

## 9. Riesenkessel bei Christiania.

Von den Herren W. C. BRÖGGER und H. H. REUSCH  
in Christiania.

Hierzu Tafel XXII. bis XXVIII.

Unter den Hervorbringungen der Natur, welche vorzugsweise im Norden Europas der Beobachtung und dem Nachdenken sich darbieten, nehmen die Riesenkessel eine hervorragende Stellung ein. Es giebt vielleicht nicht viele Länder, die sich mit der scandinavischen Halbinsel hinsichtlich ihres Reichthums an diesen erstaunlich regelmässigen, oft sehr tiefen, in harten Felsen eingebohrten Höhlungen messen können. Wo ein Bach oder ein Fluss durch einen engen, wilden Thalspalt herabrauscht, da ist es eine gewöhnliche Erscheinung, dass sich am Ufer desselben Riesenkessel an Riesenkessel reihen. Allein sie finden sich nicht nur in der Nähe der Flüsse oder der Wasserfälle, sondern oft genug auch in weiter Entfernung. Mancher, der vormals auf dem alten Wege nach Bergen über Lärdalsören reiste, wusste zu erzählen, wie an einem Orte in Lärdal die Strasse durch einen ungeheuren Riesenkessel angelegt war, dessen beide Hälften zu den Seiten des Weges sichtbar waren; „hier — erzählt die Sage — hat der norwegische König und Heilige St. Olaf sein Ross gewendet.“ Die lebhafteste Phantasie des Volkes hat diese ausgebohrten Löcher mit der Vorstellung von Riesen verknüpft, daher der Name Jaettegryder (Riesenkessel).

An vielen Orten, wo ihre Form länglich und ziemlich unregelmässig ist, sieht die Phantasie des Volks in ihnen Fussstapfen jener ungeheuren Wesen. Neben dem alten Wege nach Drontheim über Dovre können alle Reisende in der Nähe der Station Kongsvold einen solchen mit Wasser gefüllten Riesenkessel — „einen linken Schuh“ — sehen. Hier und da, je nachdem die Fussstapfen liegen, wird dann auch gezeigt, wie der Riese bald über einen Felsrücken, bald über

ein Thal hinweggeschritten sei. An der Westküste Norwegens werden sie bisweilen Gygresesser genannt, ein schon von dem bekannten Forscher und Probst NILS HERTZBERG aus Hardanger angeführter Name.

Riesenkessel finden sich in Norwegen vom Meeresniveau bis zu ansehnlicher Höhe über demselben; Prof. TH. SCHEERER erwähnt z. B. von Brevig und anderen Orten grosse am Meeresufer gelegene Kessel, während HERTZBERG von Hardanger eine grosse Anzahl südlich von Odda, bei Låterand 1200' ü. M.\*) beschrieben hat. Da sie kaum irgend wo im Lande selten sind, durfte man hoffen, dass auch die Umgegend Christianias, welche so viele interessante Verhältnisse dem Geologen darbietet, Beispiele aufweisen würde. In der That giebt es hier eine ganze Reihe von Riesenkesseln, nahe ausserhalb der Grenze der Stadt, und in einer zur Untersuchung sehr einladenden Gegend.

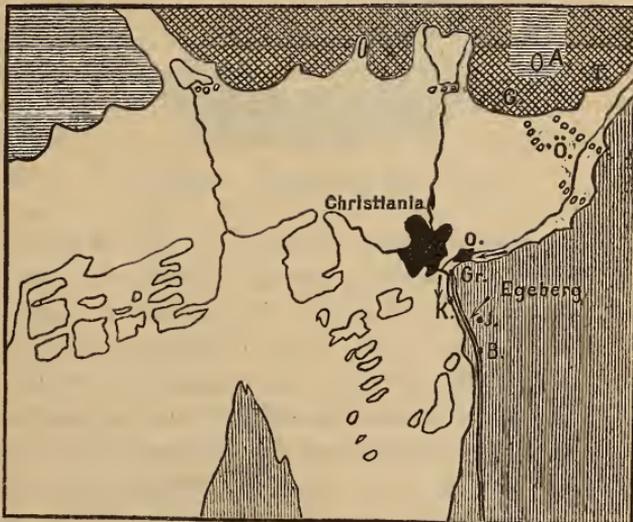
Diese Riesenkessel in unmittelbarer Nähe Christiania's, früher kaum gekannt, wurden auf einer jener Excursionen, welche Professor KJERULF alljährlich mit den Studirenden zu machen pflegt, erst wirklich entdeckt. Ihre günstige Lage gestattete eine genaue und umfassende Untersuchung. Die einzelnen Kessel wurden nach einem bestimmten Plan geleert, und zwar mit der Absicht, sie in Längsschnitten und Querschnitten sammt ihrem Inhalt von Schutt und Steinen zu zeichnen, wie derselbe rubig gelegen hatte, seitdem die Arbeit der Natur selbst aufgehört. Die Hoffnung lag nahe, gerade aus dem Inhalt, wenn dieser in allen Richtungen genau untersucht würde, einen bestimmteren Schluss hinsichtlich der Ursachen ihrer Bildung ziehen zu können, besonders mit Rücksicht auf die vollkommen abgerundeten Steine, welche zuweilen in Beschreibungen der Riesenkessel erwähnt werden, und die namentlich von POST 1866 in ausgeleerten schwedischen Kesseln, sowie K. HAUAN im vorigen Jahr bei der Leerung eines Kessels unfern Eidet in Guldalen (Norwegen) in Menge gefunden hatten. Zu diesem Zweck wurden die Ergebnisse der Ausgrabungen genau niedergeschrieben, die Lage und Gestalt gezeichnet, Maasse genommen, und namentlich der Inhalt untersucht, indem die Aufmerksamkeit auf die Beschaffenheit,

---

\*) Alle Maasse sind in norwegischen Fussen oder Zollen angeführt.

Form und Lage der Steine und des Schuttes gerichtet wurde; gleichzeitig wurde in weitem Umkreise der ganze Rand des Egebergs, an dessen Abhang die Kessel liegen, sowie das Plateau desselben untersucht. Auch die Schuttablagerungen und die alten Morainen in der Umgegend Christiania's wurden im Anschluss an die Beschaffenheit der Gerölle in den Kesseln von Neuem untersucht.

Nach getroffener Verabredung wurde das vorläufige Resultat der Arbeit in der Versammlung der nordischen Naturforscher in Kopenhagen 1873 von Prof. KJERULF vorgetragen, während die Fortsetzung der Untersuchung und die ausführlichere Bearbeitung der Resultate den Verfassern übertragen wurde, welche den Fortschritt der Arbeit genau überwacht und die ganze Zeit hindurch die Aufsicht über die Leerung der Riesenkessel geführt hatten.



■ Porphyr ■ Sjenit □ Silurformation. ▨ Gneifs.

oooo Morainen. ↙ Richtung der Scheuerstreifen.

Fig. 1. Die Umgegend Christiania's.

A. = Alunsó. G. = Grefsenäs. T. = Tonsenäs. O. = Oslo.  
Gr. = Grönlien. K. = Kongshavn. J. = Jomfrubråten.  
B. = Bakkelaget.

Die Lage der von uns untersuchten Riesenkessel. Es ist nicht unsere Absicht, sämtliche Riesenkessel in der Umgegend Christiania's hier zu beschreiben, vielmehr uns zu beschränken auf diejenigen, welche sich bis eine halbe

Meile südlich von der Stadt am Abhange des Egebergs am Meeresufer finden. Egeberg ist der südlichste der niedrigen Felsenrücken, welche Christiania umgeben und die Einfahrt zur Hauptstadt Norwegens so schön machen. Südlich über der Vorstadt Oslo erhebt sich der alte Gneissfelsen 400' hoch, oben ein Plateau bildend, mit schroffem Abfall gegen Nord, während er gegen Westen obwohl rasch, doch mehr gleichmässig bis zum Meerbusen sich herabsenkt. Auf diesem westlichen Abhang ist der Felsen ziemlich entblösst, besonders von der See, längs welcher die Liebro-Chaussee dem Felsenrand gegen Süden stetig folgt.

Wenn man von Christiania gegen Süden längs dieses Felsabsturzes unterhalb der Chaussee wandelt, findet man schon dicht ausserhalb der Grenze der Stadt bei Grönlien zwei



Fig. 2. Riesenkessel bei Grönlien.

kleinere Riesenkessel, den einen 9" im Diameter oben mit scharfem Rande, den anderen wenige Schritte südlicher 18" im Diameter, wenig tief oben mit ausgezeichnet abgerundetem Rande; ausser diesen noch mehrere Spuren oder gleichsam Anfänge solcher Kessel, die nicht vollendet wurden; diese Anfänge könnten vielleicht Kesselscherben genannt werden. Dicht jenseits des Landhauses Kongshavn finden sich ein paar Hundert Schritte von einander getrennt zwei grössere Gruppen von Riesenkesseln, beide nahe an der See, die eine auf dem Gute des Herrn Assessor THOMMESEN, die andere auf dem des Herrn THUIS; auch in kurzer Ferne ausserhalb dieser sind unterhalb der Chaussee mehrere Spuren von Kesseln. In Lille-Bakkelaget endlich finden sich 90' ü. M. oberhalb der Chaussee zwei schöne Kessel; sie liegen noch nicht eine halbe Meile südlich von der Stadt und bilden die Grenze unserer Untersuchung; doch sollen sich auch weiter gegen Süd mehrere finden.

Was wir hier hervorzuheben wünschen, ist namentlich der

Umstand, dass die Riesenkessel Egebergs sich am Abhange desselben, die meisten in Gruppen nahe an der See, finden, während auf dem Plateau nicht viele vorzukommen scheinen. Wir haben daselbst nur einen einzigen kleinen Kessel gefunden, nämlich unweit Jomfrubråten, ungefähr 400' ü. M. Sein Durchmesser ist 16", seine Tiefe 15", die Wände waren schön geglättet, der Horizontalschnitt ein wenig elliptisch; er war schon vorher geleert. Dieser Kessel fand sich mitten im Walde und war seiner unbedeutenden Grösse wegen schwer zu finden; nichtsdestoweniger war er unter dem Namen „die Diebshöhlung“ den benachbarten Bauern wohl bekannt. Dieselben kannten keinen anderen Riesenkessel auf dem Plateau des Egebergs, während sie von mehreren solchen an ferneren Stellen zu erzählen wussten.

Sehr häufig am ganzen Rande des Egebergs und dann auch in der Nähe der erwähnten Riesenkessel finden sich allerlei Denkmäler der Glacialperiode Scandinaviens, theils und zwar am häufigsten Scheuerstreifen, theils bis eine Elle breite, schnurgerade in den Felsen ausgehobelte Rinnen, theils geglättete Felsen und endlich hie und da kleinere Ablagerungen von Morainen-Schutt. Es möge erwähnt werden, dass der erstgenannte kleine Kessel bei Grönlien in einer breiten Gletscherrinne an deren Seite seine Lage hat. Auch ist zu bemerken, dass das Plateau des Egebergs einen ähnlichen Reichthum an den oben erwähnten Eiszeitmerkmalen wie der Abhang aufweist.

Kein Fluss findet sich in der Nähe der Riesenkessel; nur rinnen sowohl bei Kongshavn als bei Bakkelaget zwei Bächlein, die jedoch so unbedeutend sind, dass sie im Sommer bisweilen austrocknen.

Beschreibung der ersten Gruppe von Riesenkesseln bei Kongshavn beim Landhause des Herrn Assessors THOMMENSEN. Elf grössere und kleinere Kessel liegen hier nahe zusammen unterhalb und auf kleinen Absätzen einer ziemlich schroffen Wand, 1' — 8' über dem Meeresniveau; die Wand senkt sich auch unterhalb der Meeresfläche steil hinab. Wir werden sie nach der Ordnung, in der sie ungefähr in der Richtung N-S aneinander gereiht sind, mit den Zahlen 1, 2, 3 u. s. w. (Taf. XXVII. und XXVIII.) bezeichnen.

No. 1 ungefähr 2' ü. M. am Fusse einer senkrechten, ungefähr 30' hohen Felsenwand. Dieser Kessel mass im Horizontalschnitt oben ungefähr 4' im Diameter; Tiefe, Inhalt und übrige Verhältnisse sind unbekannt, da seine Lage im Garten des Besitzers die Leerung hinderte. Eine frühere Ausgrabung soll indessen eine grosse Tiefe gezeigt haben. Bemerkenswerth scheint uns die Lage dieses Kessels im Schutze einer überhängenden Felswand; dieselbe trägt an mehreren Punkten unzweifelhafte Spuren von Kesselbildungen, namentlich am obersten Rande, wo sich eine grosse „Seitenscherbe“ fand. Die Entfernung von No. 1 bis zum nächsten Kessel ist ungefähr 30 Schritte; zwischen diesem und den folgenden sieht man mehrere Gletscherrinnen, die wie die Scheuerstreifen des Egeberg-Randes insgemein, in der Richtung NNO — SSW mit schwachem Falle schräg längs der Felsenwand streichen.

Die Kessel No. 2, 3, 4 und 5 sind alle klein, wenig tief und leer, sie bieten nichts Bemerkenswerthes dar.

No. 6. Dieser Kessel, oder besser Brunnen, sinkt gleich einem 16' langen, 5' dicken, am Ende abgerundeten Hohlcyylinder beinahe senkrecht ins Gestein herab, ein wenig gegen die See geneigt. Der Horizontalschnitt oben schwach elliptisch. \*) Vom Boden aufwärts zeigt sich in der Kesselwand eine deutliche Spirale eingeriffelt bis zu 6' Höhe über demselben, wo sie von einem wurstförmigen Querrand an der östlichen Wand unterbrochen war; auch höher hinauf fanden sich deutliche Spuren von drehender Abschleifung, doch nur mit Andeutung einer Spirale. Der Kessel ist in grösserer Tiefe weiter als oben, eine Thatsache, auf welche wir noch bei mehreren unserer Kessel zurückkommen. Die Wände bestehen fast ganz und gar aus dem Gneisse des Egeberges. An wenigen Orten waren sie gespalten. Die aus solchen Spalten des Gesteins in den Kessel gefallenen Bruchstücke lassen sich leicht von den Reibsteinen desselben unterscheiden. Der Kessel war beinahe bis zum obersten Rande mit Schutt und Geröllen erfüllt; die Ordnung des Inhalts von oben nach unten ist im Wesentlichen folgende (Taf. XXIV. Fig. 1): Zu oberst Wasser, herührend von einer ungewöhnlichen Meereshöhe — der Kessel-

\*) O—W: 5' 3'', N—S: 5' 1''.

rand 5' von der See entfernt, lag nur 1' 3" über dem gewöhnlichen Niveau derselben, — dann Felstrümmer von der Sprengarbeit beim Bauen der oberhalb liegenden Chaussee, mit deren Schlamm gemischt. Dann fing in einer Tiefe von  $4\frac{1}{2}'$  der Inhalt an zu bestehen, erstens aus gewöhnlichem Morainenschutt, der nur wenige grössere Steine verbarg, darunter in einer Tiefe von 8-10' eine Partie, in der mindestens 50 Steine gefunden wurden, die alle eine abgerundete regelmässiger Form zeigten, als diejenigen des Morainenschuttes besitzen; hier lagen auch vier grosse Steine in ein und demselben Niveau, gleichsam einen Fussboden bildend. Unter diesen folgte wieder gewöhnlicher Morainenschutt, in welchem dem Boden zunächst einige abgerundete Steine, deren neun (zwei fussgross, die übrigen kleiner) erstaunlich regelmässig gebildet, von ellipsoidischer Form waren. Diese, sowie viele der vom Niveau 8' — 10' erwähnten regelmässig gestalteten Steine zeichneten sich — wie schon oben hervorgehoben — von denen des gewöhnlichen Morainenschuttes wesentlich aus. Sie dürften vielleicht einen besonderen Namen verdienen: Reibsteine (norweg. Rivestene), ein Namen, dessen Bedeutung unten erklärt werden soll. Es könnten wohl zwei Typen getrennt werden: 1. die vollkommen ausgebildeten von regelmässiger, ellipsoidischer Form, 2. die minder vollkommen ausgebildeten mit elliptischem Umrisse in einem oder dem anderen der drei Querschnitte (Taf. XXV.).

Aehnliche abgerundete, wie gedrechselte Steine finden sich auch in Flussbetten und am Meeresufer, nicht aber, so viel wir wissen, zu Haufen vereinigt im Morainenschutt. Zu Beobachtungen des Morainenschuttes findet sich in unmittelbarer Nähe Gelegenheit; wenige Schritte oberhalb Kongshavn zeigte sich in einer Schlucht, durch welche ein Waldpfad sich schlängelt, eine grössere Ablagerung von Morainenschutt, zum Theil durch Wegfahren des Kieses entblösst. Noch überzeugendere Wahrnehmungen bot eine Moraine, gleichfalls unfern der Stadt, bei Okern in Aker, auch hier waren grössere Partien durch Wegfahren des Kieses in Profilen entblösst. Die Untersuchung dieser Localitäten liess als grosse Seltenheiten einzelne mehr regelmässig ausgebildete Steine (zweiter Typus) auffinden, während die Menge des Kieses eckig und unregelmässig gestaltet war. Deutliche Scheuersteine mit einer oder

mehreren ebenen Flächen wurden auch gefunden, nirgends aber nur eine Andeutung von Haufen regelmässig gerundeter Steine.

Schutt und Steine, welche den Inhalt des Kessels bildeten, waren so fest verbunden, dass jeder Stein mit Brechstange und Haue losgebrochen werden musste. Sie wurden gewaschen und eine grosse Anzahl zerschlagen, um die Bergart zu erkennen. Folgende Gesteine wurden sicher erkannt\*):

Schwefelkies, häufig sowohl oben als unten im Kessel;

kann von den Kiesknauern des Alaunschiefers herrühren.

Kalkstein; kann von einer der Kalkschichten des Christiania-Thals abstammen.

Gneiss in verschiedenen Varietäten vom Egeberg, sowie Hornblendeschiefer und

Glimmerschiefer.

Rother Syenit in vielen Abänderungen, ähnlich denen des „Grefsen sen“ und Tonsenäsen, z. B. mit Titanit, mit schwarzem Glimmer, ziemlich grosskörnig u. s. w. Die weit überwiegende Anzahl der Steine schien Syenit zu sein; aus dieser Felsart bestanden auch die vier grössten Steine.

Diabas aus den zahlreichen Diabasgängen des Christiania-thals.

Gabbro in verschiedenen Abänderungen, denen ähnlich, die sich beim nördlichen Ende des Sees Oiern finden.

Augitfels mit Pistazit, ähnlich den dunklen Abänderungen vom Alunsö.

Fremdlinge von weiter Ferne waren:

Blaquarz (blauer Quarzit), ähnlich dem des Gudbrandsdals oder des Österdals.

Sparagmit, ähnlich der minder typischen Abänderung des Rendals.

Ausser diesen fanden sich mehrere Bergarten, deren Ausstehendes minder sicher bestimmt werden konnte, z. B. ein grün- und weissgefleckter Stein, einem grauen feldspathreichen Granit ähnlich.

---

\*) Die Bergarten wurden von Prof. KJERULF bestimmt.

No. 7. Dieser ungefähr  $3\frac{1}{2}'$  tiefe Kessel war besonders schön in einer Spirale, die sich vom Boden aufwärts bis zum oberen Rande wand, ausgebohrt (Taf. XXIV. Fig. 2); man konnte ihn am besten mit dem Abdruck einer riesenhaften Schnecke vergleichen. Der Horizontalschnitt war schwach elliptisch O-W:  $4' 5''$ , N-S:  $4' 3''$ ; seine Höhe ü. M.  $1' 4''$ , Abstand vom Wasser  $3'$ . Sein Inhalt bot Nichts von Interesse dar, da er wahrscheinlich vormals geleert war und nur Schutt und Schlamm vom Bauen der Chaussee herrührend enthielt.

No. 8 und 10 waren gute Beispiele der „Kesselscherben“;

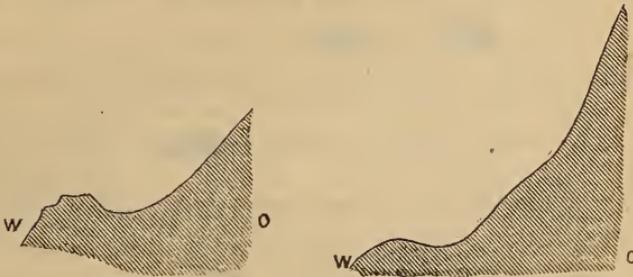


Fig. 3.

Durchschnitt der Kesselscherben No. 8 und No. 10  
bei Kongshavn.

nur der Boden und die östliche Wand derselben sind erhalten. Der erstere scheint seine Vorderwand in neuerer Zeit verloren zu haben, während der zweite vielleicht sein ursprüngliches Ansehen noch besitzt.

No. 9 verhält sich ungefähr wie No. 7, nur dass seine Spiraldrehung viel undeutlicher ist. Sein Horizontalschnitt war sehr deutlich elliptisch, ONO-WSW  $3' 8''$ , NNW-SSO  $3' 2''$ ; seine Tiefe  $4'$ , Höhe ü. M.  $8'$ .

No. 11. Ein grosser Kessel, der nur zum Theil aus der See emporragt; seine vordere Wand ist zerstört, weshalb die See immer hineinschlägt. Eine breite Gletscherrinne an der Seite der schroffen,  $20'$  hohen Felsenwand zwischen ihm und dem letzterwähnten Kessel führt in seinen oberen Theil hinein. Die hinterliegende Felsenwand überragt den mächtigen Kessel, dessen Verhältnisse nicht näher untersucht werden konnten.

Beschreibung der zweiten Gruppe von Riesenkesseln dicht ausserhalb Kongshavn beim Landgute des Herrn THUIS. Diese Kessel — mindestens 9 an der Zahl, ausser einigen rudimentären — liegen nicht so dicht zusammen, wie die der vorigen Gruppe. Sie finden sich am Felsenabhang zwischen dem Meer und der Chaussee, zwei oberhalb derselben in einer Höhe von 1'—40' ü. M. Der nördlichste vielleicht ein paar hundert Schritte vom südlichsten der vorigen Gruppe entfernt. Wir werden sie mit a, b, c u. s. w. bezeichnen.

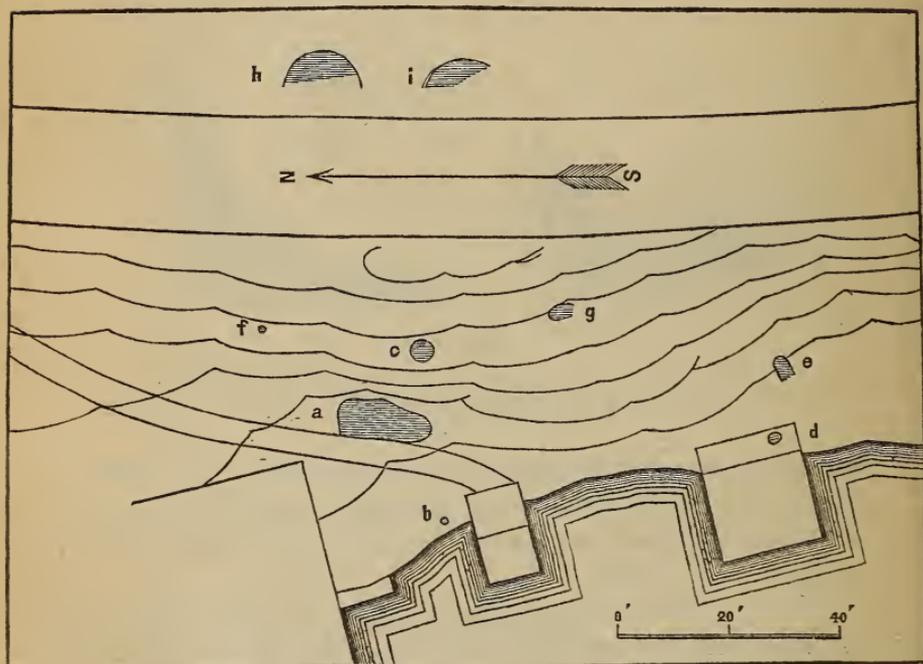


Fig. 4. Kartenskizze der Gruppe bei Kongshavn II.

	Maasse	Die Höhe ü. M.
a :	N-S = 16' O-W $5\frac{3}{4}'$	a ungefähr 5'
b :	" = $\frac{3}{4}'$ " $\frac{3}{4}'$	b " 1'
c :	" = $4\frac{1}{2}'$ " $4\frac{1}{4}'$	c " 25'
e :	" = $2\frac{1}{2}'$ " $3\frac{1}{2}'$	d " 1'
h :	" = 13'	e " 6'
		h " 40'

a. liegt ungefähr 5' ü. M.; der Horizontalschnitt gleicht einer riesigen Fussfährte, breiter gegen Nord, 16' lang in der

Richtung NNO - SSW,  $5\frac{1}{2}'$  in der Mitte in der Richtung WNW-OSO. Seine übrigen Verhältnisse konnten leider nicht untersucht werden, da die Ausleerung nicht erlaubt wurde. Seine grösste Tiefe ward als gegen Nord liegend angegeben.

b. liegt im Meeresniveau. Er wurde wahrscheinlich bereits früher geleert.

c. 25' ü. M. östlich von a, von diesem durch einen schroffen 20' hohen Abhang getrennt (Taf. XXVI.). Der Horizontaldurchschnitt beinahe kreisrund,  $4\frac{1}{2}'$  im Durchmesser.\*) Seine Tiefe ist 12'. Er dringt fast cylindrisch ins Gestein hinab, indem er sich nur in grösserer Tiefe etwas erweitert, gegen den Boden (dessen tiefster Punkt gegen Westen lag) aber wieder sich einengt. In einer Wand sind deutliche Spirallinien eingedreht, deren Zusammenhang indess infolge der durch wurstförmige, aus härterem Granit bestehende Querleisten verursachten Unterbrechungen nicht verfolgt werden konnte; der Granit durchbricht nämlich den Egeberggneiss in mehreren Adern. Der Inhalt des Kessels bestand zu oberst aus etwas Schutt vom Bau der Chaussee herrührend, in dessen Mitte ein grosser Rosenstrauch wuchs. Darunter gewöhnlicher Morainenschutt mit Steinen — unter denen einige ziemlich regelmässige (zweiter Typus) — bis zu einer Tiefe von 8', wo acht grössere Steine in einer Ebene liegend eine Art Fussboden bildeten. Unter diesen begannen minder vollkommen ausgebildete Reibsteine — im Ganzen 60 — häufig zu werden, hie und da mit einem einzelnen der vollkommen regelmässig gestalteten Steine untermischt. Ihre Anzahl nahm zu mit der Tiefe, wo sie herrschend wurden; in allem fanden sich der letzteren ungefähr 40. Der feinere Kies war auch am Boden von eckiger und unregelmässiger Form; hie und da zunächst der Kesselwandung ein wenig feiner Sand. .

Die Aufzählung der verschiedenen Felsarten, welche unter den Reibsteinen dieses Kessels vertreten sind, würde wesentlich nur eine Wiederholung des oben gegebenen Verzeichnisses sein, mit einzelnen wenigen Zusätzen, namentlich von gewöhn-

\*) In einer Tiefe

von 6' war der Durchmesser N-S 5', W-O 4' 9"

von 7' 9" war der Durchmesser N-S 6' 6", W-O 4' 6"

von 10' war der Durchmesser NNW-SSO 4' 9", WSW-ONO 3' 6"

lichem Feldspathporphyr; Syenit schien auch hier am häufigsten vorzukommen.

Wie man sieht unterscheidet sich dieser Kessel von dem mit No. 6 bezeichneten rücksichtlich des Inhalts dadurch, dass keine Anhäufung von Reibsteinen in einem höheren Niveau, von derjenigen am Boden durch gewöhnlichen Morainenschutt getrennt, gefunden wurde. Im Uebrigen war der Inhalt dieser Kessel übereinstimmend.

d. ein kleiner Kessel im Meeresniveau liegend, und

e. ein grosser als Brunnen benutzter, cémentirter Kessel waren beide schon früher geleert.

Hierzu kommen noch die Kessel f und g, die von Rasen bedeckt waren; sie wurden später während der Wanderungen nach dem grossen Arbeitsort in Bakkelaget (siehe unten) gefunden. Endlich als schon alle Arbeiten beendet, wurden auf einer der letzten Touren, da unser Auge für diese Dinge geschärft war, die Kessel h und i ein paar Schritte oberhalb der Chaussee entdeckt, 40' ü. M., völlig verborgen von üppigen Berberis-Gesträuchen, welche durch ihre rundliche scharf abgegrenzte Form die Auffindung dieser ungeheuren natürlichen Blumentöpfe veranlassten; h war 13' in der Richtung N-S, i etwas kleiner. Sie wurden nicht geleert.

Ausser den erwähnten Kesseln fanden sich weiter gegen Süden mehrere längliche Kesselscherben, deren längste Achse ungefähr in der gewöhnlichen Richtung der Scheuerstreifen des Egebergs liegt; ihre Tiefe ist gegen Norden am grössten.

Beschreibung der zwei Riesenkessel in Lille-Bakkelaget. Zwei Kessel liegen hier dicht bei einander, ungefähr 90' ü. M. am Fusse eines steilen Felsabhangs, der auch unterhalb der Kessel gegen die Chaussee — in deren Nähe deutliche Scheuerstreifen sich finden — steil abstürzt. Der östlichste kleinere, höher gelegene scheint früher schon geleert zu sein. Ein Paar Knaben könnten in ihm gut Platz finden, wenn sie zusammengekauert sässen. Wenn man sich über den Rand des Kessels lehnt und hinabblickt, öffnet sich unten eine geräumige Nische; diese erwies sich bei genauerer Untersuchung als die emporsteigende hintere (östliche) Wand eines mächtigen Riesenkessels, des grössten aller von uns untersuchten.

Der Horizontalschnitt dieses grossen Kessels war oben

N-S 8', O-W  $8\frac{1}{2}'$ , also schwach elliptisch. Die östliche Wand stieg ungefähr 10' höher empor, als die westliche; dieser emporragende Theil war, ehe seine Leerung begann, das Einzige, was vom ganzen Kessel zu sehen war. Es war jene Nischen-ähnliche Aushöhlung, deren Boden mit einem reichen Haselgebüsch bedeckt war. Am oberen Rande ist dieser Kessel nur durch eine ungefähr fussbreite Zwischenwand von dem kleineren getrennt, von welchem aus man auch jetzt, nach der Leerung, ihn am besten betrachten kann (Taf. XXVII. u. XXVIII.).

Nachdem das Haselgebüsch vom Boden entfernt war, wurde in dem sich öffnenden Kessel von oben nach unten gefunden: eine  $\frac{1}{2}'$  dicke Schicht von dunklem, mit fruchtbarer Erde vermischten Sand, eine  $\frac{1}{2}'$  dicke Schicht von rothem Sande, dann grosse Morainenblöcke, zum Theil deutliche Scheuersteine, in einer  $6\frac{1}{2}'$  dicken Schicht; sie lagen meist am schmalen Ende, dicht zusammengedrängt, wie gemauert; in einer Tiefe von  $7\frac{1}{2}'$  hörten sie gänzlich auf. Hier kam eine 3' dicke Schicht von kleineren Geröllen und scharfem Sand, worin nur ein einziger ellengrosser Block und einige kleinere Steine in einer Tiefe von 9' lagen. Dann eine beinahe 4' dicke Schicht von Sand mit zahlreichen grösseren Blöcken, die jedoch weder so gross, noch so dicht gepackt waren, wie die im oberen Theile des Kessels. In der Tiefe von 12' wurden ein Paar Reibsteine (zweiter Typus) gefunden. Bei 14' Tiefe fand sich eine 6' lange, 5' breite horizontale Scholle von verwittertem Amphibolit, die sich von dem nördlichen Theil der Kesselwand bis zum östlichen erstreckte, mit ihren Enden die Wände berührend, während sie in ihrer Mitte durch einen sandgefüllten Zwischenraum von den Kesselwandungen getrennt war. Gerade hier wurden, dicht an der Wand, auf der Scholle ruhend, zwei sehr vollkommene Reibsteine, deren einer 14" lang, gefunden. Unter der Scholle ruhte eine schrägliegende grosse Fliese. In dem von diesen beiden grossen Steinen und der Kesselwand begrenzten Raum waren acht zum Theil mehr als fussgrosse, vollkommen regelmässige, ausser zahlreichen minder schönen Reibsteinen verborgen. Im übrigen Theil des Kessels wurde in demselben Niveau sowie auch unter den Reibsteinen nur gewöhnlicher Morainenkies mit grossen Blöcken gefunden. Der Inhalt dieses Riesenbrunnens zeigte also insoweit eine Art von Schichtung.

Die Leerung des Kessels, die auf Veranlassung des Prof. KJERULF auf die „geolog. Untersuchung des Gebiets Christiania-Drammen“ übernommen wurde, musste im November, weil die Tage zu kurz wurden und der Herbstregen die Arbeit erschwerte, abgebrochen werden. Erst in der Mitte des Februar, als das Wetter infolge des milden schneearmen Winters günstig, wurde die Arbeit wieder aufgenommen. Bei der Fortsetzung der Ausleerung in der Tiefe von 19' beginnend wurde beobachtet: erstens gewöhnlicher Morainenschutt mit Steinen und Blöcken. In der Tiefe von 21' boten sich sehr interessante Verhältnisse; hier fanden sich nämlich zwei mächtige Gneissblöcke, der eine südlich, 6' lang, der andere 4' lang, östlich an der Kesselwand, mit ihren Enden in einem stumpfen Winkel zusammenstossend. Gerade hier, wo sie sich näherten, waren beide Steine deutlich abgedreht und ausgehöhlt, gleichsam die eine Wand eines Riesenkessels bildend; hierbei ist auch zu bemerken, dass der gegenüberliegende Theil der Kesselwand sich durch sein glattes und wie geschliffenes Ansehen auszeichnet. Dicht an der Wand lagen zwei schöne Reibsteine. Unterhalb dieser in die Augen fallenden Partie bestand der Inhalt wieder aus gewöhnlichem Morainenkies. In der Tiefe von 26' fand sich an der Wand etwas Thon. Weiter hinab fing der Kessel an, deutlich sich einzuengen; es schien sich jetzt das Ende der immer schwieriger werdenden Arbeit zu nähern. In der Tiefe von 30' lagen zwei Reibsteine; alle Steine begannen jetzt, eine mehr abgerundete Form zu zeigen. In der Nähe des Bodens wurden ungefähr sechs vollkommen gerundete Reibsteine gefunden; der grösste Reibstein, welcher indess zum Typus II. (siehe Tafel XXV.) gehörte, stand in aufrechter Stellung, von dem tiefsten Punkt des Kessels durch eine dünne Schicht von Kies mit kleinen Reibsteinen getrennt. Seine Maasse sind 22", 17" und 15", das Gewicht genau 3 Centner.

Die Bergarten sowohl der Reibsteine als die der Blöcke wurden genau untersucht; mehr als 300 Stücke wurden zur sicheren und sorgsam Bestimmung zerschlagen. Es zeigte sich, dass im obersten Niveau Syenit fast allein herrschend und auch in grösseren Tiefen häufig war; von der Tiefe 11' nach unten lag Granit von verschiedenen Varietäten in Menge; übrigens würde das oben gegebene Verzeichniss mit wenigen Zusätzen gelten können. Auch hier ging aus der Untersuchung hervor,

dass die Gesteine des Egebergs nur wenig zum Füllen des Kessels beigetragen haben.

Dieser mächtige Riesenbrunnen hatte unter dem nord-westlichen Rande eine Tiefe von  $33\frac{1}{2}'$ ; misst man indess vom obersten Punkte an der östlichen Wand, so ergibt sich eine Tiefe von  $44' = 13,8$  Meter. Wie es wohl bei den grösseren Riesenbrunnen die Regel, so ist auch dieser an seiner Oeffnung enger, als in grösseren Tiefen\*) indem auch die Wände gegen West sich senken.\*\*\*) Vom Boden aufwärts ist in der Wandung eine Spirale eingedrechselt, deren Windungen sich indess kaum in ununterbrochenem Zusammenhang verfolgen lassen; recht anschaulich war der von den Arbeitern hervorgehobene Vergleich mit einer Schnecke oder einem Pfropfenzieher.

Die Leerung erheischte ungefähr 50 Arbeitstage bei einer Thätigkeit von 3 Männern. 24 grosse Steine mussten gesprengt werden, die übrigen wurden unzertheilt heraufgewunden; eine ganze Halde wie bei einer Grube wurde im Laufe der Arbeit am Abhang unterhalb des Kessels angehäuft, dessen Cubikinhalt zu 2350 Cub.-F. berechnet ist.

---

Obigen Specialberichten reihen wir folgende allgemeinere Bemerkungen an:

In Bezug auf die Lage der Kessel ist bemerkenswerth, dass sie oft in Gruppen dicht aneinander längs des Abhangs des Egebergs, nahe dem Meeresufer liegen. Zahlreiche Scheuerstreifen umgeben sie von allen Seiten; ein Kessel (bei Grönlien) hat sogar in einer Gletscherrinne seinen Platz, welche wahrscheinlich später ausgehobelt wurde.

Die Form. Erstaunlich gross ist oft die Tiefe im Verhältniss zur Weite; die Kessel senken sich ziemlich senkrecht ins Gestein hinab; ihr tiefster Punkt liegt etwas gegen West. Der Horizontaldurchschnitt ist bei den meisten beinahe kreis-

---

\*) Der Horizontalschnitt ist in der Tiefe von  $15'$ : N-S  $12'$ , O-W  $11\frac{1}{2}'$

\*\*\*) Die Neigung wurde folgendermaassen gemessen: eine Bleischnur wurde vom westlichen Rand oben herabgesenkt; die Entfernung der Schnur von der Wand zeigt dann die Neigung der letzteren in jeder Tiefe an. In der Tiefe von  $14'$  war z. B. der Abstand  $3'$  u. s. w.

rund; bei deutlich elliptischer Form stimmt die Richtung der grossen Achse in der Regel nicht mit derjenigen der Scheuerstreifen überein. Ausnahmen kommen indess vor (der fusstapfenförmige Kessel bei der Besetzung des Herrn THHS). Die grösseren und tieferen Kessel sind nach unten weiter. Mehrere zeigen eine schöne Spiraldrehung, die grösseren nur am Boden sehr deutlich; in einem Falle (No. 7 in der Kongshavnsgruppe) ist die Spirale so stark entwickelt, dass der Kessel mit dem Abdruck einer riesigen Schnecke verglichen werden kann, in einem zweiten Falle (Bakkelaget) so sehr in die Augen fallend, dass alle, die sie sahen, eine oder andere Vergleichung brauchten, wie mit einem Pfropfenzieher u. s. w. Ausser den Kesseln finden sich auch theils mehr verticale, theils mehr horizontale Kesselscherben, die letzteren zuweilen in der Richtung der Scheuerstreifen ausgezogen.

Der Inhalt. Die früher nicht geleerten Kessel zeigten alle als augenscheinlich ursprünglichen Inhalt in ihrem oberen Theile gewöhnlichen Morainenkies, am Boden eine Sammlung regelmässig abgerundeter Steine, die Reibsteine, die mehr oder minder vollkommen ausgebildet sind. Die ersteren nahmen an Häufigkeit gegen den Boden zu, wo sie die unvollkommen gerundeten Steine ganz verdrängten; die letzteren fanden sich in den zwei grössten Kesseln (Kongshavn, Bakkelaget) auch in einem höheren Niveau, von den Steinen des Bodens durch gewöhnlichen Morainenkies getrennt. Der Inhalt ist fest zusammengepackt, zuweilen wie gemauert. In einem Falle (Bakkelaget) konnte man, was den Schutt betraf, eine gewisse Schichtung wahrnehmen. Die grösseren Steine des Morainenkieses — die Blöcke — erreichten einen bedeutenden Umfang (in dem grossen Kessel zu Bakkelaget waren viele Blöcke mehr als 3' lang, ein einzelner war 6' lang, 4' breit und 4' dick, eine Scholle war 6' lang, 5' breit u. s. w.). Die Reibsteine zeigten nie eine geringere Grösse als 3"; sie waren selten ganz vollkommen ausgebildet, wenn sie mehr als 1' lang waren. Der feinere Kies war überall in den Kesseln, selbst am Boden, wo die Reibsteine lagen, eckig und von unregelmässiger Form. Thon wurde als eine Seltenheit in grosser Tiefe in dem Kessel zu Bakkelaget gefunden. Die Felsarten und zum Theil ihre Ursprungsstätte konnten sowohl in Bezug auf den Morainenschutt als die Reibsteine, in Folge der Lage

der Kessel in dieser genau bekannten und untersuchten Gegend mit grosser Sicherheit bestimmt werden. Ihre Anzahl war sehr gross, von sehr verschiedenen Arten und Fundstätten. Es ging aus der Untersuchung hervor, dass viele aus weiter Ferne sind; die meisten Steine bestehen wohl aus dem Syenit des Grefsenås oder Nordmarkens, während die Felsarten des Egebergs nur kleine Beiträge zum Füllen geliefert zu haben scheinen.

---

Ehe wir nachzuweisen versuchen, wie die eben beschriebenen Kessel wahrscheinlich gebildet sind, dürfte es vielleicht von Interesse sein, die wichtigsten der von Zeit zu Zeit in Betreff der Entstehung der Riesenessel geäusserten Ansichten in Kürze zu erwähnen. Diese Naturerscheinung schien den älteren Beobachtern sehr merkwürdig, ja räthselhaft, und gab auch, wie oben berührt, dem Volksaberglauben reichliche Nahrung. Als man sie mit Kritik zu studiren anfang, ward man bald auf den Umstand aufmerksam, dass sie in Flussbetten und in Sturzbächen, namentlich unter deren Falle nicht selten sind, und der Schluss lag nahe, dass solche Kessel dem Umwirbeln von Stein und Kies durch das Wasser ihre Bildung verdanken. Schon N. HERTZBERG erwähnt dieses und bemerkt, „sie scheinen durch das Brechen der Wellen, durch Wasserstrudel und Ströme, die in ihnen Schutt und Steine im Kreise umgedreht haben, gebildet zu sein.“ Er hat auch beobachtet, dass sie sich oft an Orten finden, wo seit Menschengedenken keine gewaltigen Wasserkräfte gewirkt haben, und versucht — freilich durch ziemlich kühne Ideen — auch in diesem Fall ihre Bildung zu erklären. Er deutet auf die Kraft des Blitzstrahls, oder „dass ein ungeheures Meerinsect, deren vielleicht noch jetzt Exemplare in der Tiefe des Meeres sich finden könnten, diese Kessel in der Urzeit, als die Felsen noch weich waren, ausgebohrt habe“, — wie es noch heutigen Tages die Bohrmuschel im Kleinen thut; ja, er hielt es nicht für unmöglich, „dass sie durch gewöhnliche Regentropfen in ungeheurer langer Zeit in ähnlicher Weise entstanden seien, wie er selbst solche „Riesenessel en miniature“ durch eine Dachtraufe in einer Fliese unter seinem Zimmerfenster innerhalb

22 Jahren sich hätte bilden sehen.“ Wenn wir diese, wie es jetzt scheint, sonderbaren Hypothesen hören, müssen wir indessen uns erinnern, dass man damals wenig oder nichts weder von Riesenkesseln noch von mehreren anderen Verhältnissen, die nach den jetzigen Ansichten mit ihrer Bildung in naher Verbindung stehen, wusste; man darf auch nicht vergessen, dass eben derselbe Mann später den richtigen Weg zur Lösung der Frage gefunden hat, indem er 1826 mehrere Kessel der Gruppe am Låtevand, südlich von Odda in Hardanger leeren liess, und eine Kartenskizze ihrer Lage entwarf. Er beschreibt bei dieser Gelegenheit den Inhalt als „fest gepackten Kies, der gebrochen und gehauen werden musste.“

Ueber das Vorkommen der Riesenkessel in Flussbetten und unter Wasserfällen giebt es auch eine Menge neuerer Beobachtungen; als bemerkenswerthe Beispiele können erwähnt werden: Grovehulfos in Thelemarken, Norwegen, ein Wasserfall, der sich in einen grossen Kessel herabstürzt (SCHEERER); der Fluss Tulema in Finland, in dessen Bette ein Riesenkessel an den Tag kam, als der Fluss höher hinauf in ein anderes Bett geleitet wurde (v. HELMERSEN); der Fluss Tarn in Frankreich, wo man sowohl das Entstehen als das Verschwinden von Riesenkesseln gesehen haben will (COLLEGNO); in Schweden endlich Storfors, ein Wasserfall in dem alten Bette des Indalselven's, wo eine Menge bis 10' tiefer Kessel sichtbar wurden, als der Fluss 1796 ein anderes Bett sich wählte (ERDMANN). Ein interessantes Beispiel ihrer Bildung in der neuesten Zeit wird von Oena, einer Papiermühle bei dem Trollhätta-Falle in Schweden, angeführt; hier wurde im Felsen eine Rinne, die das Wasser zur Mühle führen sollte, ausgesprengt. Als diese nach dem Verlaufe von 8 bis 9 Jahren vergrössert werden sollte, fand man beim Abdämmen des Wassers, dass sich innerhalb dieser Jahre einige kleine Riesenkessel, deren tiefster  $1\frac{1}{2}'$  war, am Boden der Rinne gebildet hatten (ERDMANN).

Während also das Vorkommen dieser und ähnlicher in Flussbetten gelegener Kessel verständlich schien, blieb es nicht minder schwierig, zu erklären, wie die Riesenkessel, die sich nahe den Gipfeln der Berghöhen fanden, an Stellen, wo wahrscheinlich niemals Wasserströme geflossen sein können — gebildet wurden. Doch auch für diese Vorkommnisse schien

sich eine ähnliche Erklärung darzubieten, als man die abgerundeten und gestreiften Felsen zu studiren anfang und gleichzeitig auch das Vorkommen der Morainen, kurz die Phänomene, welche wir als die Zeugnisse einer entschwundenen Eiszeit ansehen. Von Anfang an betrachtete man nämlich, wie bekannt, diese Erscheinungen nicht als durch das Scheuern eines Binnenlandeises verursacht, sondern glaubte, dass ungeheure Wasserfluthen, welche Kies und Steine in ihren Wellen fortrissen, Scandinavien überschwemmt und auf diese Weise jene Merkmale zurückgelassen hätten. Jetzt konnte man sich das ehemalige Vorhandensein eines Wasserstrudels an jedem beliebigen Orte als möglich denken; und so schien das Vorkommen jener Riesenkessel unschwer zu verstehen (SCHEERER, LEONHARD u. A.). Diese berühmte Wasserfluththeorie des schwedischen Geologen SEFSTRÖM wurde bekanntlich wieder verlassen, nachdem sie für die Theorie der Eiszeit den Weg gebahnt hatte. Die fern von Flussbetten gelegenen Riesen- kessel erschienen also wie früher als vollkommene Räthsel.

Es war ganz natürlich, dass der forschende Gedanke seine Zuflucht auch zum Meere nahm, welches seine gewaltigen Wellen über das Ufer wälzt. Der General VON HELMERSEN beschrieb einige Riesenkessel aus Finland, bei welcher Gelegenheit er die Ansicht äusserte, es könnten die weder in jetzigen noch in früheren Flussbetten liegenden Riesenkessel der Brandung des Meeres ihren Ursprung verdanken. Indem die Wellen gegen das Ufer schlagen, setzen sie, meint er, an günstigen Localitäten Steine in kreisende Bewegung, wodurch der Fels nach und nach ausgehöhlt werde. VON HELMERSEN erwähnt auch als ein Beispiel einen Riesenkessel, der in historischer Zeit gebildet sein soll, und scheint so weit zu gehen, dass er das Vorkommen von Riesenkesseln fern von Fluss- betten überall als Beweis eines früheren höheren Meeresstandes betrachtet.

Als man die Gletscher und ihre Wirkungen auf die unter- liegenden Felsen genauer zu studieren anfang, konnten die mit Gletschern in Verbindung stehenden Riesenkessel der Auf- merksamkeit nicht entgehen. Der erste, der einen bestimmten Zusammenhang zwischen diesen Erscheinungen wahrgenommen hat, ist, so viel wir wissen, CHARPENTIER (1841); später hat H. HOGARD (1858) und, unabhängig von beiden, in Schweden

VON POST (1867) näher entwickelt, wie man sich diesen Zusammenhang denken muss.

Wie der Gletscher selbst seine Spuren auf der Felsfläche, über welche er fortgleitet, einritz, so übt auch das Wasser, das sich von seiner Oberfläche durch Spalten und Risse herabstürzt, eine eigenthümliche Wirkung aus. Indem es oft mit grosser Kraft den Felsen trifft, wird dieser angegriffen. Steine und Schutt werden mitgerissen und helfen dem Wasser bei seiner Arbeit. Auf diese Weise werden kleinere Höhlungen, Riesenkessel (marmites) und (wie HOGARD erzählt) mit abgerundeten Rändern versehene gewundene Canäle gebildet. Diese sind sehr verschieden von den regelmässigen, oft schnurgeraden Streifen und Rinnen, welche die durch das Eis fortgeführten Steine, auf der Felsunterlage erzeugten. Wenn solche den Riesenkesseln ähnliche Aushöhlungen (zum Theil die von uns sogenannten Kesselscherben) an den senkrechten oder jähren Thalwänden sich finden, dann, meint HOGARD, rühre dies davon her, dass das durch die Spalten des Eises herabstürzende Wasser, gerade gegen die Felsenwand gelenkt sei und daselbst seine Arbeit ausgeführt habe. Dass die gewundenen Canäle und die geradlinigen Gletscherstreifen (Skuringsmaerker) gleichzeitig, also während der Fels von Eis bedeckt war, gebildet seien, gehe daraus hervor, dass sie sich oft gegenseitig kreuzen. Die Riesenkessel und die Canäle sollen, nach HOGARD, einen Beweis dafür liefern, dass die Orte, wo sie sich finden, einmal sowohl der Thätigkeit des Wassers als der des Eises ausgesetzt gewesen, also einmal ihre Eiszeit gehabt haben.

In Dr. RINK's Beschreibung von Grönland hat man bekanntlich ein Bild von dem Zustande Scandinaviens zu finden geglaubt. Ueber einen Theil des grönländischen Binneneises unternahm im Jahre 1870 Prof. NORDENSKJÖLD eine kühne Wanderung, während welcher er mächtige Flüsse, die durch Risse in die Tiefe herabstürzen, sah; die Erscheinung mitten in der Eiswüste wird als im höchsten Grade grossartig beschrieben. Auch von genauer untersuchten Gletschern kennt man ähnliche, wenn auch kleinere Wasserfälle. In den Alpen sieht man auf weniger zerklüfteten Gletschern Bäche, welche theils dem Regen, theils dem Schmelzen des Eises und Firns ihre Entstehung verdanken. Wenn solch ein Gletscherbach einen Spalt im Eise trifft, stürzt er sich hinab, die Eiswände

schachtähnlich aushöhlend, indem die Wirkung des Wassers durch mitgerissenen Schutt und Steine vergrößert wird. Auf diese Weise bildet sich der Bach eine senkrechte Röhre, die oft erhalten bleibt, selbst wenn der ursprüngliche Riss rings umher sich geschlossen hat. Sind solche Aushöhlungen im Eise klein, so werden sie, wie bekannt, gewöhnlich „Mühlen“ (moulins) genannt, während die grösseren oft den Namen „Brunnen“ (puits) tragen. Der erstere Namen rührt davon her, dass das Rauschen des Baches im Innern des Eises täuschend dem Toben der Mühlräder ähnlich ist. Solch eine Mühle ist nur zur Sommerzeit im Gange, friert aber im Winter zu.

Indess, auch wenn man sich durch diese Mühlen die Bildung der Riesenkessel erklären kann, so giebt es doch einen Umstand, der anfangs schwierig zu deuten scheint. Da nämlich die Gletscher ununterbrochen, obwohl langsam, in die Thäler herabgleiten, so müssen ja die Mühlen vorrücken. Zuweilen thauen im Frühling die alten Mühlen wieder auf und empfangen den Bach von Neuem, gleichwie im vorigen Jahre; der Wasserfall wird also auf diese Weise mit den Jahren vorwärts schreiten. Wenn nun die Riesenkessel durch solche Mühlen gebildet wären, so müssten sie wohl (was gewiss nur selten der Fall ist) Spuren des Vorrückens des Wasserfalls zeigen, z. B. eine längliche, in der Richtung der Scheuerstreifen ausgezogene Form oder eine reihenweise Anordnung nach derselben Richtung u. s. w. Oft aber thaut die alte Mühle nicht wieder auf, während an dem Ort, wo sie sich im vorigen Lenz befand, ein neuer Spalt und eine neue Mühle sich bilden. So trifft man auf Gletscherwanderungen zuweilen erst mehrere geschlossene Mühlen in Entfernungen von einander, die ungefähr dem vom Gletscher jährlich zurückgelegten Wege entsprechen, ehe man die Mühle, welche im Gange ist, findet. Um ein bestimmtes Beispiel anzuführen, darf erwähnt werden, dass dies am Aargletscher nahe dem Ort, wo das berühmte „Hôtel des Neuchatelois“ sich früher befand, beobachtet wurde; dieses war, wie bekannt, eine improvisirte Wohnung der Herren AGASSIZ und DESOR. Es ist ja auch ganz natürlich, dass die Risse sich sehr häufig beinahe an demselben Orte bilden müssen, da sie wesentlich von den Unebenheiten im Felsenbette des Eisstroms abhängig sind. Diese aber müssen im Ganzen unverändert bleiben.

Es ist also doch möglich, die Kesselbildung durch ähnliche Mühlen der Eiszeit, der Bewegung der Eismassen ungeachtet, zu erklären. Mehrere Mühlen der Eisschächte haben sich sehr tief — 500' und mehr — gezeigt (AGASSIZ). Man hat indessen, so viel wir wissen, keine einzige Mühle gefunden, von der es mit Sicherheit nachgewiesen wurde, dass sie sich senkrecht von der Oberfläche des Eises bis zum unterliegenden Felsen erstreckte; bei einigen ist beobachtet, dass der Schacht sich im unteren Theile krümmt. Hier muss man indessen in Betracht ziehen, dass solche grossen Flüsse, wie die von NORDENSKJÖLD erwähnten (und diesen ähnliche können wir zur Eiszeit auf den zusammenhängenden Gletschermassen Norwegens annehmen) ganz anders, als die Gletscherbäche der Alpen sich im Eise haben eingraben können.

Was Steine und Kies betrifft, welche auch zur Erklärung der Kesselbildung verlangt werden, so führen selbst die Alpenbächlein oft eine beträchtliche Menge derselben mit, welche in die Mühlen herabstürzt und sie bisweilen ganz und gar ausfüllen kann. Auch das Eis selbst schleppt auf seinem Rücken und auf dem Boden loses Material mit; es wird also kein Mangel an Stein und Kies sein, mit Hülfe deren eine solche Mühle eine Höhlung in der Felsunterlage ausgraben und allmählig vergrössern kann.

VON POST hat ausdrücklich die Mühlen erwähnt, er hat auch auf die Bedeutung der abgerundeten, aus weiter Ferne zusammengeschleppten Steine aufmerksam gemacht, und in dieser Beziehung hervorgehoben, dass die Wände der Kessel zuweilen eine Spiralwindung zeigen. Hinsichtlich der halben Riesenkessel und der Kesselscherben glaubt er, dass das Eis selbst der fehlende Theil gewesen, so dass auch in solchen Fällen das Wasser den Kies in einem vollständigen Kessel habe herumwirbeln können.

Noch später hat der norwegische Gletscherkundige, Prof. S. A. SEXE, zum Erklären der Kesselbildung auf die Möglichkeit hingewiesen, dass ein Stein, der unter einem Gletscher mitgeschleppt werde, indem er eine Vertiefung in der Felsoberfläche antreffe und daselbst liegen bleibe, dadurch, dass das von oben drückende Eis über ihn fortzugleiten fortfahre, in drehende Bewegung kommen könne. Der Stein werde dadurch abgenutzt; „die Arbeit werde von einem folgenden Steine,

der auch abgenutzt werde, fortgesetzt und die Höhlung zum Theil durch Kies und kleinere Steine gefüllt; ein grösserer Stein komme nach und werde im Kreise gedreht, indem er den Kies und die kleineren Steine als Mittel zum Aushöhlen gebrauchte.“

Nach dieser kurzen Uebersicht kehren wir zu den in Rede stehenden Riesenkesseln bei Christiania zurück.

Mehrere Umstände zeigen, dass sie durch Wasserfälle gebildet werden, deren Aufschlag Kies und Steine herumgewirbelt und so die einmal erzeugten Höhlungen immer tiefer gemacht hat. Erwähnen wir zunächst die besonders am Boden entwickelte Spiraldrehung einiger Kessel. Um uns klar zu machen, wie solch eine Spirale durch das Wasser gebildet werden könne, liessen wir einen Wasserstrahl in ein gläsernes Geschirr

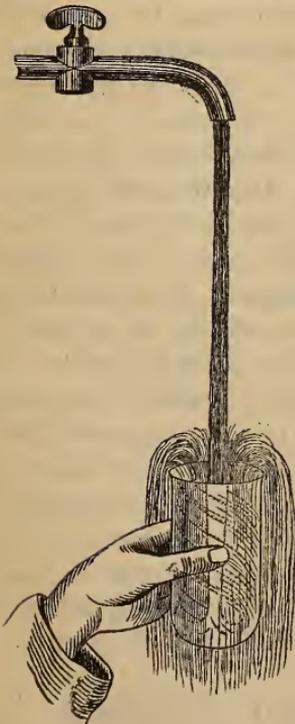


Fig. 5.

fallen, das ungefähr von der Form eines grösseren Riesenkessels, also 3—4 Mal tiefer als sein oberer Durchmesser war. In's Geschirr gossen wir ein wenig Sand und Steinchen. Wenn der Strahl nicht kräftig genug war, um zum Boden zu reichen, entstand daselbst kein Wirbel, und der Kies blieb dann ruhig liegen; vermochte er dagegen bis zum Boden zu wirken, so setzte er die Steinchen daselbst in Bewegung, indem das verdrängte Wasser, den Kies mitreissend, nach oben in einer Spirale getrieben wurde. Der feinere Kies ward bald ausgeworfen, während der gröbere von dem nach unten gehenden Strome mitgerissen und gegen den Boden gestossen ward, um wieder in einer Spirale aufgetrieben zu werden u. s. w.

Die Ansammlung von Reibsteinen am Boden spricht für die gegebene Erklärung. Es ist völlig einleuchtend, dass Steine, die von herabstürzenden Wasserfällen umgewirbelt werden, sich abnutzen und dadurch abrunden. Schon bei dem ersten Anblick empfängt man den bestimmten Eindruck, dass die Reibsteine auf diese Weise gebildet sein müssen. Sie haben während dieses Umwirbelns gegen den Fels die Riesenkessel ausgerieben, daher ihr Name. Blicken wir auf die Stellen, wo ähnliche Steine in Ansammlungen vorkommen, so finden wir, wie oben erwähnt, dass sie sonst nur in Flussbetten und an Ufern, also an Stellen, wo Wasserwirbel ihr Spiel getrieben haben, angetroffen werden. Man könnte hier einwenden, dass die Reibsteine, wenn sie auch wahrscheinlich ihre Form durch Umherrollen im Wasser empfangen hätten, doch nicht in den Kesseln selbst gebildet zu sein brauchten, vielmehr schon vorher gebildet in die Kessel zufällig gefallen wären. Allein es würde in diesem Falle schwierig zu erklären sein, dass sie sich in allen Kesseln, die nicht zuvor geleert wurden, finden, und auch, dass sie nie dem Boden fehlten und hier immer in verhältnissmässig grosser Menge oder ausschliesslich vorkommen.

Die Wasserfälle, welche die Kessel gebildet haben, müssen sehr mächtig gewesen sein. Eine kleine Kraft würde selbst in hinlänglich langer Zeit diese Arbeit nicht haben ausführen können. Der Wasserfall musste so stark sein, dass er das Wasser am Boden der tiefen Kessel in eine solche Bewegung setzen konnte, dass 1—2' grosse Steine umhergewirbelt wurden. Andererseits kann der Strom oder Bach wohl kaum eine viel grössere Breite als die Hälfte der Oeffnung des Kessels gehabt haben; denn ebenso viel Wasser als in den Kessel hinabstürzte, ebenso viel musste auch aufwärts gedrängt werden. Wir machten folgenden kleinen Versuch: ein enges Glasgeschirr mit ein wenig Kies am Boden wurde unter einen Wasserstrahl, der im Durchschnitt dicker als die Oeffnung des Geschirrs war, gesetzt. Wenn das Geschirr gerade unter den Strahl gehalten wurde, blieb der Kies ruhig liegen; sobald es indess ein wenig seitwärts gerückt wurde, so dass nur ein Theil des Wasserstrahls hineindrang, fing das Umwirbeln an.

Noch entbehren wir jedes Anhalts zur Schätzung des Zeitraums, welchen die Kesselbildung in Anspruch nahm, da

directe Versuche in dieser Hinsicht gänzlich fehlen. Aus dem grossen Kessel zu Bakkelaaget wurden, wie oben erwähnt, ungefähr 2350 Cubikfuss Steine und Kies geleert; ebenso viel des harten Gneisses wurde also nach und nach abgenutzt und vielleicht so fein wie Mehl mit dem Wasser fortgeschafft. Und welche Menge herumwirbelnder Steine muss ausserdem zerstört worden sein, um solch ein Arbeit im harten Felsen auszuführen?

Wird ferner gefragt, wann Wasserfälle hier herabstürzten, so ist alsbald einleuchtend, dass es nicht während der jetzigen geologischen Verhältnisse habe stattfinden können. Die Lage der Kessel in Bezug auf die unbedeutenden Bächlein in der Nähe, die Form des Abhangs des Egebergs, die es unmöglich macht, dass sich hier der Niederschlag von einem grösseren Districte zu einem ansehnlichen Strome sammeln konnte, dies und noch mehreres spricht dagegen. Auch nicht die Brandungen des Meeres sind hier zur Erklärung hinreichend. Freilich liegt z. B. die ganze Kongshavngruppe so niedrig, dass die Wellen bisweilen in mehrere der Kessel hineindringen, und es finden sich in Christiania's Umgegend viele Zeugnisse, dass einst das Meer viel höher als jetzt gestanden habe: insofern stände also Nichts im Wege, dass man sich eine Bildung durch die brandenden Wogen denken könnte. Man muss aber sich erinnern, dass die Kessel fast senkrecht in den Felsen eindringen; ja, wenn eine schiefe Neigung bemerkbar ist, so liegt der tiefste Punkt näher an der See. Wenn nun die Brandungen des Meeres die Kessel hätten bilden sollen, so müsste man eher erwarten, sie gingen mehr oder minder schräg landeinwärts in den Felsabhang hinein. Die grösseren Kessel sind ausserdem, wie oben erwähnt, sehr tief und gleichzeitig verhältnissmässig eng. Selbst die mächtigsten Brandungen hätten wahrscheinlich am Boden solcher tiefen Höhlungen, wie unsere tiefen Kessel, grosse Steine nicht herumwirbeln können. \*)

Wir wenden uns jetzt zu einer Betrachtung des Kesselinhalts. Wenn, wie es sehr wahrscheinlich ist, die Reibsteine zur Kesselbildung in Beziehung stehen, dann erzählt uns ihre

---

\*) Wir müssen hier bemerken, dass es nicht in unserem Plan liegt, auf die verschiedenen Theorien der Kesselbildung genauer einzugehen, um sie Punkt für Punkt zu widerlegen.

fremdartige Beschaffenheit, dass jene nicht vor der Eiszeit stattgefunden habe. Der Sparagmit Rendalens und der Blauquarz Gudbrandsdalens liegen hier zusammen mit dem Gabbro Oieren's, mit dem grauen Quarzit Mjösens, mit den Syeniten Nordmarkens und Grefsenåsens, mit dem Diabas und den Kalksteinen der Umgegend Christiania's u. s. w. Keine anderen Kräfte als die fortgleitenden Gletscher der Eiszeit hätten Steine von so weit entfernten Orten herschleppen können. Der Schluss liegt dann sehr nahe, es seien in der That die Reibsteine solche vom Gletscher herbeigeführten Steine, welche dann in den Kesseln eine Bearbeitung erlitten haben. Sie liegen mitten in gewöhnlichem Morainenschutt mit seinen eckigen Steinen, ja in den beiden grossen ausgeleerten Kesseln sogar in zwei durch denselben Morainenschutt getrennten Niveaus, was offenbar darauf hindeutet, dass die Kessel selbst zu der Zeit gebildet wurden, als der Morainenschutt hergeführt wurde, d. h. zur Eiszeit.

Den höchst unbedeutenden Kessel oben auf dem Plateau des Egebergs nahe dessen Rande ausgenommen, liegen alle anderen am Fusse des Gehänges, über welches das Eis in der von den Scheuerstreifen angegebenen Richtung hinweggeglitten ist. Vielleicht hat eben dieser Abhang die Spalten des Eises verursacht, durch welche die Wasserfälle, die jene Reihe von Kesseln gebildet haben, herabstürzten.

Etwas genauer könnte man wohl die einzelnen Umstände der Geschichte jener Kessel kennen lernen, wenn die Form und der Inhalt eines grösseren derselben genauer untersucht sein werden. Einige Auskunft geben auch unsere Kessel.

Man darf wohl annehmen, dass die Ausbohrung der Riesenkessel wesentlich von dem aufwärts getriebenen Wasser, welches mit grosser Heftigkeit empor spritzte, ausgeführt wurde, während das herabstürzende Wasser wesentlich die Vertiefung des Kessels bewirkte. Beiläufig bemerken wir, dass infolge des oben Gesagten die im Verhältniss zu ihrer Weite im oberen Theile wenig tiefen Kessel, aus denen das ausgetriebene Wasser mehr seitwärts spritzte, abgerundete Ränder erhalten mussten, während die grösseren und, infolge der allmählichen Arbeit, tieferen Kessel, aus denen das Wasser aufwärts spritzte, nach und nach schärfere Ränder erhielten. Unsere Kessel bestätigen mit schönen Beispielen diese Schlussfolge.

Es geht aus den Beschreibungen hervor, dass die grösseren Kessel eine von den kleineren wesentlich verschiedene Form haben. Es sind auch nur die letzteren, welche hinsichtlich ihrer Form zutreffend mit Kesseln verglichen werden können; die grösseren dagegen haben alle eine verhältnissmässig zu ihrer oberen Weite erstaunliche Tiefe, sie sind tiefen Brunnen am meisten ähnlich. Wer die Kessel bei Kongshavn vor ihrer Leerung sah, konnte nicht ahnen, dass die mit 6 und 7 bezeichneten so ausserordentlich verschiedene Tiefen wie  $3\frac{1}{2}'$  und  $12'$  besitzen; während das Verhältniss zwischen den Durchmessern beider ungefähr wie 5:6, ist das Verhältniss zwischen den Tiefen wie 5:23. Das Verhältniss zwischen dem Durchmesser oben und der Tiefe bei dem grössten dieser zwei Kessel ist also ungefähr wie 1:3; bei dem grossen Kessel zu Bakkelaget ist das Verhältniss sogar nahe wie 1:4. Die grösseren Kessel sind ferner nicht wie die kleineren am weitesten an ihrer Mündung, sie haben vielmehr in grösserer Tiefe ihren bedeutendsten Durchmesser. Endlich zeigen sie nur am Boden, nicht höher hinauf die erwähnte Spiralbildung deutlich entwickelt. Diese vereinigten Thatsachen lehren, dass, wenn die Tiefe der Kessel sehr ansehnlich wurde, der aufwärts getriebene Wasserstrom, welcher, unserem Experiment gemäss, wesentlich das Reibmaterial herumwirbelte, nur bis zu gewisser Höhe über dem Boden die grösseren Steine emporzureissen im Stande war. So wurden die tieferen Theile der Kessel mehr als die höheren ausgedreht, während wohl der feinere durch den emporsteigenden Strom mitgerissene Kies die im oberen Theile des Kessels vielleicht früher gebildete Spirale verwischen konnte, ohne selbst eine neue Spirale zu bilden. So könnte man sich also vielleicht die Dimensionen zwischen den grossen und den kleinen Kesseln, die überwiegende Weite in der Tiefe bei den ersteren, ihre Spiralwindung am Boden u. s. w. erklären.

Als wir die Reibsteine (die wir nur von grossen Kesseln besitzen, weil wir keinen kleineren mit seinem ursprünglichen Inhalte fanden) erwähnten, machten wir darauf aufmerksam, dass ihr Ansehen von dem des unregelmässig gestalteten Kiesel, in dem sie eingebettet sind, auffällig verschieden ist. Die kleinsten unserer vollkommenen Reibsteine maassen über

3"\*) , die meisten waren aber viel grösser. Die Ursache dieser Erscheinung ist wohl die, dass aller kleinerer Kies, der in den siedenden Kessel herabstürzte, sogleich ausgeworfen wurde, während nur die grösseren Steine fortdauernd umhergeschleudert wurden. Der feinere Kies, den wir zusammen mit den Reibsteinen fanden, rührt dann vielleicht aus jener Zeit her, da der Wasserfall beinahe aufgehört hatte, und er den Inhalt nur so viel umzuwirbeln vermochte, dass die gröberen und feineren Theile desselben gemischt wurden, nicht aber die letzteren aus dem tiefen Kessel herausgeschleudert wurden. Uebrigens ist zu beachten, dass das Allerfeinste, der Thon, welcher in gewöhnlichen Gletscherablagerungen sich häufig findet, fast ganz und gar aus dem Kiese, in welchem die Reibsteine liegen, ausgewaschen ist. Ein Gleiches scheint auch mit Bezug auf den Inhalt der höherliegenden Kessel stattgefunden zu haben. Könnte man die Höhe über dem Boden, bei welcher der ausgewaschene Kies aufhöre, der nicht ausgewaschene anfangt, in jedem einzelnen Falle festsetzen, so würde daraus vielleicht zu folgern sein, wie hoch über dem Boden der Kessel gefüllt war, als der letzte Rest des Wasserfalls versiegte. Dies geschah vielleicht lange nach der Bildung der eigentlichen Reibsteine.

Es wurde schon mehrmals erwähnt, dass in unsern beiden grössten Kesseln Reibsteine theils am Boden gefunden wurden, theils auf einem höheren Niveau, von denen am Boden durch gewöhnlichen Kies getrennt. Nun lehrte uns der Versuch mit dem Glasgefäss, dass ein kräftiger Wasserstrahl den Kies von einer gewissen Grösse gerade vom Boden emporzuschleudern, dann auch das Gefäss völlig zu leeren vermochte, wenn es auch bis zum Rande mit Kies gefüllt gewesen. Das Wasser wirbelte alsdann erst die oberste Schicht auf und schleuderte sie heraus, ergriff alsdann die nächste Schicht und warf auch diese heraus und so weiter, bis das Gefäss völlig geleert war. Wenn wir nun ein wenig Kies ins Gefäss brachten, und der Strahl so schwach war, dass er den Kies nur etwas an den Wänden aufwärts schleudern, nicht aber herauswerfen konnte, dann blieb nach Hinzufügung einer neuen

---

\*) Man kennt von anderen Orten kleinere derselben, z. B. von Kesseln in Guldalen (HAUAN).

Menge von Kies, die untere Partie immer ruhig liegen, während die oberste Schicht in Bewegung war. Wenn wir dies auf die erwähnten Kessel anwenden, können wir uns denken, es sei der letzte Abschnitt ihrer Bildung der gewesen, dass eine grössere Menge Schutt, Steine und Blöcke auf einmal in sie herabstürzte, wodurch die Reibsteine begraben wurden und später ruhig liegen blieben, indem später nur die obersten Steine des herabgestürzten Schuttes herumgewirbelt und zu Reibsteinen umgeformt wären. Uebrigens lässt sich auch denken, dass der Wasserfall eine Zeitlang aufhörte, wodurch der Kessel nach und nach sich füllte, und dass der wiederkehrende Wasserfall nur die obersten Steine herumschleudern im Stande war.

Die Bildung der sowohl durch Grösse als ihre übrigen Verhältnisse so merkwürdigen Kessel zu Bakkelaget könnte dann vielleicht in folgender Weise skizzirt werden:

Während der Eiszeit stürzte hier ein mächtiger Wasserfall durch das Eis gegen den Felsen herab, und bildete den Kessel mit seiner spiralig gedrehten Wand zunächst so, wie er nach vollendeter Leerung sich zeigt. Einige seiner Drehwerkzeuge hat der Wasserfall zurückgelassen, — die Reibsteine am Boden. Darnach trat eine Ruheperiode ein, während welcher in den Kessel Schutt und Steine herabstürzten, indem auch feiner Sand, ja ein wenig Thon sich ablagerte. Nach dem Herabfallen der zwei grössten Blöcke, muss wieder ein Wasserfall im Kessel herumgewirbelt sein, welcher jene auf die erwähnte Weise abgenutzt und gerundet hat, während die unterliegende Partie unbewegt blieb. Auch höher hinauf finden sich Spuren von der Arbeit wirbelnden Wassers, namentlich die zwischen den zwei Schollen liegende Anhäufung von Reibsteinen. Endlich muss dann der Wassersturz aufgehört und allmählig Schutt und Steine in den Kessel herabgestürzt sein, zuletzt die festgepackten, gewaltigen Blöcke, die gleichsam eine Decke über dem Kessel bildeten.

Die Ausbohrung der Kessel c, unfern des Gutes des Herrn THUS, wo die Vollkommenheit der Reibsteine vom Boden nach oben abnahm, scheint mehr allmählig aufgehört zu haben.

Hinsichtlich des Schuttes, der auf den Reibsteinen ruht, also über dem Theil des Inhalts der Kessel, welcher augen-

scheinlich in der Bildung eine Rolle gespielt hat, so ist es schwierig, etwas Bestimmtes darüber zu sagen, wann und wie derselbe in die Kessel herabgestürzt sei. In den von uns beschriebenen Kesseln besteht dieser obere Schutt aus Kies, oft mit einer Menge grosser Blöcke, und kann kaum von gewöhnlichen Gletscherablagerungen getrennt werden. Aller Wahrscheinlichkeit nach ist derselbe in der Eiszeit selbst in sie herabgestürzt.

Was die von Kongshavn beschriebenen Kesselscherben betrifft, so führt uns kaum Etwas zu der Annahme, sie seien nur Theile ganzer Kessel, deren Ergänzung aus dem Eise selbst bestanden hätte; sie sind ihrem ganzen Ansehen nach wohl nur angefangene ganz gewöhnliche Kessel.

Es muss unentschieden bleiben, ob der fusstapfenförmige Kessel a und die zu derselben Gruppe gehörenden und benachbarten Kesselscherben ihr Ansehen durch die Form der herabstürzenden Wasserfälle bekommen haben, oder ob sie durch Wasserfälle gebildet sind, die ihre Stelle in der Richtung der Bewegung des Eises veränderten; sie sind nämlich in dieser Richtung ausgezogen, was nicht bei den übrigen Kesseln der Fall ist, die im Gegentheil sich in einer auf diese beinahe senkrechten Richtung ausgezogen zeigen.

Schliesslich können wir nicht unterlassen, auf einen wie es scheint höchst bemerkenswerthen Umstand aufmerksam zu machen. Die von uns beschriebenen Riesenkessel, deren Bildung wahrscheinlich durch grosse Mühlen zur Eiszeit erfolgte, sind im Allgemeinen in der Meeresnähe gelegen. Nun erzählen uns die Terrassen und Muschelablagerungen, dass das Land bei dem Schluss der Eiszeit ungefähr 500' tiefer als jetzt lag. Wenn nun die Bildung der Kessel zu einer Zeit, als das Land 500' tiefer als jetzt lag, stattgefunden hätte, so scheint sich eine Schwierigkeit der entwickelten Erklärung entgegenzustellen.

Nehmen wir einmal an, es habe am Schlusse der Eiszeit von der Oberfläche des Eises hinabreichend bis zu einem unseinerer Kessel, der 500' tiefer als das damalige Meeresniveau gelegen, eine brunnenartige Röhre existirt (Fig. 6); denken wir uns ferner, es wäre dieselbe in ihrer ganzen Länge geschlossen und dicht, dann würde ein Fluss, der in diese Röhre herabstürzte, dieselbe nach und nach füllen und darnach seinen Weg

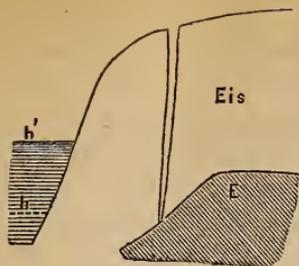


Fig. 6.

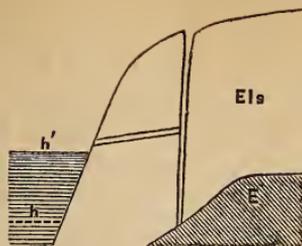


Fig. 7.

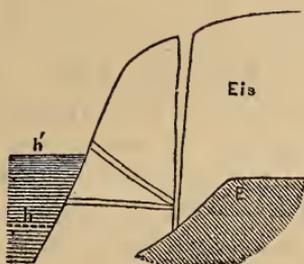


Fig. 8.

E = Egeberg.

$h'$  = Das Niveau des Meeres der Eiszeit.

$h$  = Das jetzige Niveau des Meeres.

fortsetzen müssen, als ob keine Röhre vorhanden; es würde auf diese Weise kein Wirbel am Boden der Röhre entstanden sein.

Hätte die Röhre dagegen Risse, so wäre das Verhältniss ein anderes gewesen; es lassen sich hier zwei Fälle denken. Wenn sich der Riss in der Röhre über dem damaligen Meeresspiegel öffnete (Fig. 7), und dieselbe unterhalb des Risses geschlossen wäre, würde sie mindestens bis zum Risse mit Wasser angefüllt gewesen sein. Ein Gleiches hätte eintreten müssen, wenn der Riss in der Röhre unterhalb des damaligen Meeresspiegels sich befunden hätte (Fig. 8). Es ist nämlich einleuchtend, dass der Riss in diesem Falle entweder im Meere selbst enden konnte, infolge dessen dieses eindringen und die Röhre bis zu einer Höhe von 500' füllen musste, oder auch über dem Meeresspiegel enden konnte, wobei das Wasser in der Röhre noch höher stehen würde.

Ein herabstürzender Wasserfall hätte also in allen Fällen durch eine Wassersäule von mindestens 500' herabwirken müssen, um den Boden zu erreichen, was — wie früher entwickelt — zur Bildung eines Kessels nothwendig war. Durch diese Arbeit (eine ruhende Wassersäule zu durchdringen) hätte die Kraft des Wasserfalls rasch gegen den Boden hin abnehmen und also, um in der That denselben zu erreichen, von Anfang an ganz enorm sein müssen. Sogar des kleinsten Kessels Bildung würde also eine ungeheure Kraft beansprucht haben. Die Grösse der Kraft müsste von mehreren Verhältnissen abhängig gewesen sein: von der dem Lotbrechten mehr oder weniger genäherten Richtung, namentlich aber von der Wassermenge und der Höhe des Falles. Die Phantasie hat hier freien Spielraum; eine mehr sorgsame Betrachtung muss aber die Frage aufwerfen, ob man wohl ohne Weiteres behaupten dürfe, dass so erstaunliche Verhältnisse wirklich in der Eiszeit existirt haben. Die Annahme würde jedenfalls ein grossartiges Abschmelzen gegen den Schluss der Eiszeit voraussetzen müssen.

Wenn man dagegen annehmen dürfte, es habe das Land vor der Eiszeit einmal höher gelegen, wofür allerdings bis jetzt die Beweise fehlen — dann könnten die Kessel vor dem Ende der Eiszeit gar nicht entstanden sein, wobei dann die erwähnte Schwierigkeit wegfallen würde.

---

### Literatur.

- N. HERTZBERG: Om Ouse - dalens Markvardigheder. Mag. for Naturv. Christiania 1826, 7. Band.
- JEAN DE CHARPENTIER: Essai sur les glaciers et sur le terrain erratique du bassin du Rhône. Lausanne 1841; Auszug bei DOLLFUS - AUSSET: Matériaux pour l'étude des glaciers. Paris 1863—65, tome 3<sup>me</sup>.
- COLLEGNO: Bulletin de la soc. géologique de France. 1844—45.
- SCHEERER: Beiträge zur Kenntniss des Säfströmischen Frictions-Phänomens, Pogg. Ann. 1845.

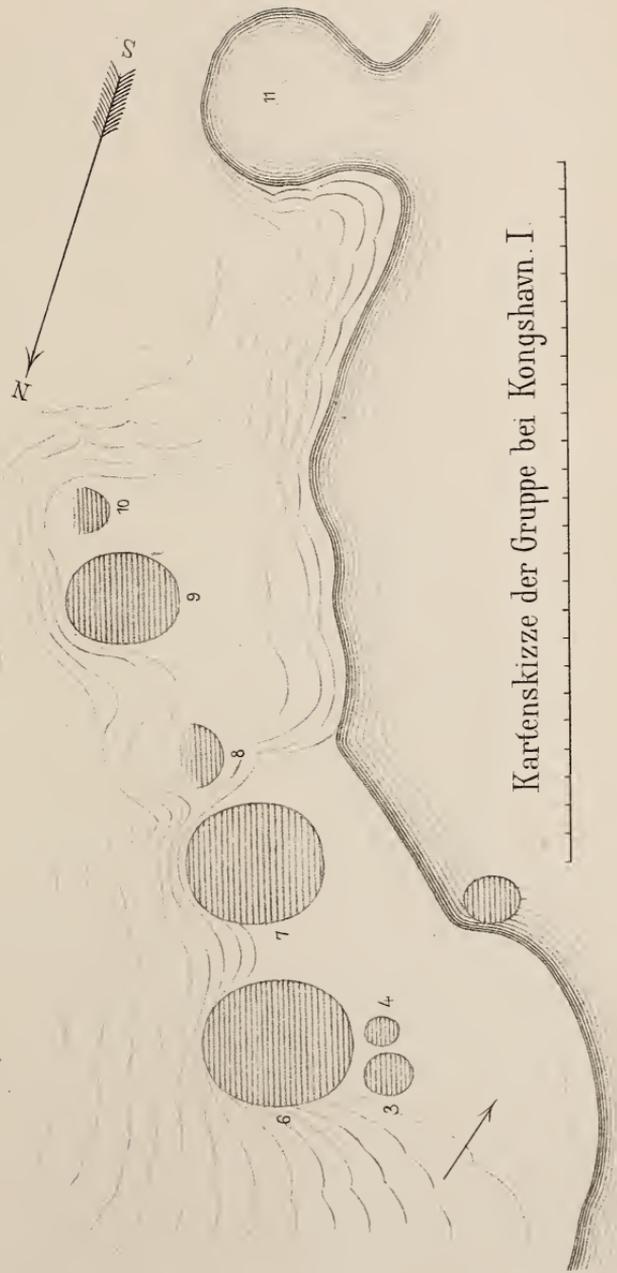
- H. HOGARD: Recherches sur les glaciers et sur les formations erratiques des Alpes et de la Suisse. Epinal 1858. Auszug bei DOLLFUS - AUSSET: Matériaux etc. tome 5<sup>me</sup>.
- DOLLFUS-AUSSET: Matériaux pour l'étude des glaciers. Paris 1863—65.
- VON POST: Bidrag til jättegrytornas kännedom Ofvers af kungl. Vetenskap-Akademiens Forhandlingar 1866.
- S. A. SEXE: Märker efter en Istid i Omegnen af Hardangerfjorden. Univ. Program. Christiania 1866.
- G. VON HELMERSEN: Riesenkessel in Finland. Mémoires de l'académie impériale de St. Petersbourg 1867, tome II.
- A. ERDMANN: Bidrag til kännedomen om Sveriges quartäre bildningar. Stockholm 1868.
-

Die Höhe ü. M. N<sup>o</sup> 3 und 4 = 17"

"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
5	=	0'	.	17"						
6	=	1'	3"							
7	=	1'	4"							
8	=	6'								
9	=	8'								
10	=	8'	6"							
11	=	0'								

Die Tiefe des Kessels N<sup>o</sup> 6 - 16'

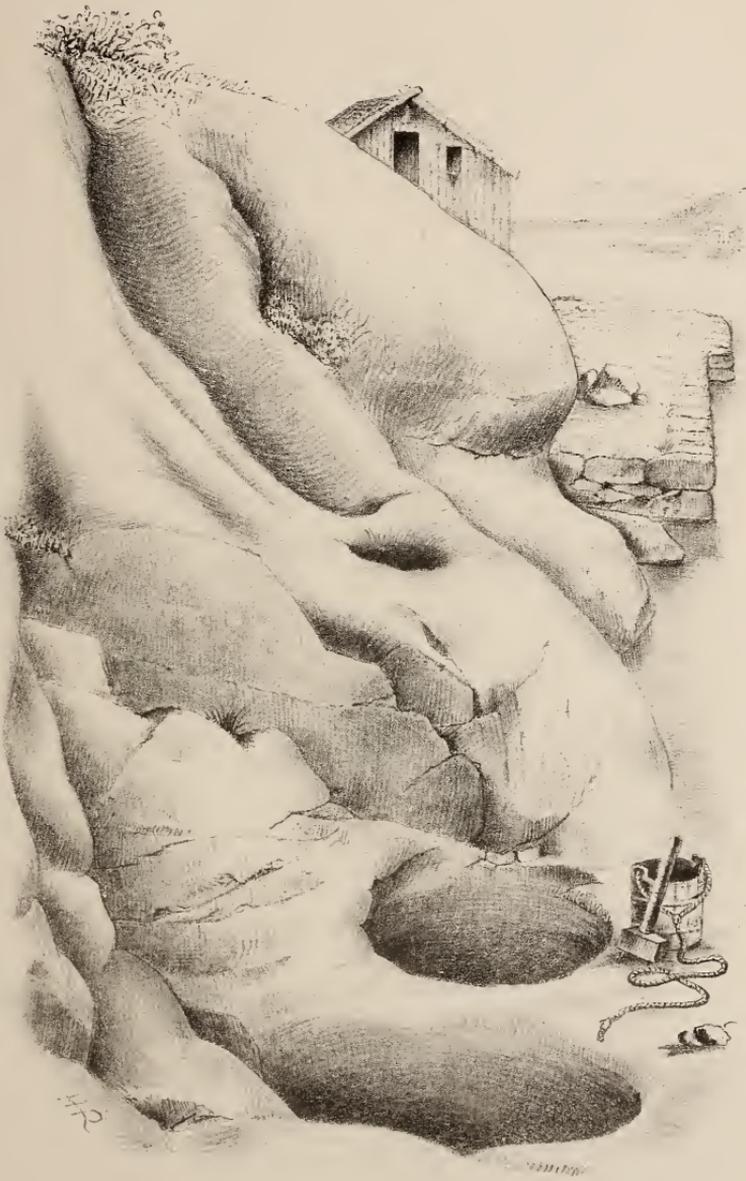
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
7	=	3'	7"							
9	=	4'								



Kartenskizze der Gruppe bei Kongshavn. I.

Lith von Laue.





Die Gruppe bei Kongshavn. I.

(Kessel 6, 7, 8, 9, 10 sichtbar.)

Lith. von Laue



Fig. 1.

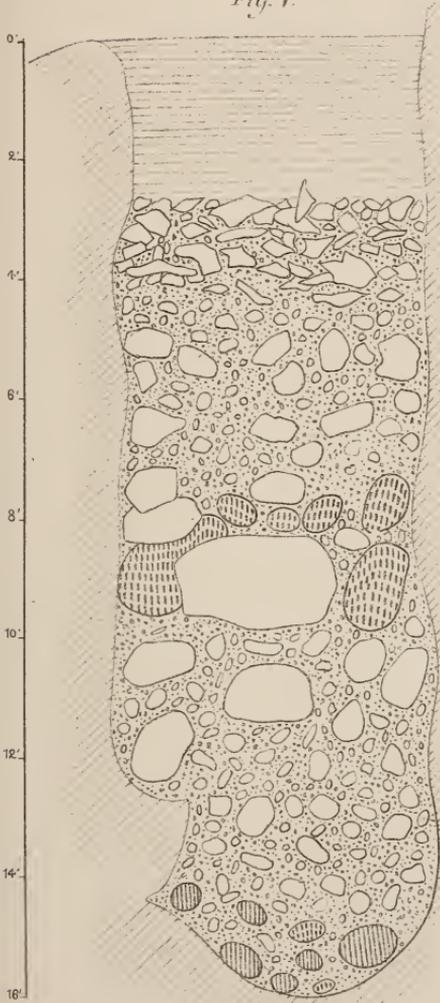


Fig. 2.



Der Kessel N<sup>o</sup> 7  
bei Kongshavn.

Fig. 1a.



Derselbe Kessel.  
Maassstab wie der auf Taf. XXVIII.

-  Vollkommen ausgebildete Reibsteine.
-  Minder vollkommen ausgebildete Reibsteine.

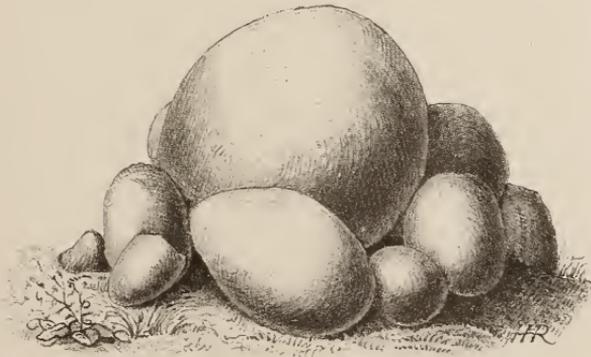
Der Kessel N<sup>o</sup> 6 bei Kongshavn.

Lith. von Laue.





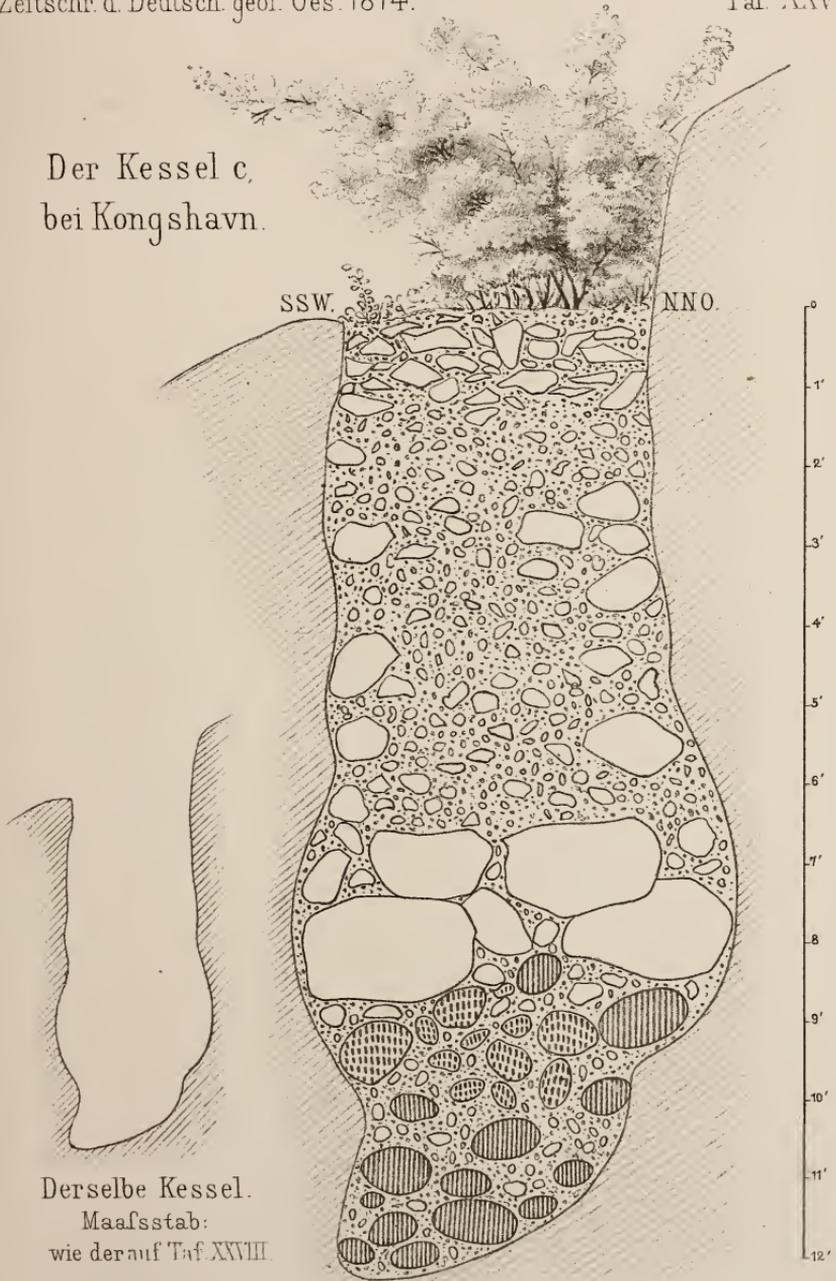
Ohne Auswahl genommene Steine. Tiefe  $9\frac{1}{2}^{\circ}$   
Blöcke.



Ohne Auswahl genommene Steine. Tiefe  $16^{\circ}$  an der östlichen Wand.  
Reibsteine.

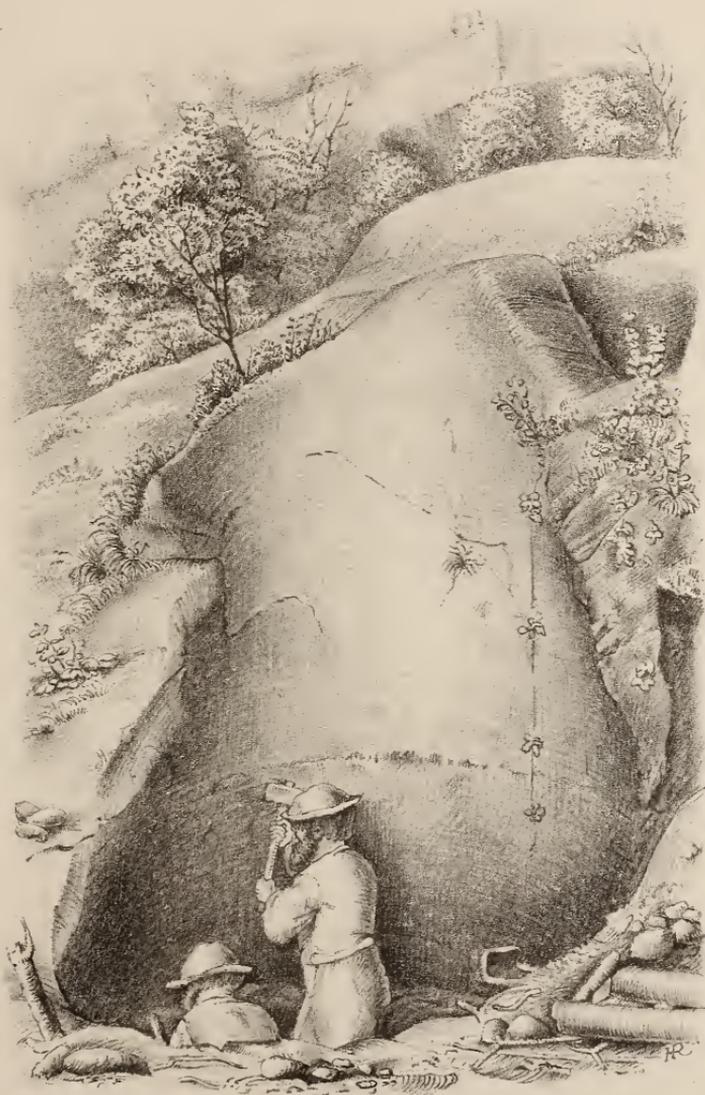


Der Kessel c,  
bei Kongshavn.



Derselbe Kessel.  
Maafsstab:  
wie derauf Taf. XXVIII.

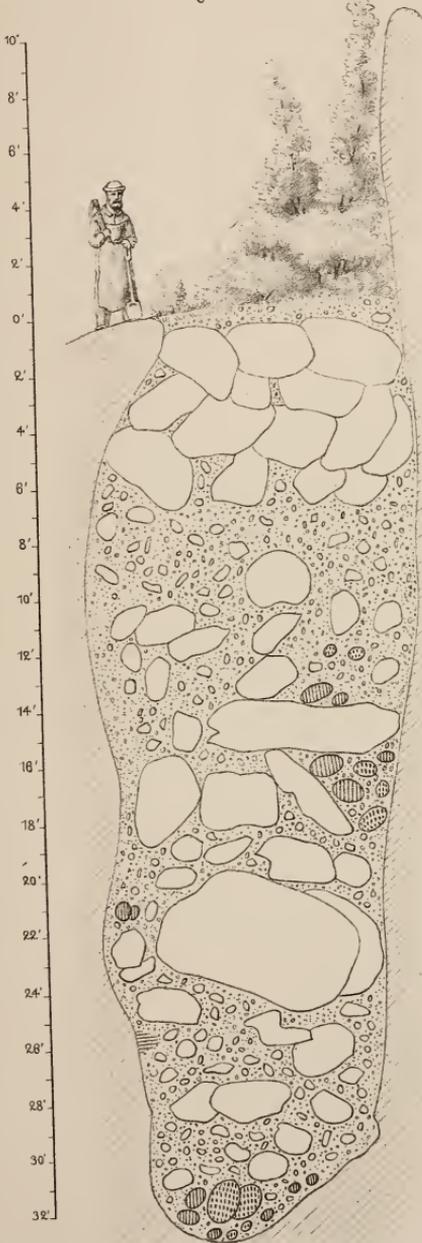




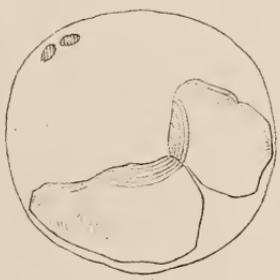
Riesenkessel zu Bakkelaget.

Lith von Laue





Der grosse Kessel nach der Leerung von oben gesehen.



Die zwei grossen Blöcke in der Tiefe 22' von oben gesehen.

Riesenkessel zu Bakkelaget.

Lith. von Laue.

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1873-1874

Band/Volume: [26](#)

Autor(en)/Author(s): Brögger W. C., Reusch Hans Henrik

Artikel/Article: [Riesenkessel bei Christiania. 783-815](#)