

# Über einen Gletscherschliff bei Kunda in Estland.

Von

**Bruno Doss.**

Mit Taf. VI, VII und 4 Textzeichnungen.

Im Mai vorigen Jahres erhielt ich von Herrn A. Baron von DER PAHLEN in Reval, der eben in Port Kunda in Estland weilte, die Nachricht, daß unweit des letzteren Ortes Gletscherschliffe unter sehr merkwürdigen Verhältnissen aufgedeckt worden seien. Einer gleichzeitig erfolgten Aufforderung zur Besichtigung und Untersuchung derselben kam ich alsbald um so lieber nach, als die Mitteilung vermuten ließ, daß etwas nicht Gewöhnliches vorliege.

Port Kunda am Finnischen Meerbusen, hierzulande weit und breit bekannt durch seine Zementfabrik, auch in der Wissenschaft eine Rolle spielend wegen der vor drei Dezennien beim Abbau eines Wiesenmergellagers gemachten reichen Ausbeute an prähistorischen bearbeiteten und unbearbeiteten Knochenfunden<sup>1</sup>, liegt 18 Werst nordnordöstlich der Kreisstadt Wesenberg. Auf der Straße von Wesenberg nach Port Kunda erreicht man 4 Werst vor der Zementfabrik oder reichlich 2 Werst vor dem Gute Kunda den Bauernhof Risti Saun, in dessen Nähe die Kalkbrüche gelegen, die gegenwärtig im Verein mit dem an den Glint sich anlagernden

<sup>1</sup> Näheres bei C. GREWINGK in den Sitzungsber. d. Dorpater Naturf.-Ges. 1881, p. 4 und in den Sitzungsber. d. gelehrten Estnischen Ges. zu Dorpat 1881, p. 99, sowie in desselben Verfassers Abhandlung: Geologie und Archäologie des Mergellagers von Kunda in Estland (Arch. Naturk. Liv.-, Ehst- u. Kurlands, I. Ser. 9. 1882. p. 1—70).

spätglazialen Bänderton das Material für die Zementbereitung liefern (vergl. Skizze 1).

Behufs Entwässerung des Steinbruchs „Arro“ hatte man vor ca. 9 Jahren mit der Anlage eines Kanals begonnen. Bei Fort-

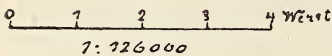


Fig. 1. Umgebung von Kunda.

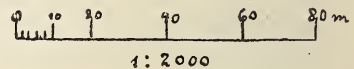
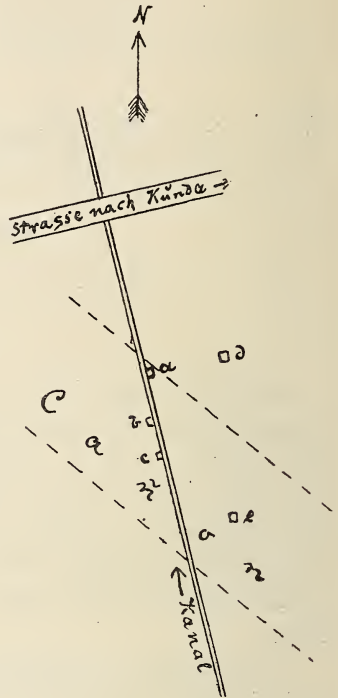


Fig. 2. Situations-skizze beim Kanal.

führung dieser Arbeiten war man vor 4 oder 5 Jahren in der Nähe von Risti Saun und zwar nur innerhalb einer beschränkten Strecke in gewisser Tiefe auf eine blank abgeschliffene Kalksteinbank gestoßen. Hiervon hatte vor ca. 1 Jahr Herr O. VON BLAESE, Betriebschemiker der Zementfabrik, Herrn Baron VON DER PAHLEN Mitteilung gemacht. Als dieser bei seiner Anwesenheit in Port Kunda an den zahlreichen ausgebrochenen und

zu beiden Seiten des Kanals angehäuften Kalksteinplatten erkannte, daß es sich um Gletscherschliffe handelte, ließ er an der Steilböschung des über 2 m tiefen Kanaleinschnittes drei Schürfe anlegen (an den Stellen a, b und c der Skizze 2) behufs genauerer Aufhellung des Auftretens der Gletscherschliffplatten. In diesem Stadium befanden sich die Vorarbeiten bei meiner Ankunft in Port Kunda. Über die durch die Schürfe aufgedeckten Gletscherschliffe hatte schon vorher Herr VON DER PAHLEN in der Sektion für provinzielle Naturkunde der Revaler Literarischen Gesellschaft Bericht erstattet.

Ganz besonders auffallend bei der ersten Besichtigung der Lokalität war es, daß beim Schurfe a die geschliffene Platte unter — wie es zunächst schien, anstehendem — silurischen Vaginatatenkalk lagerte, während sie bei b und c von diluvialem Geschiebelehm überdeckt wurde.

Zur genaueren Beleuchtung der bei eingehenderer Untersuchung vorgefundenen Verhältnisse seien zunächst die von mir aufgenommenen Profile wiedergegeben.

### Schurf a.

- |   |          |
|---|----------|
| 1. Dunkelbrauner, stark humoser Sand mit Geschieben . . . . .   | 15—30 cm |
| 2. Gelblichgrauer (rostfleckiger) bis hellbläulichgrauer grandig-toniger Sand, gegen Osten auskeilend . . . . .   | 0—35 „   |
| 3. Stark sandiger Torf mit Geschieben . . . . .   | 20—30 „  |
| 4. Toniger Kies, dunkelbraun, mit schwacher humoser Beimengung (Infiltration aus dem hangenden Torf); Kiesmaterial nur aus finnländischen Silikatgesteinen bestehend . . . . .  | 10—15 „  |
| 5. Toniger Staubsand, hellgrau (im feuchten Zustande mit bläulichgrünlichem Stich), stellenweise von dunklerer Farbe (schwach eisenschüssig und kalkhaltig, mit vereinzelt kleinen Geschieben), lokal auch Nester stark eisenschüssigen Staubsandes führend . . . . . | 15—25 „  |
| 6. Rostig gefleckter Vaginatatenkalk, stark angewittert . . . . .   | 30 „     |
| 7. Grauer Vaginatatenkalk . . . . .   | 40 „     |
| 8. Bräunlichgrauer toniger Feinsand mit geringer Beimengung grandigen Materials und mit kleinen eckigen Bruchstücken von Kalkstein . . . . .  | 3 „      |
| 9. Grauer Vaginatatenkalk mit glatt geschliffener Dachfläche, aufgedeckt in einer Erstreckung von 1,7 m senkrecht und 1,5 m parallel zum Kanal.   |          |

Die Kalksteinschichten steigen kanalabwärts ganz schwach an.

## S c h u r f b.

- |  |          |
|--|----------|
| 1. Torf . . . . .  | 40 cm    |
| 2. Grandig-toniger Geschiebesand mit erratischen Blöcken,<br>allmählich in die folgende Schicht übergehend . . . . .   | ca. 35 „ |
| 3. Kies . . . . .  | ca. 20 „ |
| 4. Grauer, im feuchten Zustande bläulichgrauer Geschiebe-<br>lehm mit erratischen Blöcken; das grandige Skelett besteht<br>vorwiegend aus finnländischem Gesteinsmaterial, nur zu<br>geringem Teile aus Kalkstein; ziemlich reichlich sind Bruch-<br>stückchen von <i>Dictyonema</i> -Schiefer beigemengt <sup>1</sup> . . . . . | 65 „     |
| 5. Bank grauen Vaginatenkalksteins mit glatt ge-<br>schliffener Oberfläche.  |          |

## S c h u r f c.

Das Profil gleicht dem beim Schurfe b.

Die geschliffene Vaginatenkalkbank läßt sich kanalabwärts an der senkrechten Wand weiter verfolgen. Jedoch schon wenige Meter<sup>2</sup> unterhalb des Schurfes a hört die Glättung und Politur der Schichtendachfläche auf; diese zeigt nun die gleiche rauhe, unregelmäßig feinhöckerige Beschaffenheit, wie sie den Schichtenflächen der übrigen Vaginatenkalkbänke eigentümlich ist. Es besitzt somit das Schliffphänomen hier im Norden eine ausgesprochene scharfe Grenze. Dies ist übrigens auch dadurch ohne weiteres feststellbar, daß jenseits dieser Stelle, also gegen Norden, unter den bei der Kanalgrabung ausgebrochenen und zu beiden Seiten des Kanals aufgehäuften Kalksteinstücken geschliffene Platten sich nicht mehr vorfinden. Von dieser nördlichen Grenze aus beobachtet man kanalaufwärts unter dem ausgeworfenen Material Schliffplatten auf einer Erstreckung von 60 m. Hiermit ist die Südgrenze des Schliffphänomens in der Kanaltrace festgelegt.

Die abgehobelte, geschliffene und gekritzte Kalksteinplatte gehört bei allen drei Schürfen ein und derselben Schicht an. Der

<sup>1</sup> Herr Baron VON DER PAHLEN hat mich gebeten, mitzuteilen, daß er von einem beim Kanalbau beschäftigt gewesenem Arbeiter einen aus dem Geschiebelehm stammenden Zahn von *Equus caballus* erhalten habe und daß ferner nach Aussagen glaubwürdiger Leute im Geschiebelehm noch ein anderer Zahn gefunden worden ist, der der Beschreibung nach ein solcher von *Rhinoceros* gewesen sein könnte; er ist verloren gegangen.

<sup>2</sup> Der Erinnerung nach 2—3 m; eine Notiz hierüber zu machen, ist von mir leider vergessen worden.



Charakter der Politur und Schrammung ist an allen diesen Stellen ein völlig übereinstimmender. Hieraus — in Verbindung mit dem Umstande, daß bei den Schürfen b und c die geschliffene Bank direkt vom Geschiebelehm überlagert wird — geht hervor, daß wir es, worauf unten nochmals zurückgekommen werden wird, mit einer diluvialen Gletschereißschrammung zu tun haben und nicht mit einem silurischen Phänomen, das man bei einer flüchtigen Besichtigung des Schurfes a allein, ohne eingehendere Untersuchungen der Nachbarschaft und ohne insbesondere von den Verhältnissen bei den Stellen b und c Kenntnis zu haben, zunächst hätte vielleicht mit in den Bereich von Erwägungen ziehen können.

Die Überlagerung der Schliffplatte im Schurfe a durch Vaginatenkalkbänke von 70 cm Mächtigkeit kann nur so erklärt werden, daß an jener Stelle eine größere Scholle silurischen Vaginatenkalks von seitwärts her innerhalb einer cañonartigen Ausfurchung von sehr geringer Tiefe über die Gletscherschliffbank geschoben worden ist. Die Ausfurchung selbst kann entweder schon vor dem Anrücken des Binneneises als solche bestanden oder sich erst während der Vergletscherung des in Frage kommenden Gebietes herausgebildet haben. Ich halte die zweite Möglichkeit für die wahrscheinlichere. Für sie spricht nicht nur der Umstand, daß der Verlauf der Ausfurchung, wenigstens so weit er hat festgestellt werden können, der allgemeinen Bewegungsrichtung des Binneneises in Estland (NNW.—SSO.) ungefähr parallel verläuft (siehe hierüber weiter unten), sondern auch die Tatsache, daß die ganze Konfiguration des cañonartigen Einschnittes mit seiner gleichartig, aber einseitig sich erhebenden Sohle (vergl. Profil Fig. 3) wenig dem Gepräge einer frei von der Terrainoberfläche aus gebildeten Cañonschlucht entspricht. Auch muß es als unwahrscheinlich gelten, daß das Cañon durch rein glaziale Erosion entstanden; die senkrechten Wände wären zu auffällig. Vielmehr möchte ich die Ansicht vertreten, daß sich auf der Oberfläche des vorrückenden Gletschers, als dieser bei Kunda erst geringe Mächtigkeit besaß, ein Schmelzwasserbach cañonartig in das Eis eingefressen, schließlich den Kalksteinuntergrund erreicht und in diesen noch knapp 1 m weiter sich eingemagt hat. Bei der weiteren Ausbreitung und dem damit verbundenen

Mächtigerwerden des Inlandeises verlor das subglaziale Cañon seine Drainagefunktion und wurde von der vorwärts bewegten Grundmoräne ausgefüllt.

Durch die gewaltigen Kräfte, die bei der Gletscherbewegung und dem Vorwärtsschieben des Grundmoränenmaterials wirksam gewesen, muß an irgend einer Stelle der Steilwand des Cañons ein größerer Komplex der anstehenden Silurschichten abgesprengt und als Scholle auf eine gewisse Entfernung bis zum Schurfe transportiert worden sein. An letzterem Orte mußte ursprünglich über der abgeschliffenen Kalksteinplatte Geschiebelehm ruhen, der dann durch die heranrückende Silurscholle verdrängt wurde. Daß die Silurscholle ursprünglich Anstehendes im flachen Cañon gewesen, daß sie also ein Stück Talwand repräsentierte, geht daraus hervor, daß sie an ihrem südlichen, fast senkrecht abbrechenden und an den Geschiebelehm stoßenden Rande nicht nur deutlich eine Glättung, sondern auch Hohlkhlbildung aufweist, wie solche an festen Gesteinen von Talgehängen oft zu beobachten ist, wo Eis oder stark bewegtes Wasser abschleifend wirkte.

Soweit fände nun alles eine einfache und wohl auch mehr oder minder befriedigende Erklärung, wenn nicht noch eines Umstandes gedacht werden müßte. Auffallenderweise konnte nämlich gegen Norden keine Grenze oder Kluft zwischen der Scholle und der anstehenden Uferwand der Talfurche bemerkt werden. Wohl ließ sich an der Kanalwand ziemlich genau der Ort feststellen, wo unter den deckenden Kalksteinbänken die weiter gegen Süd geschliffene Kalksteinbank aufhört geschliffen zu sein. Hier hätte man also eine Kluft — die Grenze zwischen der Talfurchenwand und der angeschobenen Kalksteinscholle — sehen müssen. Trotz Nachschürfungen konnte aber nichts Derartiges aufgefunden werden. Möglich, daß die Schürfungen wegen Kürze der zur Verfügung stehenden Zeit — ich konnte für sämtliche Untersuchungen nur einen Tag erübrigen — nicht sorgfältig und ausführlich genug bewerkstelligt worden sind. Jedenfalls bedarf diese Stelle einer nochmaligen eingehenden Untersuchung.

Immerhin darf natürlich aus diesem bisherigen Nichtauffinden der Ausfurchungswand am Kanalufer im Norden nicht geschlossen werden, daß die über der geschliffenen Kalksteinbank ruhenden Silurschichten wirkliches Anstehendes seien, daß wir also in diesem Falle es mit einer silurischen Felsglättung und

-schrammung zu tun hätten. Von einer solchen kann aus folgenden Gründen keine Rede sein: 1. bildet der Glaukonit-, Vaginaten- und Echinosphäritenkalk im estländischen Untersilur eine ununterbrochene Schichtenreihe, ohne Diskordanzen: es kann also während ihrer Ablagerung keine Hebung stattgefunden haben und ein Teil des Meeresbodens zu Festland geworden sein, auf dem dann eine Abschürfung einer Vaginatenkalkbank erfolgt wäre. Eine Glättung und Schrammung des Gesteins auf dem Meeresboden ist ausgeschlossen nicht allein deshalb, weil der Kalkstein nicht sogleich als eine feste abschleifbare Schicht sich abgelagert haben kann, sondern auch, weil das beschriebene Phänomen am Kanal eine nur ganz beschränkte Ausdehnung besitzt; 2. stellen sich die Friktionsphänomene auf dem Boden des talförmigen Einschnittes unter dem glazialen Geschiebelehm in absolut derselben Beschaffenheit dar wie seitwärts unter den Vaginatenkalkschichten. Eine solche Übereinstimmung wäre unmöglich, wenn an der einen Stelle eine diluviale, an der anderen eine silurische Schrammung vorliegen würde. Wer die Schrammung unter dem Vaginatenkalk als silurische betrachten wollte, müßte notwendigerweise auch den Schrammen unter dem diluvialen Geschiebelehm silurisches Alter zuweisen, was natürlich a priori ausgeschlossen ist.

Wenn hiernach der Glättung und Schrammung des Vaginatenkalks unter den auflagernden Silurschichten diluviales Alter zugesprochen werden muß und die auflagernden Kalksteinschichten als zu einer transportierten Scholle gehörig angesprochen werden müssen, so bleibt es immerhin auffällig, warum diese gewaltige Blockmasse bei ihrem Transport nicht selbst charakteristische, von den Glazialschrammen unter dem Geschiebelehm abweichende Schrammen auf der geschliffenen Vaginatenkalkoberfläche hinterlassen hat. Ich finde hierfür keine andere Erklärung als die, daß die Scholle eben nicht direkt auf der Oberfläche der Vaginatenkalkbank verschoben wurde, sondern mitsamt der unter ihr entwickelten, ca. 3 cm starken, gefroren gewesenen Schicht tonigen Sandes in der Nähe der Stelle, wo sie zur Ruhe gekommen, vom festen Untergrunde durch eine dünne Eisschicht getrennt war. Ich betone, daß diese Erklärung, weil zunächst für sie keine beweisenden Beobachtungen angeführt werden können, mich selbst nur wenig befriedigt; es ergibt sich aber eben hieraus, daß an Ort und Stelle noch weitere eingehendere Untersuchungen nötig

wären, die freilich ohne ausgedehnte Grabungen nicht ausgeführt werden können.

Um den Verlauf der schon öfters erwähnten geschliffenen und mit Geschiebelehm erfüllten Talfurche, die wegen allgemeiner Sand- und Torfbedeckung des Geländes oberflächlich sich weder morphologisch noch auf Grund des Ausfüllungsmaterials geologisch zu erkennen gibt, im nächsten Bereiche des Kanals einigermaßen fixieren zu können, ließ ich östlich von letzterem zwei Gruben (d und e auf der Situationskizze Fig. 2) ausheben. Die hier festgestellten Profile gestalteten sich wie folgt:

#### Grube d.

1. Mooreerde . . . . .	25—30 cm
2. Geschiebesand mit erratischen Blöcken . . . . .	40—55 „
3. Vaginatenskalk . . . . .	105 „
4. Tonig verkitteter Quarzsand mit kleinen eckigen Bruchstücken von Vaginatenskalk . . . . .	3 „
5. Vaginatenskalk ohne geglättete Oberfläche.	

#### Grube e.

1. Mooreerde . . . . .	25 cm
2. Geschiebesand mit erratischen Blöcken . . . . .	60 „
3. Bräunlicher sandiger Geschiebelehm . . . . .	50 „
4. Grauer (feucht bläulichgrauer) Geschiebelehm . . . . .	65 „
5. Vaginatenskalk mit Gletscherschliff.	

Nach diesem Befunde liegt die Grube d außerhalb, die Grube e innerhalb der Talfurche, so daß man dieser selbst eine ungefähre NW.—SO.-Richtung wird zuschreiben müssen (vergl. Situationskizze Fig. 2).

Wie erwähnt, finden sich die Gletscherschliffe zur Zeit nur auf dem Boden der Talfurche, wo sie durch den bedeckenden Geschiebelehm bezw. die Silurscholle vor Zerstörung bewahrt worden sind und auf das beste sich konserviert haben. Ursprünglich müssen natürlich auch die zu Seiten des kleinen Cañons emporragenden Kalksteine (Schicht 6 des Profils bei Schurf a) geschliffen gewesen sein. Diese Schliffe sind aber, wenn nicht schon vor der Ablagerung der Geschiebesande, so doch im Laufe der Zeiten infolge starker Zerfressung und Verwitterung der unter wasserdurchlässigen Schichten anstehenden Kalksteinbank völlig verschwunden.

Ein Profil längs des Kanals, das die bisher erörterten Verhältnisse wiedergibt, stellt Fig. 3 dar.



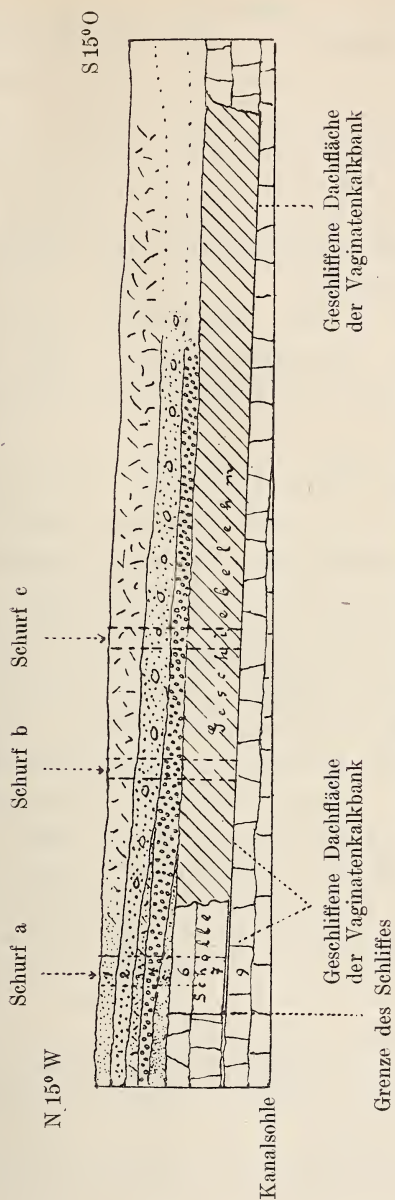


Fig. 3. Profil längs des Kanals.

Die Vaginatenskalkbank mit dem Gletscherschliff zeigt sich vollkommen eben abgehobelt. Man gewinnt den Eindruck, als sei das Gestein auf einer Stahlplatte mit feinem Smirgelpulver

abgeschliffen worden<sup>1</sup>. Es ist dies auch aus den hier reproduzierten photographischen Aufnahmen ersichtlich. Fig. 1 auf Taf. VI bringt die im Schurfe a aufgedeckte Schliffplatte mit einem Teil der überdeckenden Kalksteinbänke zur Anschauung (die dünne Sandschicht zwischen beiden ist nur schwer sichtbar). Man gewahrt den bedeutenden Unterschied zwischen der Schlifffläche der unteren Bank und der rauhen höckerigen Dachfläche der darüber liegenden Kalksteinbank. Die Aufnahme ist von NNW. gegen SSO. gemacht.

Fig. 2 auf Taf. VI gibt den Gletscherschliff in Schurf b wieder. Die Aufnahme ist von SSO. nach NNW. gemacht worden. Über der Schliffplatte lagert der Geschiebelehm. Die beiden parallelen, von vorn nach hinten verlaufenden gezackten Striche sind Spalten in der Platte; ein von dieser beim Schürfen abgespaltenes Stück liegt rechts.

Die Glazialschrammen sind zum größten Teile sehr feine. Es sind dies strichförmige, zarte Ritzungen, wie von einem feinen Sandkorn hervorgerufen. Die feinsten, auf den Platten nur mit der Lupe genau verfolgbaren Striche sind weniger als  $\frac{1}{10}$  mm breit und tief. Von ihnen aus existieren, was die Größenverhältnisse betrifft, alle möglichen Übergänge bis zu meist 1 mm breiten und Bruchteile von 1 mm tiefen Ritzen. Vereinzelt nur treten größere, schon von weitem auffallende Schrammen auf. Ich beobachtete sie, z. T. an den während des Kanalbaues ausgeworfenen Platten, bis zu über 1 cm Breite und 2 mm Tiefe. Der Boden dieser größeren Schrammen ist sehr uneben, der Kalkstein erscheint hier wie ausgesplittert. Es ist dies deutlich auf der auf Taf. VII reproduzierten Photographie zweier geschliffener Platten<sup>2</sup> ersichtlich. Die Länge der Schrammen ist äußerst verschieden: viele besitzen nur Zentimeterlänge, andere verbreiten sich über die ganze in den Schürfen aufgedeckte Schliffplatte. Manche der längeren Ritzen verlaufen nicht, wie gewöhnlich, geradlinig, sondern bogenförmig, oder

<sup>1</sup> F. SCHMIDT erwähnt, daß am rechten Ufer des Kundabaches — wo, ist nicht angegeben, wahrscheinlich dürfte es sich um die Gegend bei Kunda handeln — die Gesteinsoberfläche herrlich poliert ist (Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1884. p. 257).

<sup>2</sup> Die schwarzen und hellen Flecke der Photographie sind dunklere und hellere Partien der eben geschliffenen Vaginatenskalkplatten.

stellen eine mehrfach geknickte Linie dar, wie dies Fig. 4, die im verkleinerten Maßstabe genau nach einem Objekt gezeichnet, veranschaulicht.

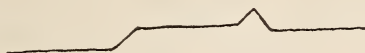


Fig. 4.

Die feinen bis sehr feinen Schrammen herrschen auf den geschliffenen Platten durchaus vor. Es ist dies darauf zurückzuführen, daß der Geschiebelehm, der als schleifendes Agens wirkte, sehr arm an größeren Geschieben ist, so daß hauptsächlich nur sein sandig-grandiges Skelett die Ritzung bewirken konnte.

Auch die Richtung der Schrammen wechselt stark. Bei 12 ausgeführten Bestimmungen ergaben sich Übergänge von N.  $56^{\circ}$  W. über N.—S. nach N.  $34^{\circ}$  O., so daß Differenzen von  $90^{\circ}$  sich feststellen ließen. Es ist dies auch auf Taf. VII ersichtlich, wo auf einer der Platten gleichfalls unter  $90^{\circ}$  sich schneidende Schrammen zu konstatieren sind. Ähnliche Beobachtungen sind schon an anderen Orten des Ostbaltikums gemacht worden. So ist auf der kleinen Insel Kassar südlich der Insel Dagö eine Differenz von  $73^{\circ}$ , beim Pastorate und Krug Pühalep auf Dagö eine solche von  $80^{\circ}$  und bei Pskow (Pleskau) am Südende des Peipussees selbst eine solche von  $150^{\circ}$  festgestellt worden <sup>1</sup>.

Behufs Erklärung dieser Kreuzschrammen könnte man versucht sein, auf die verschiedenen Bewegungsrichtungen des Inlandeises zurückzugreifen, wie sie sich auf Grund neuerlicher Geschiebestudien in Rußland haben feststellen lassen. So schneiden sich z. B. die Streuungskegel der Alandsrapakiwi und der Tammala-

<sup>1</sup> Vergl. C. GREWINGK: Erläuterungen zur zweiten Ausgabe der Geognostischen Karte Liv-, Est- und Kurlands (Arch. Naturk. Liv-, Ehst- u. Kurlands. 1. Ser. 8. 1879. p. 390 ff., 393, 395, 396 [p. 48 ff., 51, 53, 54 des Separatabdruckes]). GREWINGK schreibt die vorherrschenden und im allgemeinen stärkeren, NW.—SO. bis N.—S. streichenden Schrammen dem Inlandeise, die schwächeren, zwischen WNW.—OSO. und ONO.—WSW. schwankenden Schrammen Schwimmeis zu (l. c. p. 53 u. 55 des Separatabdruckes). Für die Annahme einer ähnlichen Erklärung betreffs der Kundaer Schrammen fehlen alle Voraussetzungen. Schwimmeskritzen auf dem Boden des Cañons würden beim Vorrücken des Gletschers (Ablagerung des Geschiebelehms) vollständig zerstört worden sein.

Uralitporphyrite in Nordwestestland unter ca.  $60^{\circ 1}$ . Die Strahlrichtungen der Geschiebestreuungskegel veranschaulichen gewissermaßen die zu verschiedenen Vereisungsphasen abweichende Richtung des Eisstromes. Dieser wurde bald mehr nach der einen, bald mehr nach der anderen Seite des vom Geschiebefächer bestrichenen Gebietes gedrängt. Verschiebungen der Eisscheide während wechselnder Vereisungsphasen, die Stauung des fenno-skandischen Binneneises mit dem timan-uralischen während der maximalen Vereisung und die dadurch bewirkte Abdrängung des fenno-skandischen Eisstromes gegen S. bis SO., die dann wiederum mehr gegen Ost ausbiegende Bewegungsrichtung des letzteren zu einer Zeit, als der Widerstand seitens der östlichen Timan-Ural- und Nowaja Semlja-Gletscher geringer geworden<sup>2</sup> — all dies verursachte wohl zu einem großen Teile die in den Geschiebestreuungskegeln ausgeprägten Richtungsänderungen der Eisbewegung.

Allein es muß so gut als ausgeschlossen gelten, daß unter den Kundaer Schrammen sich z. T. solche, die jenen älteren Vereisungsphasen angehören, erhalten haben. Die in der größten Mehrzahl sehr feinen Kritzen können nur während des Rückzugsstadiums des Binneneises, als der Eisrand nicht mehr weit entfernt gelegen, entstanden sein. Die größeren Schrammen, die aber, wie oben erwähnt, immerhin nur bis etwas über 1 cm Breite und einige Millimeter Tiefe erreichen, weisen noch einen wie frisch ausgesplitterten Boden auf, woraus zu schließen, daß über sie die Grundmoräne während langer Zeiten nicht hinweggeschoben worden sein kann.

Wenn hiernach alles dafür spricht, daß die Kundaer Schrammen Bildungen in der Nähe des rückschreitenden Gletscherrandes darstellen, so dürften

<sup>1</sup> Vergl. die Karte No. 1 von H. HAUSEN'S Abhandlung: Studier öfver de sydfinska ledblockens spridning i Ryssland etc. (Bull. de la Commiss. géol. d. Finlande. No. 32. 1912), desgleichen J. SEDERHOLM'S Karte: Extension du glacier continental dans l'Europe septentrionale et transport de blocs erratiques fenno-skandiens (Atlas de Finlande, Taf. V, Helsingfors 1911); die Karte ist auch beigefügt des Verf.'s Abhandlung: Sur la géologie quarternaire et la géomorphologie de la Fenno-skandia (Bull. de la Commiss. géol. d. Finlande. No. 30. 1911).

<sup>2</sup> Vergl. hierzu W. RAMSAY: Über die Verbreitung von Nephelinsyenitgeschieben und die Ausbreitung des nordeuropäischen Inlandeises im nördlichen Rußland (Fennia 33. No. 1. 1912. p. 11 ff.).



ihre weitwinkligen Kreuzungen am wahrscheinlichsten darauf zurückzuführen sein, daß die Eisbewegung nahe am Gletscher-  
 rande annähernd senkrecht zum Rande des Gletschers erfolgt und daß für eine bestimmte Lokalität diese Richtungen während der aufeinanderfolgenden Rückzugsphasen sich nicht decken können<sup>1</sup>. Wenn es hierbei zu Oszillationen gekommen — und diese konnten nicht ausbleiben —, so wird sich ein und dieselbe Schrammenrichtung (oder angenäherte) bald jünger, bald älter als eine andere erweisen. Hierauf möchte ich es zurückführen, daß ich bei dem Versuche, eine bestimmte Altersfolge bei den Kundaer Schrammen festzustellen, zu keinen einheitlichen Resultaten gelangt bin, wobei allerdings bemerkt sei, daß ich aus Zeitmangel diese Bestimmungen nicht auf eine sehr große Zahl von Schrammen und Ritzen ausdehnen konnte, andernfalls hätten etwa unterlaufene Fehler sich leicht eliminieren lassen.

Die gekrümmten und geknickten Schrammen weisen auf eine Verlagerung der ritzenden Blöcke innerhalb des plastischen Eises während dessen Bewegung hin, eine Verlagerung, die hervorgerufen werden kann, wenn der Angriffspunkt des Blockes auf der Felsunterlage weit seitlich unter dem Schwerpunkt des Blockes gelegen. Eine auffallende gekrümmte Schramme, die selbst auf dem Photogramm Fig. 2 der Taf. VI unter der Lupe zwischen den beiden Rissen, wenn auch nur stellenweise und undeutlich, zu verfolgen ist, lenkt ihre Richtung aus N. 22° W. nach S. 76° O. um, umfaßt also eine Drehung um 54°.

Riga, Technische Hochschule, Januar 1913.

---

<sup>1</sup> Vergl. T. C. CHAMBERLIN: The rock-scorings of the great ice invasions. (VII ann. rep. of the Unit. St. Geol. Surv. 1888. p. 202.)



1.



2.

Lichtdruck der Hofkunstanstalt von Martin Rommel & Co., Stuttgart.

B. Doss: Gletscherschliff bei Kunda, Estland.





Verkleinerung 1:3,9.

Lichtdruck der Hofkunstanstalt von Martin Rommel & Co., Stuttgart

B. Doss: Gletscherschliff bei Kunda, Estland.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie](#)

Jahr/Year: 1913

Band/Volume: [1913](#)

Autor(en)/Author(s): Doss Bruno

Artikel/Article: [Über einen Gletscherschliff bei Kunda in Estland. 43-55](#)