus einem grossen Exemplar, um den sich im Umkreise von ca. 2 m eine ganze Anzahl kleinerer Blöcke verteilt, die unzweifelhaft ursprünglich mit dem Hauptblock ein Ganzes gebildet haben. Die Brekzienblöcke liegen am Rande eines durch Kernsprünge zerteilten dunklen Gneisblocks von granitischer bis quarzdioritischer Zusammensetzung (Tafel II, Fig. 4). Die Brekzienblöcke fallen dem Beschauer sofort durch die starke Bedeckung mit gelber und grauer Steinflechte auf. Der Block besitzt eine etwa rechteckig-säulige Form. Die Kanten sind abgestossen. Die klüftig-zackige Ober-

fläche des Blocks wird bedingt durch die herausragenden, vom verwitterten Bindemittel befreiten Bruchstücke der Brekzie. Im oberen Teil lässt sich eine Faltung und Fältelung des Gesteins erkennen. Hierbei liegen die Bruchstücke, sofern sie eine deutliche Längsausdehnung aufweisen, gleichsinnig mit der Faltung. Am unteren Teil des Blocks lässt sich die Erscheinung nicht mehr verfolgen, da dieser hier infolge der Verwitterung auseinander-

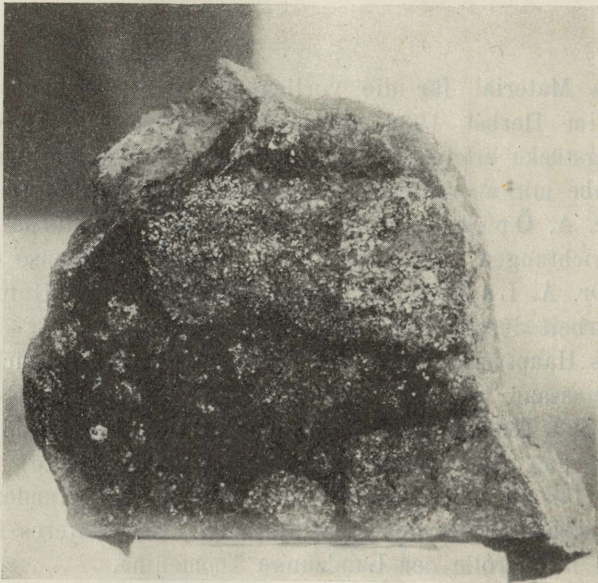


Photo d. Verf.

Abb. 1. Gneissbrekzie. Block Nr. 1. Angeschliffen. $\frac{1}{2}$ nat. Gr.

bröckelt, seine einzelnen Bruchstücke bereits etwas gegeneinander verschoben sind und daher das Bild undeutlich wird.

Die ausgesprochen gneisig struierten Bruchstücke sind als helle Flächen im dunklen Bindemittel sehr gut erkennbar (Abb. 1). Ihre Begrenzung ist wechselnd von scharfkantig über kantengerundet bis (allerdings seltener) rund. Geradlinige Begrenzung ist immer wieder deutlich sichtbar. Hierbei folgt sie ebenen, nahezu senkrecht aufeinander stehenden Flächen (Abb. 2). An Mineralien erkennt man makroskopisch einen weisslichen Feldspat sowie reichlich Biotit, der in Lagen angeordnet ist. Der Quarz tritt weniger hervor.

Ein Bruchstück, als Ganzes betrachtet, weist im Inneren eine weissliche Farbe auf, die nach dem Rande zu rasch in rot übergeht. Hier ist ein Streifen in der Breite von einigen mm bis 1 cm als ein deutlicher Rand durch seine Rotfärbung abgegrenzt (Abb. 2).

Die ziemlich weiche, an stärker verwitterten Stellen erdige Zementmasse ist grünlichschwarz gefärbt und führt zahlreiche



Photo d. Verf.

Abb. 2. Teil eines Bruchstücks, von nahezu senkrecht aufeinanderstehenden Klüften begrenzt. Kluftoberflächen verwittert und von Eisenoxyd gefärbt.
 $\frac{1}{2}$ nat. Gr.

scharfeckige trübweisse bis mattrote, etwa 1 bis 3 mm grosse Bruchstücke. Durch die Fülle dieser Bruchstücke nimmt die Zementmasse öfter eine rote Gesamtfärbung an. An stark verwitterten Stellen wird der Zement schwarz und soweit locker, dass er von den Atmosphäriken weggeführt wird und die Bruchstücke, ihres Bindemittels beraubt, aus dem Block herausfallen.

U. d. M. zeigt das Material der Bruchstücke ein richtungslos-körniges Gefüge. Der vorherrschende Feldspat ist Perthit, der meist stark getrübt im Schliff erscheint. Bei starker Vergrösserung (540-fach) beobachtet man stellenweise etwas

grössere, wirr durcheinanderliegende, kurzfaserige Mikrolithe, die durch ihr Auftreten in grösseren Mengen die Trübung hervorrufen. Diese schreitet nach den Lamellen fort. Im Inneren eines Bruchstücks sind die Perthite im allgemeinen frischer und zeigen schöne spindelförmige, z. T. sich überkreuzende Lamellen. Bisweilen ist die Lamellierung ausserordentlich fein und wird erst bei stärkerer Vergrösserung aufgelöst. Mikroklin tritt häufig auf und ist stets vollkommen frisch. Plagioklas kommt untergeordnet vor. Auch er ist stark getrübt, so dass seine Unterscheidung vom Perthit schwierig ist (Taf. I, Fig. 1).

Neben der Trübung lässt sich noch eine Pigmentierung der Feldspäte beobachten. Fleckig-wolkige rostrote Färbung tritt namentlich in den randlichen Teilen der Bruchstücke auf. Stellenweise führt sie zu einer völligen Undurchsichtigkeit der Feldspäte. Das Pigment ist nach den Spaltrissen angeordnet. Offenbar handelt es sich um Eisenoxyd.

Wie die Feldspäte, so findet sich auch der Quarz in allotriomorphen Formen. Seine verschieden orientierten Individuen sind miteinander verzahnt. Häufig finden sich runde Quarzeinschlüsse im Feldspat (Taf. I, Fig. 2). Der Quarz löscht stets undulös aus und zeigt mitunter Zweiachsigkeit. Als dritter wesentlicher Gemengteil der Bruchstücke tritt der Biotit auf. Im Schliff erscheint er stets sehr dunkelbraun gefärbt und besitzt gebogene lappige Formen. Seine Umwandlung in Chlorit ist in allen Schliffen zu beobachten. Sie schreitet vom Rande der Individuen nach innen vor. Die Folge ist — Ausbleichung und Abnahme der Doppelbrechung. Der Chlorit ist seiner indigoblauen Interferenzfarbe nach als ein Pennin bestimmt. Akzessorisch ist viel Apatit in idiomorphen Formen vertreten. Ebenso kommen vereinzelte Kristalle von Zirkon vor. Rutilnadelchen sind im umgewandelten Biotit sichtbar. Im Feldspat treten auf den Spaltrissen kleine grüne Leisten, vermutlich von Chlorit, auf. Schliesslich ist das seltene Auftreten von Calcit zu verzeichnen, der sich in geringen Mengen zwischen den Feldspatindividuen findet. Gleitungsverwilligung ist an ihm in keinem Fall beobachtet worden.

Die Auszählung mit dem Netzmikrometer ergab im Mittel aus 18 Beobachtungen eine Zusammensetzung von 55,7 % Feldspäten, 27 % Quarz, 15,5 % Biotit und Chlorit. Die Zusammen-

setzung ist keife gleichmässige. So schwankt der Anteil des Feldspates in den einzelnen Schliften zwischen 35 und 62^o/_o, des Quarzes — 5 und 60^o/_o und der des Biotits und Chlorits — 5 und 32^o/_o. Die durchschnittlichen Korngrössen sind bei den Feldspäten 1,2 — 1,3 mm, bei Quarz 0,8 — 0,9 mm und bei Biotit und Chlorit ca. 0,6 mm. Maximale Dimensionen sind bei allen dreien Hauptbestandteilen etwa 3,3 mm.

Die Brekzie baut sich auf aus Bruchstücken von wechselnden Abmessungen. Das grösste festgestellte Bruchstück misst etwa 50 × 20 × 20 cm. Am häufigsten kommen faustgrosse Stücke vor. Die makroskopisch als Bindemittel empfundenen Gesteinspartien bauen sich wiederum aus Bruchstücken auf, welche bis zu den kleinsten Dimensionen herabgehen. Eine Abtrennung der Bruchstücke vom Bindemittel lässt sich daher makroskopisch nicht durchführen.

U. d. M. erscheint das Bindemittel als ein körniges Gemenge von scharfkantigen Bruchstücken der Feldspäte und Quarze, die durch Fetzen von Biotit und Chlorit verkittet sind. Die Feldspäte sind dieselben, die auch in den grösseren Bruchstücken auftreten. Sie sind zum grössten Teil getrübt, wobei der Mikroklin wiederum eine Ausnahme bildet. Der Quarz ist undulös auslöschend und sofern grössere Körner vorliegen, beobachtet man ebenfalls Verzahnung. Auch die Akzessorien sind dieselben. Der Biotit ist in stärker gefalteten und geknickten faserigen Individuen vertreten, überwiegend von hellerer Eigenfarbe. Chlorit, der als das eigentliche verkittende Material anzusehen ist, führt häufig Rutil. Der Chlorit ist stellenweise stark von Eisenoxyd gefärbt. Der Calcit tritt stärker in Erscheinung, deutlich in seinem Auftreten als Kluftausfüllung und in Drusenräumen. Druckverzwillingung fehlt auch hier (Taf. I, Fig. 2).

Für diejenigen Teile des Bindemittels, die Bruchstücke unter 1 mm Durchmesser enthalten, also dort wo die Zerkleinerung monomineralische Bruchstücke erzeugt hat, ergibt sich eine Zusammensetzung von ca. 28^o/_o Feldspäte, 8,5^o/_o Quarz, 2,5^o/_o frischer Biotit, 60,5^o/_o umgewandelter Biotit und Chlorit und 0,5^o/_o Calcit (Mittel aus 9 Auszählungen).

Blöcke Nr. 2 und 3. Diese beiden, nahe beieinander liegenden Blöcke weisen eine grosse Ähnlichkeit untereinander auf und können daher als ursprünglich zusammengehörig angesehen werden. Die 2 bzw. 4 m³ messenden Blöcke sind ihrer Form

nach angenähert rund und besitzen ebenfalls eine ausgezacktklüftige Oberfläche. Eine bestimmte räumliche Anordnung der Bruchstücke ist nicht wie beim Block Nr. 1 augenfällig. Eine genaue Untersuchung wird durch den stärkeren Verwitterungszustand erschwert. Bei erster Betrachtung scheinen in diesen Blöcken zwei verschiedene Arten von Bruchstücken vorzukommen. Die eine ist von granitisch-gneisigem Charakter, während die andere eine feinschieferige Gestalt besitzt und gelblichgrün gefärbt ist. Bruchstücke der letzten Art erreichen kaum die Grösse von 10 cm. Das im frischen Bruch grün gefärbte Bindemittel zeigt an der Aussenfläche der Blöcke schwarze Farbe. Einzelne, von der Verwitterung herauspräparierte Quarz- und Feldspatkörner ragen aus der feineren Masse hervor.

U. d. M. zeigen die granitisch-gneisigen Bruchstücke eine auffällige Übereinstimmung mit denen vom Block Nr. 1. Allenfalls ist hier der Plagioklas etwas häufiger anzutreffen. Mengemässig treten die Feldspäte mit etwa 60 %, der Quarz mit 21 % und der Biotit und Chlorit mit 19 % auf. Auch hier steigt der Quarzanteil mitunter beträchtlich an. Anders erscheinen die Bruchstücke des grüngefärbten Schiefers. Bei Lupenbetrachtung im Schliff ist das Material hellgelbgrün gefärbt und weist zahlreich weissliche Flecke auf. U. d. M. erweisen sich letztere als Relikte einer Feldspatumwandlung. Die überwiegenden Gemengteile sind hier Chlorit, Serizit und stark ausgebleichter Biotit. Verbiegungen, Knickungen und Aufblätterung sind bei diesen sehr häufig. Das Verhalten des Quarzes entspricht dem der gneisigen Bruchstücke. Zerbrochene Apatitkristalle sind häufig. Eine genaue Untersuchung des Materials gestaltet sich schwierig, da die starke Trübung der Feldspäte eine nähere Bestimmung derselben unmöglich macht. Eine stark verwischte Lamellierung ist an einigen wenigen Individuen sichtbar. Man wird indessen wohl nicht fehl gehen, wenn man als das Ausgangsmaterial der Metamorphose wieder einen Gneis von granitischer bis quarzdioritischer Zusammensetzung annimmt. Der Calcit tritt in den randlichen Teilen der Bruchstücke auf und zeigt keinerlei Druckerscheinungen (Taf. II Fig. 3).

Das Bindemittel besitzt eine ausgezeichnete Trümmerstruktur. Eckige Bruchstücke frischen und trüben Feldspats sowie Quarzkörner und Biotitfetzen liegen wirr durcheinander in der dunklen Grundmasse. Calcit tritt auf kleinen Drusenräumen und

Spältchen zwischen den Bruchstücken und im dunklen Bindemittel auf. Dieses ist wiederum Chlorit. Durch eine starke Eisenoxyd-pigmentierung erscheint er stellenweise ganz opak. Bei den Blöcken Nr. 2 und 3 ist diese Pigmentierung stärker ausgeprägt als beim Block Nr. 1.

Das Handstück von Spitham. Das etwa 10 cm messende Handstück weist durchschnittlich 3 cm grosse Bruchstücke eines rötlich-grauen Gneises auf und fällt durch den Mangel einer dunklen Zementmasse auf. Die Verbindung der Bruchstücke erfolgt hier durch zahlreiche, etwa 1 mm. grosse Dolomithomboeder, die in den Zwischenräumen, wie auf Gängen oder Drusen auskristallisiert erscheinen. Das ganze Handstück ist ziemlich stark abgerollt. Der Gneis der Bruchstücke entspricht in seiner Zusammensetzung und Struktur dem der Blöcke von Osmussaar. Der Feldspatanteil beträgt im Mittel etwa 66%, der des Quarzes 21,5%. Biotit und Chlorit sind mit etwa 10,5% vertreten. Hervorzuheben ist das häufigere Auftreten von Mikroklin und ferner die Beobachtung einer myrmekitischen Verwachsung von Quarz und Plagioklas in einigen wenigen Fällen.

Das Handstück von Toomanina. Das Stück ist etwa 10 cm gross und besteht aus teils gröber, teils feiner geschiefertem Gneisbruchstücken. Das makroskopisch sichtbare Bindemittel ist Calcit, der einen Teil der Zwischenräume ausfüllt.

U. d. M. zeigen die grobgeschiefertem Bruchstücke dieselben Komponenten wie die bisherigen Proben. Mikroklin ist häufig. Quarz und Biotit treten mehr zurück, während die Feldspäte weit überwiegen. Auffällig ist ihr ausserordentlich frischer Erhaltungszustand. Myrmekitische Verwachsung kommt vor. Die Feldspäte sind mit über 70% an der Zusammensetzung beteiligt, der Quarz mit etwa 20% und der Biotit mit 8%. Die Feldspäte der feingeschieferten Bruchstücke sind, bis auf die Mikrokline, stark umgewandelt. Der Feldspatanteil beträgt hier ebenfalls ca. 70%, während der Quarzanteil auf 10–15% herabgeht und der Biotit mit 15–20% beteiligt ist. In Schliften parallel und nahe der Bruchstücksgrenze ist das Gestein sehr reich an Calcit. Bei senkrecht dazu orientierten Schliften ist der Calcit nur spärlich sichtbar. Auf sehr schmalen Klüften kommt Chlorit deutlich als Bindemittel vor. Daneben etwas Calcit, kleinere Hohlräume ausfüllend. Zwischen der Masse des Calcits und dem Bruchstück

liegt stets ein dünnes Häutchen von Chlorit. Dolomit ist nicht festgestellt worden. Die übrigen, von Calcit nicht ausgefüllten Räume stehen offen und ihre Wände sind von der Verwitterung angegriffen. Die Abrollung des Handstücks ist stark. Immerhin lassen sich an geeigneten Stellen Beobachtungen über die Umrisse der Bruchstücke machen. Es liegen eckige bis schwach kantengerundete Formen vor.

Zusammenfassend kann man sagen, dass zwischen den einzelnen Gesteinsproben, was zunächst ihre Bruchstücke anbetrifft, weder grosse Unterschiede in der mineralogischen Zusammensetzung noch in struktureller und textueller Hinsicht bestehen. Die makroskopisch z. T. (Bl. Nr. 2 und 3) sehr auffälligen Unterschiede in der Farbe und der Beschaffenheit der Bruchstücke lassen sich u. d. M. auf einen verschiedenen Umwandlungsgrad eines ursprünglich gleichartigen Gesteins zurückführen. Die Feldspäte der Bruchstücke zeigen selten eine leichte Biegung der Lamellen und niemals Verwerfungen. Die meist starke Trübung lässt eine eindeutige Unterscheidung der Feldspäte im allgemeinen nicht zu. Es ist nicht ausgeschlossen, dass der Plagioklasanteil grösser ist, jedoch erkennt man in den frischeren Teilen stets den Perthit in überwiegender Masse. Pyroxene und Amphibole fehlen in allen Schliffen.

Das Ausgangsmaterial der Brekzie ist demnach ein serizitierter und chloritierter Gneis von granitischem bis quarzdioritischem Charakter.

So sehr der Aufbau der Bruchstücke der einzelnen Fundstellen übereinstimmt, finden sich indes doch grössere Unterschiede in der Ausbildung ihres Bindemittels. So besitzt der Block Nr. 1 ein ausgesprochen chloritisches Bindemittel. Die Blöcke Nr. 2 und 3 besitzen zwar ein gleiches Bindemittel, dieses ist indes stark eisenschüssig. Das Handstück von Toomanina weist ein Calcizement auf, wobei der Chlorit stark zurücktritt und schliesslich finden sich im Handstück von Spitham Dolomitkristalle zwischen den Bruchstücken.

Die starke Eisenschüssigkeit dürfte wohl nur als eine lokale Erscheinung zu bewerten sein, die ebenso wie die mengenmässige Verteilung von Calcit im Bindemittel von den ursprünglichen Lagerungsverhältnissen der Brekzie abhängig ist. Ob hier eine unvollständige chloritische Zementierung von Calcit fortgesetzt worden ist, oder ob das chloritische Bindemittel von der Verwitte-

rung fortgeführt wurde und der Kalkspat in die nun entstandenen Hohlräume einwanderte, lässt sich an Hand des vorliegenden Materials nicht entscheiden. Das Auftreten von Dolomit in der Brekzie von Spitham lässt die Möglichkeit offen für diese eine andere Ursprungslagerstätte anzunehmen.

Zur Deutung der Entstehung der Brekzie sind vor allem zwei Tatsachen hervorzuheben. Diese sind einerseits die verhältnismässig geringen Druckscheinungen im Gestein und anderseits die Form vieler Bruchstücke, die auf einer Begrenzung durch Klüfte beruht. Die Randflächen der Bruchstücke bilden ausserdem häufig eine Verwitterungskruste. Offenbar ist das Muttergestein zerklüftet gewesen und unterlag der Verwitterung. Der Zerkleinerungsvorgang konnte also ohne Druckeinwirkung vor sich gehen. Nebeneinander in der Brekzie liegende Bruchstücke passen nie mit ihren Bruchflächen zusammen. Auseinandergebrochene Stücke sind demnach stets entfernt eingebettet worden. Stücke zerbrochener Mineralkörner, die nebeneinander liegen geblieben sind, sind nur von Calcit verkittet (Taf. II, Fig. 3). Die Grösse der Bruchstücke ist sehr wechselnd. Das Ganze erweckt den Eindruck, dass man es hier mit einer verfestigten Schutthalde zu tun hat. Die beobachtete Faltung und Fältelung lässt sich durch das Nachgleiten am Hang deuten. Da die im Zement vorkommenden Carbonate keinerlei Druckwirkungen aufweisen, muss ihre Zufuhr als die letzte Mineralbildungserscheinung angesehen werden. Das letzte Stadium der Entwicklung bildete das Zerschneiden und der Abtransport des Gesteins durch das Eis.

Die Feststellung des Abstammungsorts der Blöcke ist sehr schwierig, wenn nicht praktisch überhaupt undurchführbar. Die petrologischen Verhältnisse des nördlichen Teils von Schweden und des westlichen Finnlands lassen das Vorkommen eines Gneises von der oben beschriebenen Art sehr häufig zu (3—14 und 16—21). Damit kann das Auftreten von verfestigtem Haldenmaterial dieses Gneises an sehr vielen Orten des Gebiets möglich sein. Ähnliche Bildungen fanden sich nach Väyrynen (16, p. 91) im Kainuugebiet.

Dr. A. Laitakari (Helsingfors), an den sich Verf. mit dieser Frage wandte, hatte die Freundlichkeit eine übersandte Probe mit finnischem Material zu vergleichen und diese auch

anderen Mitgliedern der Geologischen Kommission Finnlands vorzulegen. Laut der brieflichen Mitteilung von Dr. Laitakari ist in Finnland eine Brekzie dieser Art bisher nicht festgestellt worden. Auch lässt sich die Probe mit dem Vorkommen im Kainuugebiet nicht identifizieren.

In der schwedischen Literatur konnten Angaben über Fundorte von Schuttbrekzien nicht gefunden werden.

Die Möglichkeit der Abstammung der Brekzie vom Boden des Bottnischen Meerbusens ist durchaus gegeben, namentlich auch wenn man die bisher festgestellten Wanderwege der glazialen Geschiebe in Betracht zieht (23).

Literatur.

1. Grubenmann, U.: Die kristallinen Schiefer. Berlin 1910.
2. Grubenmann, U. und Niggli, P.: Die Gesteinsmetamorphose. Berlin 1924.
3. Holmquist, P. J.: Studien über die Granite von Schweden. Bull. Géol. Inst. Univ. Upsala V. VII p. 77, 1905.
4. Sederholm, J. J.: Om granit och gneis. Bull. Com. Géol. Finlande Nr. 23, 1907.
5. „ Les roches prequaternaires de la Fennoscandia. Bull. Com. Géol. Finl. Nr. 24, 1910.
6. Högbom, A. G.: Precambrian Geology of Sweden. Bull. Géol. Inst. Univ. Upsala Vol. X, 1910.
7. Hausen, H.: Studier öfver de sydfinska ledblockens sprindning i Ryssland jämte en öfversikt af is — recessionens förlopp i Östbaltikum. Bull. Com. Géol. Finl. Nr. 32, 1912.
8. Sederholm, J. J.: Les roches prequaternaires de la Finlande. Bull. Com. Géol. Finl. Nr. 28, 1911.
9. Högbom, A. G.: Fennoskandia (Skandinavien und Finnland). Handbuch der regionalen Geologie. Heft 13, IV. 3, 1913.
10. Eskola, P.: On the Petrology of the Orijärvi Region in south-western Finland. Bull. Com. Géol. Finl. Nr. 40, 1914.
11. Mäkinen, E.: Översikt av de prekambriska bildningarna i mellersta Österbotten i Finland. Bull. Comm. Géol. Finl. Nr. 47, 1916.
12. Väyrynen, H.: Petrologische Untersuchungen der grano-dioritischen Gesteine Süd-Ostbothniens. Bull. Comm. Géol. Finl. Nr. 57, 1923.
13. Sederholm, J. J.: On Migmatites and associated Pre-Cambrian Rocks of Southwestern Finland. Bull. Comm. Géol. Finl. Nr. 61, 1923.
14. „ On Migmatites and associated Pre-Cambrian Rocks of Southwestern Finland. Part II. Bull. Comm. Géol. Finl. Nr. 77, 1926.
15. Öpik, A.: Die Inseln Odensholm und Rogö. Publ. Geol. Inst. Univ. Tartu. Nr. 9, 1927.
16. Väyrynen, H.: Geologische und petrographische Untersuchungen im Kainuugebiete. Bull. Comm. Géol. Finl. Nr. 78, 1928.
17. Eskola, P.: On the Occurrence of Orthoclase and Microcline in the Finnish granites and pegmatites. Bull. Comm. Géol. Finl. 85, S. 54, 1929.
18. Sederholm, J. J.: Pre-Quaternary Rocks of Finland. Explanatory notes to accompany a general geological map of Finland. Bull. Comm. Géol. Finl. Nr. 91, 1930.
19. Wilkman, W. W.: Übersicht der Gesteine im Gebiet des Kartenblattes Kajaani. Bull. Comm. Géol. Finl. Nr. 92, 1930.

20. Sederholm, J. J.: On the sub-bothnian unconformity and on archaean rocks formed by secular weathering. Bull. Comm. Géol. Finl. Nr. 95, 1931.
21. „ On the geology of Fennoscandia, with special reference to the pre-cambrian. Explanatory notes to accompany a general geological map of Fennoscandia. Bull. Comm. Géol. Finl. Nr. 98, 1932.
22. Eskola, P.: Conditions during the earliest geological times as indicated by the archaean rocks. Annales academiae scientiarum Fennicae. Ser. A, Vol. XXXVI. Nr. 4.
23. Korn, J.: Die wichtigsten Leitgeschiebe der nordischen kristallinen Gesteine im norddeutschen Flachlande. Berlin 1927.

Tafelerklärung.

Tafel I.

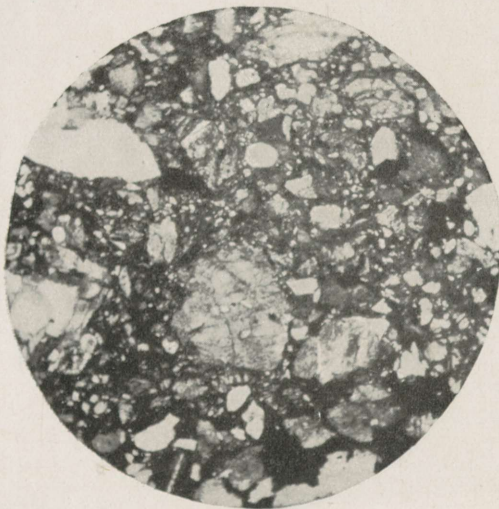
1. Gneisbruchstück aus dem Block Nr. 1. Verhältnismässig frisch. $\times 20$, Nic. \times .
2. Bindemittel des Blocks Nr. 1. In der Mitte ein umgewandelter und durch Eisenoxyd pigmentierter Feldspat mit Einschlüssen von Quarz und Apatit. Mitte (oben) und Mitte (links) aus Feldspäten ausgewitterte runde Einschlusskörner von Quarz. Rechts (unten) besonders stark durch Eisenoxyd gefärbtes chloritisches Bindemittel, opak erscheinend. $\times 20$, Nic. parall.

Tafel II.

3. Bindemittel des Blocks Nr. 3. Calcit verkittet ein zerdrücktes Quarzkorn. $\times 20$, Nic. \times .
4. Material des grossen Gneisblocks von Osmussaar, in dessen unmittelbarer Nachbarschaft sich der Block Nr. 1 findet. Man beachte den frischen Erhaltungszustand des an femischen Bestandteilen reichen Gesteins. $\times 20$, Nic. \times .



1



2



3



4

Tartu Ülikooli Geoloogia-Instituudi Toimetused. Publications of the Geological Institution of the University of Tartu.

- № 1*. H. Bekker, Ph. D., D. I. C., Mõned uued andmed Kukruse lademe stratigraafia ja faunast. — Stratigraphical and paleontological supplements on the Kukruse stage of the Ordovician Rocks of Eesti (Estonia). With 2 plates, 1 map and 6 fig. in text. — Märts 1924.
- № 2*. — Devon Irboska ümbruses, stratigraafia, fauna ja paleogeograafia. — The Devonian Rocks of the Irboska district (S. E. Estonia) with the description of a new cemented brachiopod. With 1 map, 6 plates and 15 fig. in text. — Okt. 1924.
- № 3. A. Öpik, Beitrag zur Stratigraphie und Fauna des estnischen Unter-Kambriums (Eophyton-Sandstein). Mit 10 Textfig. und 3 Taf. — Veebr. 1925
- № 4*. A. Luha, Professor Hendrik Bekker, Ph. D. Sc. Nekroloog, pildiga. With English Summary.
A. Öpik, Beiträge zur Kenntnis der Kukruse-(C₂)-Stufe in Eesti. I. — Über die Kalksandsteinfacies des Vaginatenkalkes auf der Halbinsel Baltischport und über ein *Acidaspis*-Pygidium aus denselben Schichten. — Dets. 1925.
- № 5. K. Jaansoon-Orviku, Beiträge zur Kenntnis der Aseri- und der Tallinna-Stufe in Eesti. I. — Veebr. 1927.
- № 6*. A. Öpik, Über den estländischen Blauen Ton. — Juuli 1926.
- № 7. K. Jaansoon-Orviku, Rändpangaseid Eestis (Über die Glazialschollen in Eesti). Mit deutschem Referat. — Juuli 1926.
- № 8. K. Orviku, Die Rautenvariationen bei *Echinospaerites aurantium* Gyll. und ihre stratigraphische Verbreitung im estnischen Ordovizium. — Märts 1927.
- № 9. A. Öpik, Die Inseln Odensholm und Rogö. Ein Beitrag zur Geologie von NW-Estland. — Sept. 1927.
- № 10. A. Öpik, Beiträge zur Kenntnis der Kukruse-(C₂)-Stufe in Eesti. II. — Sept. 1927.
- № 11. I. Reinvaldt, Bericht über geologische Untersuchungen am Kaalijärvi (Krater von Sall) auf Ösel. Mit Beiträgen von A. Luha. — Sept. 1928.
- № 12. A. Öpik, Beiträge zur Kenntnis der Kukruse-(C₂-C₃)-Stufe in Eesti. — Okt. 1928.
- № 13. A. Öpik, Über Trockenrisse und Regenspuren im Monograptus-Schiefer von Hodkovičky (Böhmen), und über die Entstehung der Graptolithenschiefer überhaupt. — Märts 1929.
- № 14. K. Orviku, Uhaku. Kirde-Eesti karstiaala stratigraafia ja geomorfoloogiast. Deutsches Referat: U h a k u. Zur Stratigraphie und Geomorphologie des NO-estnischen Karstgebietes. — Mai 1929.
- № 15. A. Öpik, Studien über das estnische Unterkambrium (Estonium). I—IV. — Juuli 1929.
- № 16. A. Öpik, Über Muskelhaftstellen der Glabella von *Pseudasaphus tecticaudatus* Steinh. (*Crust.*, *Trilobita*) und über die Funktion der Fazialsutur. — Juuli 1929.

Est
A-3551
34. c 31951

- № 17. A. Audova, Aussterben der mesozoischen Reptilien. I. — Aug. 1929.
- № 18*. A. Öpik, Der estländische Obolenphosphorit. — Aug. 1929.
- № 19. P. W. Thomson, Die regionale Entwicklungsgeschichte der Wälder Estlands. — Detsember 1929.
- № 20. A. Öpik, Brachiopoda Protremata der estländischen Kukruse-Stufe. — Jaanuar 1930.
- № 21. K. Orviku, Keskdevoni põhikihid Eestis. Deutsches Referat: Die untersten Schichten des Mitteldevons in Eesti. — Veebr. 1930.
- № 22. A. Luha, Über Ergebnisse stratigraphischer Untersuchungen im Gebiete der Saaremaa-(Ösel-)Schichten in Eesti. (Unterösel und Eurypterusschichten). — Jaanuar 1930.
- № 23. A. Heintz, Eine neue Rekonstruktion von *Heterostius* Asm. — K. Orviku, Die Glazialschollen von Kunda-Lammasmägi und Narva-Kalmistu (Eesti). — K. Orviku, Der Asaphiden-Kalkstein (Ordovizium) im Bohrloch von Lagedi (Eesti). — Juli 1930.
- № 24. A. Öpik, Beiträge zur Kenntnis der Kukruse-(C₂-C₃)-Stufe in Eesti IV. — November 1930.
- № 25. A. Öpik, Über einige Karbonatgesteine im Glazialgeschiebe NW-Estlands. — Mai 1931.
- № 26. Th. Heinrichson, Über *Porambonites wahlí* n. sp., aus der ordovizischen Jõhvi-Stufe D₁ Estlands. — Sept. 1932.
- № 27. Johan Klær †, Edited by A. Heintz. New Coelolepids from the Upper Silurian on Oesel (Esthonia). — Sept. 1932.
- № 28. A. Öpik, Über die Plectellinen. — Nov. 1932.
- № 29. A. Öpik, Über Scolithus aus Estland. — Jaan. 1933.
- № 30. J. A. Reinvaldt. Kaali järv — the Meteorite Craters on the Island of Ösel (Estonia). — Jaan. 1933.
- № 31. A. Öpik, Über Plectamboniten. — Mai 1933.
- № 32. A. Öpik, Über einige Dalmanellacea aus Estland. — Mai 1933.
- № 33. A. Öpik und N. Thamm, Über ein anstehendes Eruptivgestein aus Estland. — Detsember 1933.
- № 34. N. Thamm, Über eine Gneisbrekzie im Glazialgeschiebe der Insel Osmusaar (Odensholm). — Detsember 1933.
- № 35. N. Thamm, Der Vorgang des muscheligen Bruchs. — Detsember 1933.
- № 36. A. Öpik und P. W. Thomson, Über Konzeptakeln von *Solenopora*. — Detsember 1933.