

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VII^e SÉRIE.
TOME XI, N^o 12.

DAS
VORKOMMEN UND DIE ENTSTEHUNG
DER
RIESENKESSEL IN FINNLAND.

VON
G. v. Helmersen,
Mitglieder der Akademie.

—
(Mit 3 Tafeln.)
—

Lu le 17 octobre 1867.

—
ST.-PÉTERSBOURG, 1867.

Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à St.-Petersbourg,
MM. Eggers et C^{ie}, H. Schmitzdorff
et Jacques Issakof;

à Riga,
M. N. Kymmel;

à Leipzig,
M. Léopold Voss.

—
Prix : 40 Cop. = 13 Ngr.

Imprimé par ordre de l'Académie Impériale des sciences.

Novembre 1867.

C. Vessélofski, Secrétaire perpétuel.

Imprimerie de l'Académie Impériale des sciences.

(Wass.-Ostr., 9 Ligne, N. 12.)

Unter dem Namen Riesenkessel oder Riesentöpfe (französisch *marmites des géants*, englisch *pot hole*) versteht man senkrechte, nahezu cylindrisch gestaltete Aushöhlungen in festem, anstehendem Gestein, und man ist zu der Ueberzeugung gekommen, dass sie durch heftige Wasserstrudel entstanden sind, welche lange Zeiten hindurch Gesteinsblöcke und Gesteinsgrus an ein und derselben Stelle in kreisender Bewegung erhielten.

Da sie Aushöhlungen im Erdboden und keine freien Gefässe sind, so wäre der Name Riesenbrunnen, den Kutorga¹⁾ bereits gebraucht hat, den bisher üblichen vorzuziehen, welche eine Uebersetzung des schwedischen «Yättegrytor» sind. Sie wurden, so viel mir bekannt, zuerst in Schweden und Finnland von Sluneberg, Gyllenhal und Fr. Nordenskjöld in den Abhandlungen der Stockholmer Akademie der Wissenschaften 1743 bis 1770 und Torbern Bergmann, in dessen physikalischer Beschreibung des Erdballs, erwähnt und beschrieben²⁾. Die Volkssage der Skandinaven schreibt ihre Entstehung der Arbeit des Riesengeschlechts zu, das ehemals den Norden bewohnte; daher der Name und nicht etwa von riesenhaften Dimensionen dieser Brunnen.

Die, eine Zeit lang herrschende Ansicht, dass sie vorzugsweise dem Norden Europa's angehören, mag durch den Umstand erklärt werden, dass sie in Skandinavien zuerst wissenschaftlich beobachtet und beschrieben wurden, und dass sie hier in grösserer Menge vorkommen, als vielleicht in anderen Ländern. Und weil sie in Norwegen und Schweden vorzugsweise im Granit und Gneiss gefunden werden, glaubte man auch eine Zeit lang, sie gehörten ausschliesslich diesen Gesteinen an. Jetzt aber wissen wir, dass sie in verschiedenen Klimaten und in mancherlei anderem Gestein — als Granit und Gneiss vorkommen. Die geologische Literatur hat einen solchen Umfang erhalten, dass der Einzelne sie lange nicht mehr überwältigen kann; ich weiss sehr wohl, dass mir von Allem, was über Riesen-

1) Verhandl. d. Kais. Mineral. Ges. zu St. Petersburg, |
Jahrgang 1850—1851, pag. 266.

2) Physik Beskrifning öfver Jord Klotet. Upsala 1766.
Deutsch von Röhl. Greifswald 1791, 2. Band, pag. 192.

kessel bekannt geworden ist, Manches, vielleicht sehr Vieles entgangen sein wird, aber auch das Wenige, was ich kenne, mag genügen, um das von den Riesenbrunnen Gesagte zu begründen.

Diese kommen vor:

Im Granit: In Finnland und Schweden an vielen Orten; in der Schweiz bei dem Hospiz auf dem St. Gotthardt und im Oberhasli; im Neckarthale bei Heidelberg; in New-Hampshire bei dem Dorfe Canaan (Vereinigte Staaten von Nord-Amerika¹); im Flussbette des Brahmaputra unweit der Tibetischen Grenze.

Im Gneiss: In Schweden; in Sachsen zwischen Freiberg und Nossen, im Muldethale; im Schwarzwalde im Altersbache, einem Seitenthale des Elzthales; in Wildbad Gastein.

Im Glimmerschiefer: Am Wasserfall des Tarn in der Gegend von Alby.

Im Talkschiefer: Am Eingange des Chamouni-Thales in Savoyen, beim Dorfe des Ouches, am rechten Ufer der Arve.

Im Grauwackenschiefer: Im Thüringerwalde; im Schwarzathale, zwischen Schwarzburg und Blankenburg.

Im Kalkstein: In einigen Bächen bei Meiringen, im Jura, bei dem Engpass Lueg bei Golling; am Dachstein in den Alpen.

Im Grauwackenkalkstein: Bei Gratz (B. v. Cotta: die Alpen pag. 88).

Im Dolomit: Am Ural auf der Goldwäscherei Denissowskoi.

Dass Riesenbrunnen auch in Nordamerika vorkommen, weiss man schon seit dem vorigen Jahrhundert durch den Reisenden Kalm, den Bergmann in seiner «Physik Beskrifning öfver Jord-Klotet» citirt, und durch Ch. T. Jackson, der sie 1844 in dem Staate New-Hampshire beschrieb. Sie kommen daselbst $4\frac{1}{2}$ Meile von dem Dorfe Canaan im Granite vor. (S. Bulletin de la Soc. géol. de France Tome 2^{me}, 2^{me} serie 1844—1845, pag. 319.)

Die Nachricht über einen Riesenbrunnen in Tibet fand ich in den «Nouvelles annales

1) Ch. T. Jackson, Bullet. de la Soc. géol. d. France Tome 2^{me}, 2^{me} série, pag. 319, beschreibt in seiner Geologie und Mineralogie des Staates New-Hampshire eine ganze Reihe von Riesenbrunnen bei der Landstelle Orange-Corner, $4\frac{1}{2}$ Meile von dem Dorfe Canaan. Der grösste von ihnen hat oben $4\frac{1}{2}$ Fuss Durchmesser, in der Tiefe 2 Fuss, und eine Tiefe von 11 Fuss. Die Wände sind glattgeschliffen, ganz wie in einigen Riesenkesseln neuerer Entstehung in dem Wasserfalle Bellows-Falls. An beiden Orten holte man ganz rund geschliffene Gesteinsblöcke aus den Kesseln. Die Riesenbrunnen bei Orange-Corner liegen in der Richtung N. 10° O. — S. 10° W. Ganz dieselbe Richtung haben die an dieser Stelle auf dem geschliffenen Felsen vorkommenden Schrammen. Jackson zieht daraus den Schluss, dass diese und die Riesentöpfe,

von ein und derselben Strömung (courant) hervorgebracht sind. Dabei aber bemerkt er, und dies ist sehr wichtig, dass diese Kessel auf einer 900 bis 1000 Fuss hohen Wasserscheide zwischen dem Connecticut und dem Merri-mak liegen, auf der keine Spur von Flussbetten zu sehen ist; dennoch ist er geneigt, hier die Wirkung eines Stromes zu sehen, der hier in der Zeit des Transportes der erratischen Blöcke floss, wobei dann noch angenommen wird, dass diese Gegend damals niedriger und so gestaltet war, dass sie das Wasser in ein Bette zwängte. Wir werden weiter unten sehen, dass die Entstehung von Riesenkesseln der beschriebenen Art, der Wirkung der Meereswellen zugeschrieben werden kann, und dass sie nicht mit den erratischen Phänomenen zusammenhängt.

des voyages» 1854, Februarheft. Der Missionär M. Krick beschreibt darin seinen Weg von Saikwah (Ostindien) nach Tibet. Im Bette des Brahmaputra, unweit der Tibetischen Grenze, sah er im Granit eine 7—8 Fuss breite, runde, bis 3 Fuss tiefe Oeffnung. Die inneren Wände derselben waren polirt. Dass diese Aushöhlung ein Riesenbrunnen ist, kann wohl kaum bezweifelt werden.

Die beiden Riesenbrunnen im Dolomite der Goldwäsche Denissowskoi, am nördlichen Ural, beobachtete ich daselbst im Jahre 1865 und beschrieb sie in dem Bulletin der St. Petersburger Akademie. Was die Quellen anbelangt, aus denen die übrigen Angaben über das Vorkommen der Riesenbrunnen geschöpft sind, so verweise ich auf Herrn G. Leonhardt's interessanten Aufsatz im «Neuen Jahrbuch für Min.», Jahrgang 1854, pag. 148: «Riesentöpfe, ihr Vorkommen und ihre geologische Bedeutung». In diesem Aufsätze werden Riesenessel im Neckarthale bei Heidelberg beschrieben und sehr schön abgebildet.

Als ich in den Jahren 1856, 1857, 1858 und 1859 das Olonezer Bergrevier bereiste, richtete ich eine besondere Aufmerksamkeit auf die Beschaffenheit und Verbreitung des Diluviums und der erratischen Blöcke, so wie auf die Richtung, die Dimensionen und die Art des Vorkommens der, auf dem geschliffenen Felsen eingegrabenen Schrammen. Da ich damals mit manchen Anderen annahm, dass die meisten Riesenbrunnen in naher Beziehung zu den diluvialen und erratischen Erscheinungen stehen, so erwartete ich sie im Olonezer Revier ziemlich häufig anzutreffen. Aber in vier Sommern kam mir kein einziger zu Gesicht, obgleich ich, sogar weit über das Revier hinaus, die Gegend nach den mannigfachsten Richtungen, oft bis in die entferntesten, von frühern Reisenden noch nie besuchten, Einöden durchstreifte und obgleich ich in ihnen viele Orte antraf, wo die Bedingungen zu ihrer Entstehung vorhanden waren, wie z. B. die schönen Wasserfälle Kiwatsch, Porporag und Girvas an der Ssuna, und die Granitklippen am Onegasee und Ladogasee. Kaum aber war ich 1859 aus dem Olonezer Gebiete am nördlichen Ufer des Ladogasees in Finnland eingetreten, als ich schon Gelegenheit hatte, in der Gegend von Salmis einen grossen Riesenbrunnen zu sehen. Salmis liegt am Nordufer des Sees an der Mündung des Tulemaflusses; 6 Werst flussaufwärts, nördlich von dem Orte, war unterhalb einer Stromschnelle ein Sparteich angelegt worden, um eine in Salmis befindliche Sägemühle regelmässig mit Wasser zu versehen. Der Tulemafluss stürzt über gewölbte Platten und Stufen eines hier anstehenden grobkörnigen, fleischrothen Granits. Der Hauptstrom des Wassers war früher an der Ostseite der Stromschnelle, und beim Hinabflössen der für die Sägemühle bestimmten Balken strandeten hier viele derselben. Nachdem bei ihrem Wegräumen einige Menschen verunglückt waren, sperrte man das östliche Fahrwasser ab und leitete die Strömung in ein weniger gefährliches, westlich davon befindliches. Da erschien in dem trocken gelegten Kanal dicht am Fusse des niedrigen, aber sehr steil herabfallenden Ostufers ein grosser Riesenbrunnen. Ein Blick auf die beifolgende Zeichnung *Fig. 1*, welche ich am 19. Juli 1859 nach der Natur entwarf, zeigt, dass der Brunnen in einem, von zwei zusammenstossenden Felswänden gebildeten Winkel entstanden ist. Hier ist das gewaltig herabstürzende Wasser

in einem Strudel herumgedreht worden und hat mit Hülfe steinerner Reiber einen Brunnen ausgehöhlt, der 5' 10" tief ist. Am obern Rande beträgt der Durchmesser in der Richtung von *c* nach *d* 3 Fuss und von *e* nach *f* 3 Fuss 1 Zoll. Nach unten wird er allmählich schmaler; die Wände waren nicht glatt, sondern rau und wulstig, die Ränder etwas abgerundet. Als man diesen Kessel entdeckte, war seine untere Hälfte mit runden Steinen angefüllt; zur Zeit als ich ihn sah, lag auf dem Boden kleines Gerölle und etwas Sand. Einen ähnlichen Fall theilte Collegno am 3. März 1845 der Geologischen Gesellschaft Frankreichs mit. (Bullet. de la Soc. géol. de France 1844—1845, pag. 324.) Die Dordogne hat oberhalb la Linde einen so reissenden Lauf, dass man, um die Schifffahrt zwischen Bergerac und Pouillac zu sichern, einen ruhigern Seitenkanal graben musste. Bei niedrigem Wasserstande wird das alte Bette in der Stromschnelle ganz trocken gelegt. Herr Ch. Desmoulins, der in der Nähe seinen Wohnsitz hatte, theilte Collegno einige, von Zeichnungen begleitete, Notizen über die Beschaffenheit dieses Bettes mit, und letzterer erkannte sofort hier die Existenz ganz ähnlicher cylindrischer Aushöhlungen, wie in der Saut-de-Sabot genannten Stromschnelle des Tarn unweit Alby. Hier, wie dort sind es Riesenbrunnen, am Saut-de-Sabot im Glimmerschiefer, bei la Linde im Hippuriten-Kalkstein.

Ich will hier noch erwähnen, dass Collegno in derselben Sitzung noch die Mittheilung machte, dass die Anwohner des Tarnflusses ihm gesagt (namentlich die Beamten bei der an diesem Flusse bestehenden Stahlfabrik), dass die Zahl und die Dimensionen der cylindrischen Aushöhlungen im Glimmerschiefer, in Folge jeder Hochfluth wechseln. Dasselbe wiederholten alle Einwohner von St. Juery, welche Collegno deshalb befragte; der Ort liegt der Fabrik gegenüber, am rechten Ufer der hier durch einen Damm aufgestauten Tarn.

Zu den lehrreichsten Beispielen von Riesenkesseln, die ihre Entstehung und Ausbildung Wasserfällen und Stromschnellen verdanken, gehören die von Scheerer in seinen «Beiträgen zur Kenntniss des Sefströmschen Frictionsphänomens» angeführten, an der Stromschnelle Gryde Foss, bei Laurdal in Ober-Tellemarken, in Norwegen, wo vier Kessel längs dem rechten Ufer, dicht am Wasser, einer hinter dem anderen liegen. Und ein Kessel von 20' Durchmesser, dicht unter dem Wasserfalle des Grove Hill-Foss in Ober-Tellemarken. Er bildet das Becken, in welches das Wasser senkrecht herabstürzt. (Poggendorff's Annalen, 66. Band 1845, pag. 280 und 289.)

Am östlichen Rande des Brunnens an der Tulema ist die Stelle *f* auch durch Reibung schwach vertieft, und am untern Rande der steilen Wand bemerkt man zwei flache, in dieselbe vertiefte Nischen *a* und *b*, deren Entstehung offenbar derselben Ursache zugeschrieben werden muss, mit dem Unterschiede jedoch, dass hier die Arbeit wahrscheinlich ohne die Mitwirkung von kleinem Gerölle und Sand, von grossen Steinen ausgeführt ward. Sie werden sich aber nicht um ihre Axe gedreht haben, weil dann an dieser Stelle auch senkrechte Aushöhlungen entstanden sein müssten. Diese fehlen, und man darf vielleicht annehmen, dass die Steine, durch den Strom in fortwährendes Schwanken versetzt, leise an die Wand anschlügen, wo-

bei diese allmählich ausgehöhlt und der, die Schläge ausführende Theil des Steines, abgenutzt wurde. Die ovale Gestalt dieser Nischen kann dadurch erklärt werden, dass die Steine schon abgerundet waren, ehe sie an diese Stelle gelangten. Ich gestehe gern, dass diese Erklärung mir selbst nicht genügend scheint. Aber noch weniger begründet wäre die Annahme, dass diese Nischen die stehengebliebenen Reste von Riesenbrunnen sind, deren übrige Theile sich, mit dem sie umschliessenden Granit, vom Mutterfels lösten und fortgeführt wurden, ein Fall, den ich am Imatra nachweisen werde.

Die Art, wie der Riesenbrunnen an der Tulema entstand, ist so klar, dass jede weitere Erörterung überflüssig wäre, und die Zeugen, die ihn noch in der Arbeit gesehen und die bei der, nicht durch die Natur, sondern durch den Willen der Menschen, veranlassten Unterbrechung dieser Arbeit zugegen waren, leben wahrscheinlich noch heute. Nichts war natürlicher, als nach solcher Beobachtung mit manchen Andern anzunehmen, dass alle Riesenessel durch heftig strömendes, im Kreise bewegtes Wasser, also an Stromschnellen und Wasserfällen, entstanden seien, mögen diese Wasser gewöhnlichen Flüssen oder schmelzenden Gletschern angehört haben. Aber schon bei dem Besuche eines zweiten Riesenbrunnens musste ich von dieser Annahme abstehen, weil der gefundene Thatbestand nicht mit ihr übereinstimmte.

Zwischen Sordawalla und Kronoborg liegt, am nordwestlichen Ufer des Ladogasees, die Poststation und die Kirche Jaakimvaara. Etwa 2 Werst nördlich von hier gelangt man an einen aus Granitgneiss bestehenden Berg, Kirnu-kolljo (d. h. in finnischer Sprache der Kessel- oder Topfberg), dessen steiler, 200 Fuss hoher Abhang nach Ost gerichtet und von einer grossen Wiese begrenzt ist. Am obern Rande dieser senkrechten Felswand (Siehe *Fig. 2*), nicht auf dem eigentlichen Gipfel des Berges, wie Kutorga in der Beschreibung dieser Oertlichkeit sagt ¹⁾, sondern etwas unterhalb desselben, befindet sich auf einer kleinen, nach Süd und Südost geneigten Terrasse, ein Riesenbrunnen, der an seinem abgerundeten Rande einen Durchmesser von 2' 11", bei *a* eine Tiefe von 4' 9" und bei *b* von 4' 8" hat. Unter dem Rande bemerkt man an der Wand des Brunns eine Wulst; etwas tiefer eine zweite; beide sind, wie die Wand selbst, glatt. Dass diese Wülste in Schraubengewind verlaufen, wie Kutorga angiebt, habe ich nicht bemerkt. Von diesem Brunnen steigt der Berg nach W. terrassenförmig bis zum Gipfel an. Die senkrechten Felswände *d* und *e* haben eine Richtung von hora 1 bis 3½ NO. nach SW.

Man hat nur nöthig, das Obenstehende zu lesen und die Abbildung anzusehen, um zu begreifen, dass auf dieser Höhe kein Fluss geflossen ist und sich also keine Stromschnelle oder Wasserfall befunden haben kann; auch ist da keine Spur von einem ehemaligen Flussbette. Mein geehrter Vorgänger hat das so gut — wie ich gewusst; er erklärt aber die Entstehung dieses Kessels durch Diluvialfluthen, die einst über den Berg hingingen und an dieser Stelle beständige starke Wirbel erzeugten. Man sieht nicht ein, warum

1) Verhandl. d. Kais. Russ. Mineral. Gesellschaft zu St. Petersburg, Jahrgang 1850 und 1851, pag. 234.

eine Diluvialfluth, wenn sie überhaupt einst existirte und beständig strömte, gerade hier, nahe bei dem Gipfel eines Berges, und ohne dass die Bedingungen zur Bildung eines Strudels da waren, einen solchen erzeugt haben soll. Und dennoch sind wir gezwungen, die Entstehung auch dieses Brunnens in der Wirkung kräftiger, lange Zeit hindurch thätiger Wasserwirbel zu suchen. Dasselbe gilt auch von vielen andern Riesenbrunnen Finnlands.

Wenn man in die Bucht von Helsingfors einfährt, kommt man an der dem Fort Gustavswärd gegenüber liegenden Insel Scansland vorüber. Am westlichen Ufer dieser hohen Granitschäre, an der schmälsten Stelle der Durchfahrt, befinden sich mehrere Riesenbrunnen, die, meines Wissens, vor mir von keinem Geologen untersucht und beschrieben worden sind. Es wäre mir aber sehr willkommen, wenn ich aus älterer Zeit Nachricht über ihre Höhe über dem Meeresspiegel erhalten könnte. Sie sind in *Fig. 3* so dargestellt, wie ich sie am 20. August 1859 vom Boote aus zeichnete.

d ist ein grosser Riesenbrunnen, *i* ein kleinerer, beide wegen der Steilheit des Abhanges unzugänglich.

a eine Nische, die vom Boote aus erreicht werden kann; 2' 3" im Durchmesser, 3' 5" hoch. Ihr Boden liegt 1' 10" engl. über dem Wasserspiegel und 1' 5½" tiefer, als der untere Rand. Die Form ist cylindrisch, die Wände senkrecht;

e eine Vertiefung mit frischem Bruche an ihren nicht geschliffenen Wänden;

b ein cylindrischer Riesenbrunnen von 4' 3" Durchmesser; der obere nischenartige Theil ist, vom Wasserspiegel bis an den obern Rand, 4' 3" hoch; der untere, vom Wasser bedeckte ist ein cylindrischer, von allen Seiten geschlossener, 3' 8" tiefer Kessel, auf dessen Boden abgerundete Steine liegen. Die Gesammttiefe des Brunnens vom obern Rande bis zum Boden beträgt demnach 7' 11".

Als ich diese Stelle zum ersten Male besuchte, wehte ein leiser Wind; die See war ruhig, ich konnte mich der Klippe ohne Gefahr nähern. Später fuhr ich an ihr bei ziemlich hoch gehender See vorüber und bemerkte, wie jede an die Klippe brandende Welle, in dem Halbbogen der Nische *b* einen Wasserwirbel erzeugte, der heftig genug zu sein schien, um die auf dem Boden des Kessels liegenden Steine, die ja im Meereswasser ein Drittheil ihres Gewichts verlieren, in Bewegung zu bringen. Daher glaube ich annehmen zu können, dass die Vertiefung des Kessels durch die Wirkung der Wellen auch jetzt noch vor sich geht und erst dann aufhören wird, wenn die Reiber auf dem Boden gänzlich verbraucht sein werden. In die in Flussbetten befindlichen Brunnen wird der Strom von Zeit zu Zeit immer wieder neue Reiber bringen; an der Klippe, von der wir reden, wird das aber nicht geschehen.

Ob die erste Entstehung dieses, und aller ihm ähnlichen, Brunnens ebenfalls dem Wellenschlage zuzuschreiben sei, ist eine andere Frage, welche die schwedischen Gelehrten des vorigen Jahrhunderts auch schon berührt haben. Der Oberst Carl Friedr. Nordens-

1) Die Reiber haben bekanntlich oft eine fast vollkommene Kugelgestalt. Im Museum des Bergamtes zu Helsingfors kann man solche, aus Riesenkesseln genommene Steinkugeln in den schönsten Exemplaren sehen.

kjöld, von dem noch weiter unten die Rede sein wird, äussert sich über diesen Gegenstand folgendermassen (Der Königl. Schwedischen Akademie der Wissensch. Abhandlungen auf das Jahr 1769; aus d. Schwed. übersetzt von Kästner, 31. Band pag. 125): «Die grossen Höhlungen in den Bergen, die man Riesentöpfe (Jättgrytor) nennt, sind offenbar vom Wasser in langer Zeit, mittelst Steinen und Sand ausgearbeitet worden, wo die Gelegenheit vordem gewesen ist, oder noch ist, dass sich die Wellen daran gestossen haben, oder noch stossen, und Wirbel machen, wenn gewisse Winde, die dazu dienlich sind, wehen».

Hier wird kein besonderes Beispiel als Beleg der Behauptung angeführt. Torbern Bergmann weist aber auf ein solches, und zwar ein sehr instructives hin, weil es die allererste Entstehung einer Aushöhlung erklärt. (Siehe Röhl's deutsche Uebersetzung von Bergmann's physikal. Beschreibung der Erdkugel, 2. Band, pag. 194.) Nachdem er gesagt, dass die Riesentöpfe mehrentheils im Granit angetroffen werden, und die sonderbare Vermuthung ausgesprochen, dass sie ihren Ursprung von der Zeit haben, da die Materie weicher gewesen, als jetzt, fährt er fort: «Aber in Kalkbergen kann wohl zu unsern Zeiten ein entweder beständig fallendes Wasser, oder Herbst- und Frühlingsfluthen dergleichen Gruben theils allein, theils mit Hülfe herumführender Steine, welche man oft in der Höhle liegen findet, zuwebringen. Der sogenannte Fongestein in dem Berge Saltmarsudde auf der Insel Landsort, in den Scheeren von Södermannland, hat einen solchen Ursprung. Er ist in einer einwärts schmäleren Höhle eingeschlossen, die ihre Oeffnung gegen Süden hat. Dieser Stein war anfangs nur durch Spalten von den Wänden getrennt. Nachher hat ihn der Süd- und Westwind mit dann darauf stossenden Wellen umgedreht, wodurch er sich einen grösseren Raum gerieben, und jetzt ist er selbst rund und die Wände ganz glatt. Wenn die Winde hier hineindringen, drehet er sich mit Geschwindigkeit um seinen Mittelpunkt, sonst aber liegt er stille». Bergmann entnimmt dieses Beispiel den Acten der Universität Upsala für 1735.

Professor Scheerer hat in dem oben genannten Aufsätze pag. 289 zwei an der Norwegischen Küste bei Brevig an einer steilen Felswand befindliche Riesentöpfe beschrieben und abgebildet, die durch ihre Lage den Scansländischen vollkommen gleichen. Sodann erwähnt er einer Gruppe von drei Riesentöpfen, die ebenfalls an einer steilen Felswand 50' über dem Meere liegen. Diese Wand zeigte zugleich starke Frictionsstreifen und sonderbare Aushöhlungen, von denen man annehmen muss, dass sie durch die Wirkung lange anhaltender, heftig strömender Wasser entstanden sind, die hier auf Hindernisse trafen. Professor Scheerer ist der Ueberzeugung, dass die Sefström'sche Geschiebefluth sehr wirklichen Antheil an der Bildung der Riesentöpfe genommen haben muss, hält es aber nicht für nothwendig anzunehmen, weder dass diese Fluth sämtliche Riesentöpfe hervorgebracht, noch dass sie die wirklich hervorgebrachten bis zu dem Grade ihrer Ausbildung vollendet habe, in welchem dieselben jetzt angetroffen werden. Seiner Ansicht nach wäre vielleicht jene Fluth nur die Urheberin der Anfänge vieler Riesentöpfe gewesen, und dürfte der Grund zur Fortbildung derselben in den atmosphärischen Niederschlägen zu suchen

sein, welche zur Zeit der Periode, in welcher die sogenannte petridelaunische Fluth stattfand, gewiss viel bedeutender waren, als sie jetzt sein können.

Wenn man auf Scansland in der kleinen, nahe von der oben beschriebenen Klippe befindlichen, Bucht landet und von hier auf den obern Rand der Klippe steigt, wird man noch zwei grosse Riesenkessel bemerken, welche *Fig. 4* abgebildet sind. Sie liegen dicht neben einander; die Ränder sind nicht scharf begrenzt, sondern stumpf abgerieben und — was am auffallendsten ist — sie bilden an einer Hälfte der Brunnen dicke glatt geschliffene Wülste.

Der Kessel *a* hat am Rande einen Durchmesser von 4' 5" in der Richtung *cb*, und 4' 1" in der Richtung *de*. Er war bis oben mit Blöcken angefüllt, und es war daher unmöglich, seine Tiefe zu messen.

Der Kessel *f* ist am Rande 2' 7" breit, nicht tief und, wie *a*, mit Wasser angefüllt.

Dicht neben diesen Kesseln, etwa 2 Schritte SO. von ihnen, befindet sich eine gewaltige, 14 Fuss lange und 7 Fuss breite, flache Riesenschüssel, deren Boden und Ränder glatt geschliffen sind.

Zum Schlusse unserer Wanderung führte mich mein, mit dieser Insel wohl bekannter, Bootsmann, an das Nordufer derselben und zeigte mir noch zwei kleinere Riesenkessel, in bedeutender Entfernung vom Ufer und in einer Höhe von mindestens hundert Fuss über dem Meeresspiegel. Durch die Art ihres Vorkommens erinnern sie an den oben beschriebenen Brunnen auf dem Gipfel des Kirnukalljo und unterscheiden sich von den an dem Westufer von Scansland vorkommenden (*Fig. 3*) dadurch, dass letztere an einem steilen Abhange entstanden sind.

Da sich auf Scansland eben so wenig — als auf dem Kirnukalljo, alte Flussbetten finden, in deren Stromschnellen die Riesenbrunnen hätten entstehen können, so dürfen wir auch hier die Bohrarbeit nicht Flüssen, sondern müssen sie der Bewegung anderer Fluthen zuschreiben.

Beiläufig sei noch erwähnt, dass man auf Scansland, namentlich in der Nähe des Meeresufers, die schönsten Schliefflächen und Schrammen beobachten kann. Steigt man aber höher auf die Insel hinauf, so verschwinden sie, wahrscheinlich weil der höhere Theil der Insel der zerstörenden Wirkung der Atmosphärlilien längere Zeit ausgesetzt gewesen ist, als der untere, erst vor einigen Jahrhunderten dem Meere entstiegene.

Die Normalrichtung der Schrammen, wo sie keine Ablenkung durch besondere Ursachen erfahren hat, ist auf Scansland, wie überall in der Gegend von Helsingfors, hora 10 $\frac{1}{2}$ bis 11 NW. nach SO. Ich erwähne dieses Umstandes, weil schon Sefström, und später Böthlingk, die Meinung ausgesprochen haben, dass die Riesenbrunnen Finnlands und Schwedens sich in manchen Fällen auf der Leeseite der geschliffenen und geschrammten Felsen gebildet haben, wo die schrammenden Körper durch Strudel in wirbelnde Bewegung geriethen. Auf die Riesenbrunnen von Scansland passt aber diese Erklärungsweise ihrer Entstehung nicht, denn die oben beschriebene Gruppe liegt am steilen Westufer der Insel, andere Brunnen am nördlichen Ufer, und etliche auf der Höhe. Bei der oben angegebenen

Richtung der Schrammen befindet sich sonach die Leeseite auf dem Südufer. Am stärksten aber widerspricht jener Annahme der Umstand, dass sich auf Scansland Riesenbrunnen am nördlichen Ufer, mithin auf der Stossseite befinden. Ich werde auf diesen Gegenstand am Schlusse zurückkommen, wenn ich zuvörderst noch über eine vierte Lokalität werde berichtet haben, auf deren merkwürdige Riesenkessel Herr v. Nordenskjöld mich aufmerksam machte. Ich besuchte sie in seiner Gesellschaft im August 1856. Es ist das die Schärengruppe Löparö, die etwa 30 Werst östlich von Helsingfors auf dem Seewege von hier nach Borgo liegt.

Der Grossvater unseres bekannten, erst unlängst verstorbenen Mineralogen Nils von Nordenskjöld war Ingenieur-Oberst im schwedischen Dienste und bei dem Bau der Festung Sveaborg (bei Helsingfors) beschäftigt. Auf den Excursionen, die er in der Umgegend zur Aufsuchung guten Baumaterials machte, entdeckte er die Riesenkessel auf Strömmingsö und beschrieb sie in einer Abhandlung, die er am 31. October 1765 der Stockholmer Akademie der Wissenschaften vorlegte. Ein geologisches Raisonement, das er an die Beschreibung knüpfte, schien zwei Mitgliedern der Akademie wider die heilige Schrift zu verstossen, und der Druck der Abhandlung ward in Folge dessen abgelehnt, erfolgte aber dennoch im Jahre 1769¹⁾. So lautete die Mittheilung des Grosssohnes. Ich habe diese Abhandlung und Abbildung vergebens gesucht.

In Carl Friedr. Nordenskjöld's Aufsätze: «Fernere Erläuterungen über die Verminderung des Wassers»²⁾, der gegen Runeberg's «Bemerkungen wegen einiger Veränderungen der Erdoberfläche überhaupt und besonders in kaltem Landstriche» gerichtet ist³⁾, wird der Riesentöpfe nur kurz erwähnt, und wir entnahmen diesem Aufsätze den oben, bei der Beschreibung der Riesenbrunnen auf Scansland, angeführten Passus. In Torbern Bergmann's physikal. Erdbeschreibung (Kästner's Uebersetzung, 2. Band pag. 194) wird angeführt, der Oberst Nordenskjöld habe sechs, auf einer Klippe in Kökare Fjärden in Finnland befindliche, Riesentöpfe beschrieben. Der niedrigste, der damals noch unter Wasser stand, soll, wie Bergmann sich ausdrückt, vor einigen 30 Jahren angefangen sein, und war 1766 etwa 1 Fuss tief. In einer Anmerkung sagt Bergmann weiter:

«Herr Oberst und Ritter Nordenskjöld hat diese Steinaushöhlung von Anfange an gesehen und der Königlichen wiss. Akademie darüber eine Nachricht mit beigefügter Charte eingereicht. Eine umständliche Beschreibung hievon mit Bestimmung des rechten Namens der Steinart selbst würde in dieser Materie viele Aufklärung geben».

Von ganz besonderem Interesse war mir die Mittheilung des Grosssohnes, Nils von Nordenskjöld, dass sein Grossvater damals auch die Höhe eines jener auf Strömmingsö vorkommenden Riesenbrunnen- über dem normalen Niveau des benachbarten Meeresspiegels bestimmt habe, um ihn dadurch zu einer Marke zu machen, an welcher man in späterer

1) Kongl. Vetenskap's Academiens Handlingar 1769

2) Röhl c. l., 31. Band, pag. 124.

3) Röhl c. l., 27. Band, pag. 83.

Zeit das allmälige Emporsteigen des Landes messen könne. Er war ein eifriger Verfechter der Ansicht, dass in Skandinavien und Finnland die absolute Höhe des Landes allmällich zunehme, liess aber die Frage unentschieden: «welches von beiden wahrscheinlicher ist, ob sich die Erde erhöht, oder ob das Meer niedriger wird und das Wasser nach und nach abnimmt, oder ob beide dieser Umstände, einer mehr, der andere weniger, etwas dazu beitragen».

Der Urenkel Nordenskjöld's, der Sohn des Herrn Nils v. Nordenskjöld, gegenwärtig Mitglied der Akademie der Wissenschaften in Stockholm, wiederholte die von seinem Ahnen an jenen Riesenbrunnen angestellte Messung, nach Verlauf von etwa 85 oder 90 Jahren und fand, wie sein Vater mir mündlich mittheilte, dass diese natürliche Ufermarke um 17 Zoll höher liege, als zur Zeit der ersten Messung.

Fig. 5 stellt die Riesenbrunnen auf der Klippe vom Strömmingsö dar, wie ich sie am 21. August 1859 nach der Natur zeichnete. Die Insel besteht aus Gneiss. Die beiden grössten, dem Wasser zunächst gelegenen Brunnen haben keine cylindrische, sondern eine unregelmässig oblonge Gestalt, und der grössere von ihnen ist ein Doppelbrunnen; es zweigt sich nämlich von ihm ein kleinerer ab. Die höher liegenden haben eine cylindrische Form.

An der fast senkrechten Aussenwand des grossen Brunnens befinden sich in ein und derselben Höhe über dem Meere, und nahe bei einander, drei kleine runde ausgeschliffene Nischen, und etwas tiefer nach links noch mehrere. Ich habe auch hier vergebens nach einer genügenden Erklärung für die Entstehung dieser Vertiefungen gesucht. Jedenfalls verdanken sie dieselbe einem Frictionsprozesse, aber welcher Art war dieser?

Eine durch ihre Riesenbrunnen schon längst bekannte Lokalität ist der Wasserfall des Wuoxen bei Imatra. Diese schöne, schon oft beschriebene Stromschnelle scheint früher viel breiter gewesen zu sein, weil man an ihrem linken Ufer sehr deutlich ein altes Flussbette erkennt, reich an erratischen Blöcken, Riesenbrunnen und geschliffenen Flächen auf dem hier anstehenden Granitgneiss.

In seinen «Geognostischen Beobachtungen im südlichen Finnland»¹⁾ hat Kutorga eine Ansicht des Imatrafalles und seiner nächsten Umgebungen mitgetheilt und beschreibt ihn mit einiger Umständlichkeit. Mir schien es demungeachtet nicht überflüssig, auf einige, die Riesenbrunnen betreffende Einzelheiten noch näher einzugehen und genaue Zeichnungen dieser Brunnen zu entwerfen, die manches Eigenthümliche darbieten.

Fig. 6 stellt einen geschliffenen Fels dar (roche moutonnée, Litera e auf Kutorga's

1) Verhandl. d. Russ. Kais. Mineral. Gesellschaft zu St. Petersburg. Jahrgang 1850—1851, pag. 196.

Ansicht), an dessen Abhänge auf der Leeseite sich zwei Riesenbrunnen befinden. Man könnte nun sagen, dass die Bedingungen zu ihrer Entstehung eben so vollständig da waren, wie an dem Wasserfalle der Tulema und etwa folgendes Raisonement aufstellen: «Als der Wuoxen einst in dem nunmehr verlassenem Bette, mit ähnlicher Wuth, wie in dem jetzigen, tobte, stürzte das Wasser über den Hügel und an seinem westlichen Fusse *d* herum in den Winkel *e*, ward an dem Vorsprunge *a* zurückgeworfen und musste hier einen starken Strudel bilden, der mit Hülfe von Steinen die beiden Brunnen aushöhlte».

Dieses Raisonement erklärt jedoch im vorliegenden Falle nichts; wäre es richtig, so müssten die Riesenbrunnen, ganz ähnlich wie an der Tulema, auf dem Platze *f* und nicht am Abhänge der roche moutonnée entstanden sein. Man ist daher genöthigt, die erste Ursache ihrer Entstehung in anderen Umständen zu suchen, als in einem solchen Wirbel. Und man wird zu der Annahme geführt, dass an den Stellen, wo sich jetzt die beiden Brunnen befinden, anfangs auf der Oberfläche des Abhanges unregelmässig gestaltete, durch Verwitterung und Abbröckeln des Gesteins entstandene Vertiefungen vorhanden waren, in denen Gerölle vom Wasser bewegt wurden und dadurch die Vertiefung allmählich erweiterten und deren Wände abrieben. So entstand eine grössere, der cylindrischen Form sich immer mehr nähernde Aushöhlung, und in dieser konnte das hineinstürzende Wasser endlich eine wirbelnde Bewegung annehmen, vermöge deren die Absenkung des Brunnens in die Tiefe schneller, als vorher vorschreiten musste. Der Brunnen *h* verdient besondere Beachtung; es führt nämlich eine breite, glatt in den Scheitel des Hügels eingeschliffene Rinne *b* in denselben. Ihr Durchmesser bleibt um die Hälfte hinter dem des Kessels *h* zurück, erweitert sich aber mit der Annäherung an denselben. Und vom unteren Rande des Halbcylinders *h* führte eine ähnliche, aber stärker vertiefte Rinne das tobende Wasser aus der Höhle wieder heraus in den Felsenwinkel *f*. An dem Brunnen *e*, zu dem nur ein schmaler Durchgang zwischen zwei vorspringenden Felsmassen führt, ist keine Spur von solchen Rinnen zu sehen. Dass diese letzteren ihre Entstehung ebenfalls dem Wasser und den von ihm fortgerissenen Steinen verdanken, wird wohl Niemand bezweifeln wollen.

Kutorga erwähnte hier noch eines dritten Brunnens, in welchem, auch zur Zeit meines Besuches, noch ein schlanker Birkenbaum wie in einem Blumentopfe wuchs¹⁾; und endlich eines vierten ganz am Fusse des Granithügels befindlichen, der von Detritus verschüttet war. Möglicherweise liegt er im Winkel *f*, wo, in der That ein starker Strudel sich bewegt haben kann.

Wenige Schritte flussabwärts von dieser Stelle liegt auf dem anstehenden Granitgneiss ein grosser erraticer Block desselben Gesteins, *Fig. 7* (Lit. *f*. bei Kutorga). Dicht an einem seiner Ränder befindet sich ein grosser, tiefer cylindrischer Brunnen, dessen unterer Theil zur Hälfte, sammt dem Boden, weggebrochen ist, so dass der Tag von oben durch ihn hindurch scheint. Man kann ihn daher auch von unten hinauf bequem betrachten.

1) Kutorga (c. 1.) giebt den Durchmesser dieser drei Brunnen zu 1 Arsch. und deren Tiefe zu $2\frac{1}{2}$ Arsch. an.

Bekanntlich ist das durch einen vertikalen Riss veranlasste Zerfallen sehr grosser Granitblöcke in zwei, nahezu gleiche, Hälften eine sehr gewöhnliche Erscheinung, von der ich bei einer frühern Gelegenheit Beispiele angeführt habe. Und man könnte hier einen solchen Fall ohne Weiteres annehmen, wenn nicht die folgenden Umstände dagegen sprächen.

Die von dem Riesenbrunnen durchbrochene Wand des Blocks *abc* ist nicht nur ganz geschliffen und benagt, sondern an den Stellen *b* und *c* ist sie durch Schleifung nischenartig vertieft, wie der Granit an der Uferwand des Tulemaflusses. Das weist, wie mir scheint, auf folgenden Hergang hin:

Nachdem der Riesenbrunnen ausgehöhlt war, barst der Fels dicht an demselben und zwar so, dass der untere Theil des Kessels diagonal in zwei Hälften zerlegt wurde. Die Felsmasse, in welcher sich der obere Theil befindet, blieb noch lange nach diesem Ereignisse an ihrer Stelle, während die andere bald nach demselben weggeführt und dadurch die Wand *abc* der Wirkung des wirbelnden, mit Steinen beladenen Wassers preisgegeben wurde. Nachdem es an derselben seine schleifende und aushöhlende Arbeit energisch und lange ausgeführt, trennte sich die Masse vom Mutterfels und ward eine Strecke weit flussabwärts getragen. Bei aufmerksamem Suchen könnte es möglicherweise gelingen, den die untere Hälfte des Brunnens enthaltenden Block aufzufinden, wenn er sich zufällig erhalten haben sollte.

Zum Schlusse sei noch eines grossen Riesenbrunnens erwähnt, den Herr v. Norden-skjöld und ich in der Nähe von Helsingfors an der westlichen Seite der, nach Tavastehus führenden Eisenbahn entdeckten.

Eine niedrige, mit 80° nach Ost abfallende gewölbte, glatt geschliffene Granitwand streicht von N. nach S. und ist mit horizontal laufenden, über einander liegenden Schrammen bedeckt, *Fig. 8*. An dem Rande *d* lenkt sie plötzlich nach SW. ein, ist auch hier noch geschliffen, aber nur noch an den Stellen *e* und *d* geschrammt, und hinter ihr befindet sich der grosse ausgehöhlte Halbcylinder *a*, offenbar der obere Theil eines grossen Riesenbrunnens; der untere ist mit Diluvium angefüllt. Dieser Brunnen könnte nun allerdings als ein Beispiel ihres Vorkommens an der Leeseite der geschrammten Hügel angeführt werden. Seine Entstehung kann aber demungeachtet als von diesem Verhältniss unabhängig gedacht werden.

Blicken wir auf die oben beschriebenen Riesenbrunnen zurück, so ergiebt sich aus den verschiedenen Verhältnissen ihres Vorkommens etwa Folgendes:

- 1) Ihre erste Entstehung in Finnland gehört in den meisten Fällen einer längst verflossenen, vorgeschichtlichen Zeit an, in welcher das Land daselbst noch grösstentheils vom Wasser bedeckt war.

- 2) Sie entstehen aber an geeigneten Stellen wahrscheinlich noch heutzutage.
- 3) Andere in vorgeschichtlicher Zeit entstandene werden unter günstigen Bedingungen in der gegenwärtigen Zeit weiter ausgebildet, z. B. der Riesenbrunnen der Tulema und der an der Westküste von Scansland befindliche.
- 4) Sowohl in der Jetztzeit als in der sogenannten Diluvialperiode sind sie nicht nur an Wasserfällen und Stromschnellen (Imatrafall, Tulema), sondern auch an der Meeresküste durch die Wirkung der Wellen entstanden (Scansland, die Insel Landsort in den Schären von Södermannland in Schweden).
- 5) Sie stehen in keinem wesentlichen Zusammenhange mit den Frictionsphänomenen unseres Nordens, treten vielmehr meist ganz unabhängig von ihnen auf.

Das Phänomen der geschrammten Schiffflächen beschränkt sich bekanntlich nicht auf die krystallinischen Gesteine des Skandinavischen und Russischen Nordens, sondern geht auch auf die sedimentären Gesteine Ingermanlands¹⁾ und Estlands²⁾, ja sogar Preussens über, wo man es auf dem Rüdersdorfer Muschelkalk bei Berlin beobachtet hat (G. Rose in Poggendorff's Annalen, 43. Band, pag. 564). Aber man hat auf dem grossen Raume, den die baltischen Silurkalksteine und der Muschelkalk Preussens einnehmen, meines Wissens, nur hin und wieder trichterförmige, das Wasser in die Tiefe durchlassende Einsenkungen, aber nie eigentliche Riesenbrunnen gefunden.

- 6) Das Vorkommen der Riesenbrunnen auf bedeutenden, vom jetzigen Meere entfernten Höhen, auf denen sich keine Spuren von alten Flussbetten vorfinden, und wo man ihre Entstehung in der Wirkung der Meereswellen zu suchen veranlasst ist, zeugt für das Emporsteigen des Landes. Wenn sie dem Wasser nahe liegen, können sie als Ufermarken zur Bestimmung der Schnelligkeit dieses Emporsteigens dienen.

1) Auf silurischem Kalksteine bei Gatschina, 40 Werst SW. von St. Petersburg.

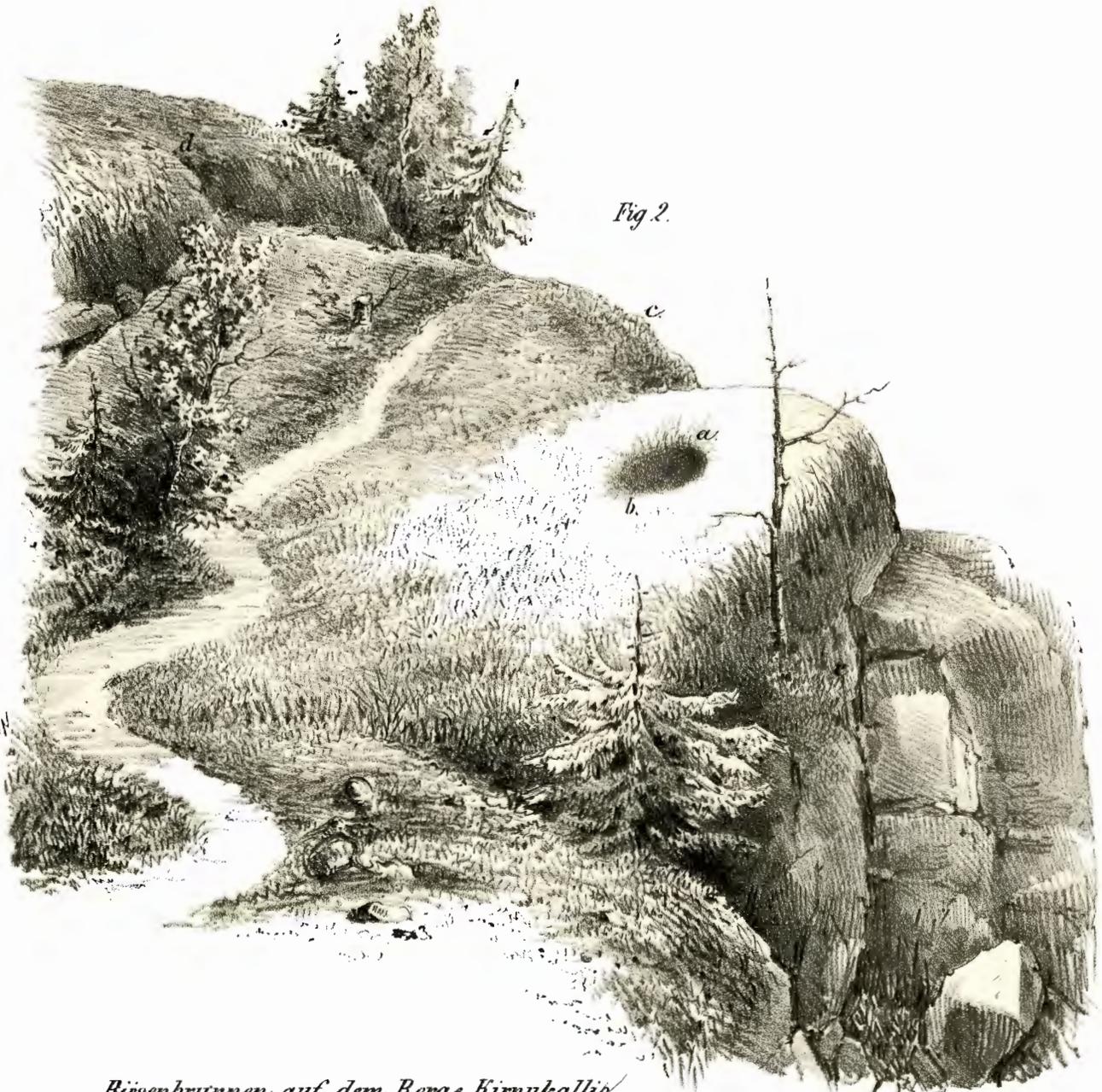
2) In der Nähe des Wasserfalles bei Narva und an andern Orten.

Fig 1.



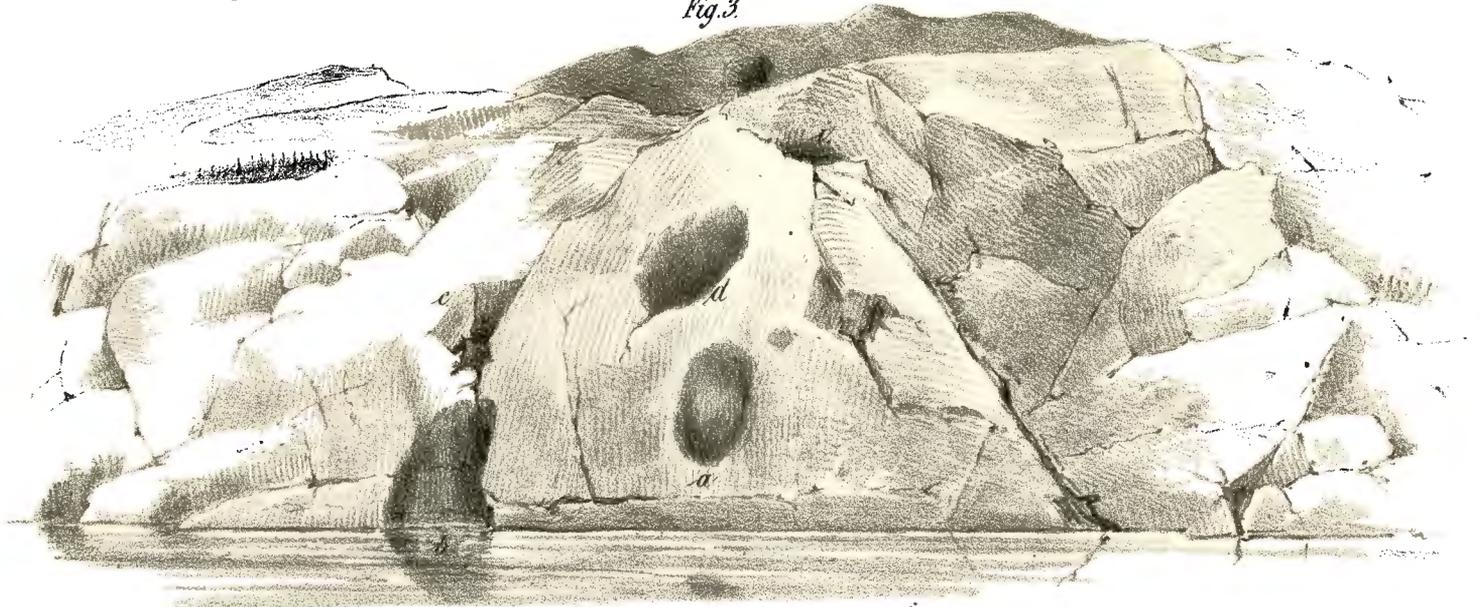
Riesenbrunnen am Tulenmaflusse.

Fig 2.



Riesenbrunnen auf dem Berge Kinnukallio.

Fig. 3.



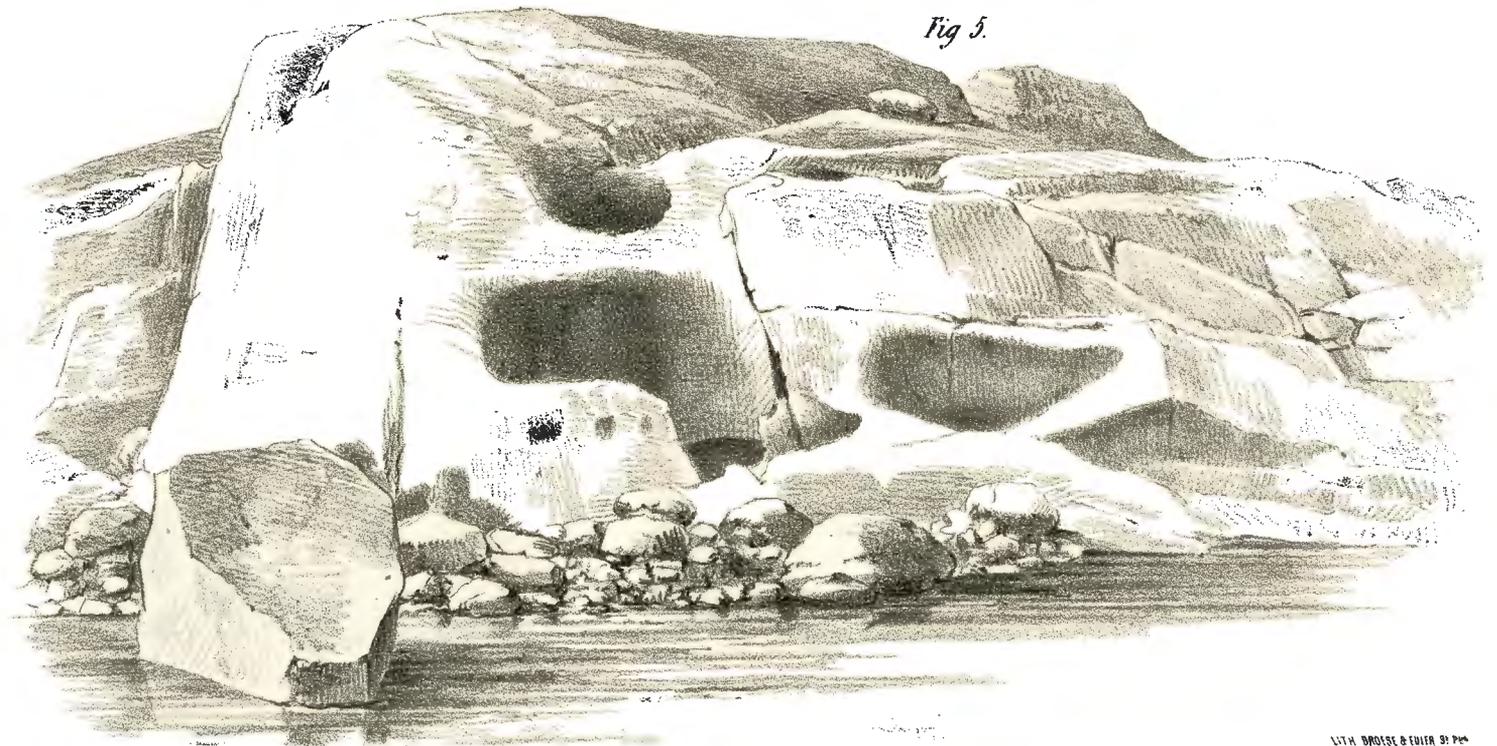
Riesenbrunnen auf Scansland.

Fig. 4.



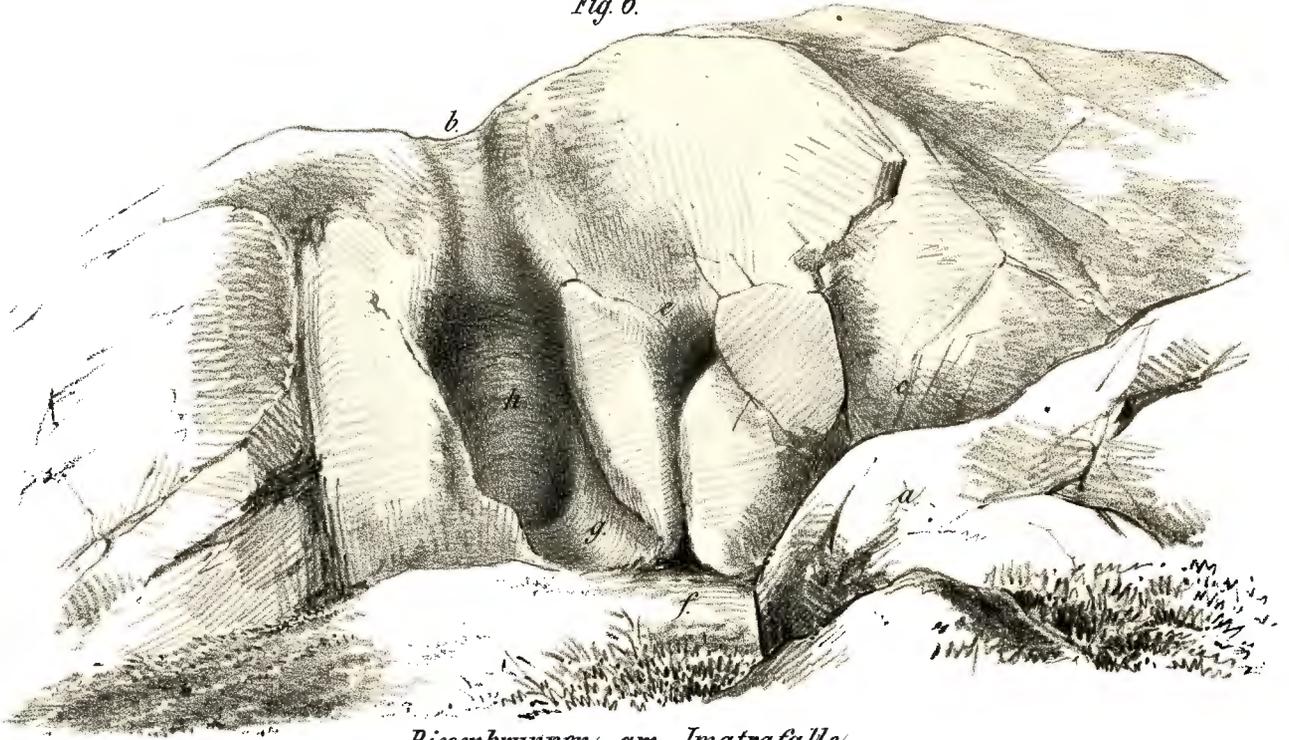
Riesenbrunnen auf Scansland.

Fig. 5.



Riesenbrunnen auf Strömmingsö.

Fig. 6.



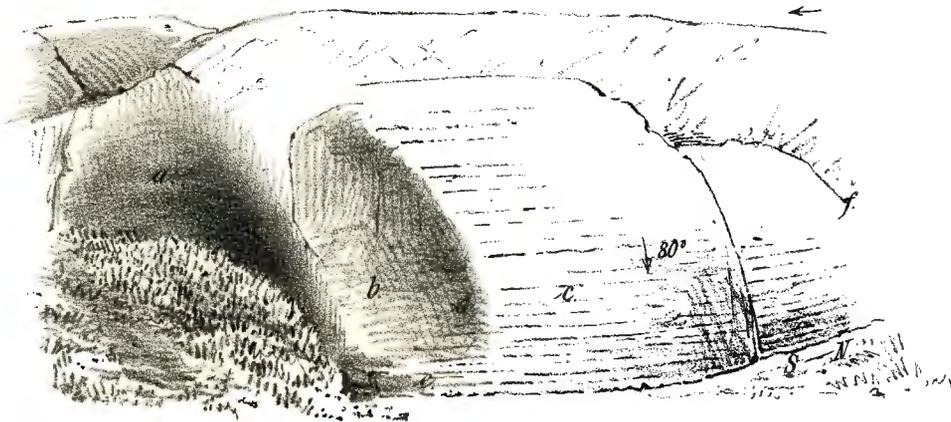
Riesenbrunnen am Imatrafalle.

Fig. 7.



Wanderblock mit einem Riesenbrunnen, am Imatrafalle.

Fig. 8.



*Riesenbrunnen von Diluvium angefüllt, bei Helsingfors.
(Der Felsen polirt und geschrammt.)*