

Beiträge zur Kenntniss des SEFSTRÖM'schen Friktions-Phänomens,

(zweiter Theil)

von

Herrn Professor TH. SCHEERER
in *Freiberg*.

Mit Tafel IV—VI.

Im LXVI. Bande von POGGENDORFF's Annalen, S. 269, unterwarf ich einige Verhältnisse des *Skandinavischen* Friktions-Phänomens einer näheren Betrachtung und suchte dabei darzuthun, dass die Ursachen desselben mit weit grösserer Wahrscheinlichkeit einer petridelaunischen Fluth, als einer Gletscher-Bedeckung zuzuschreiben seyen. Die Resultate meiner Beobachtungen schlossen sich also in dieser Beziehung den bereits früher durch SEFSTRÖM, BÖTHLINGK, KEILHAU und DUROCHER gewonnenen an. Zugleich stehen sie in Harmonie mit dem Inhalte einiger neuerer Abhandlungen* des zuletzt genannten Forschers.

Ungeachtet der zahlreichen Belege, welche für die SEFSTRÖM'sche Theorie (petridelaunische Fluth) beigebracht worden sind, haben AGASSIZ und seine Schüler bis jetzt keineswegs

* *Études sur les phénomènes erratiques*, in *Bull. géol. b*, IV, 29.
Sur les glaciers du nord et du centre de l'Europe, in *Ann. des mines*, d, XII, 3.

ihre, sich besonders auf das *Schweitzische* Friktions-Phänomen stützende Ansicht (Gletscher-Bedeckung) aufgegeben. Vielmehr hat sich in jüngster Zeit der Kampf zwischen der SEFSTRÖM'schen und der AGASSIZ'schen Schule mit vieler Wärme erneut, und beide Parthien scheinen gegenwärtig einander schroffer gegenüber zu stehen als zuvor. Das Amt eines Vermittlers zu übernehmen vermag mit Aussicht auf Erfolg nur der, welcher sowohl das *Skandinavische* als das *Schweitzische* Friktions-Phänomen an Ort und Stelle gründlich studirt hat. Da sich die von mir gesammelten Erfahrungen nur auf das nordische Phänomen erstrecken, so steht mir über jenes andere kein Urtheil zu. Ich muss mich daher in diesem Aufsatze ausschliesslich auf das erste beschränken, hoffe aber, dass es mir gelingen werde, die Kenntniss desselben nicht unwesentlich zu erweitern.

Ehe ich zur Mittheilung meiner neueren Beobachtungen übergehe, möge es mir vergönnt seyn, einige allgemeine Betrachtungen vorzuschicken, welche mir bei der Entscheidung über den Ursprung des Friktions-Phänomens von Wichtigkeit erscheinen.

Bereits von mehren Forschern, welche ihre Aufmerksamkeit dem Friktions-Phänomen zugewendet haben, ist es anerkannt worden, dass der Ursachen mehre möglich seyn, durch welche eine Fels-Oberfläche ein polirtes und geritztes (geschrammtes, gestreiftes) Ansehen erlangen könne. Von diesen Ursachen dürften hier hauptsächlich die folgenden zu berücksichtigen seyn:

1) Gletscher-Bewegung. Besonders durch Beobachtungen von AGASSIZ, CHARPENTIER und DUROCHER* ist es

* Man sehe die bereits zitierte, in mehrfacher Beziehung höchst interessante Abhandlung: *sur les glaciers du nord etc.* — Die durch Abnahme der *Justedal*-Gletscher (Norwegen) blossgelegte, sehr ausgedehnte Fels-Fläche bietet die ausgezeichnetste Gelegenheit zur Beobachtung der schrammenden und polirenden Wirkung eines Gletschers dar. In Sonderheit gilt Diess von dem *Faabergstol*- und *Nygaard*-Gletscher. Die älteren Diluvial-Schrammen können hier nicht leicht mit den später erzeugten Gletscher-Schrammen verwechselt werden, weil beide einander fast unter rechten Winkeln schneiden, und weil sich erste nur innerhalb der Moränen finden.

erwiesen, dass ein in seiner normalen Bewegung begriffener Gletscher den Fels-Boden seines Bettes abschleift, polirt und schrammt. Selbst die eifrigsten Vertheidiger der SEFSTRÖM'schen Theorie werden diese Thatsache nicht länger in Abrede stellen.

2) Geschiebe-Fluth. Hierunter ist ein, sich mit grosser Heftigkeit bewegender, mächtiger Wasser-Strom zu verstehen, welcher Sand und grössere Gesteins-Bruchstücke mit sich führt. Die Wirkungen einer solchen petridelaunischen oder erratischen Fluth lassen sich, da sie ausschliesslich einer vormenschlichen Zeit angehören, nicht in der Art thatsächlich erweisen, wie die der Gletscher-Bewegung. Aber weder die Möglichkeit einer solchen Fluth, noch ihre abscheuernde und ritzende Einwirkung auf den Fels-Boden können einem Zweifel unterliegen. Es lässt sich einsehen, dass — indem sich hier Geschwindigkeit mit Masse vereint — auf diese Weise ein ungleich grösserer Effekt herorgebracht werden muss, als durch einen sich nur schleichend bewegendem starren Gletscher. Unmöglich können solche Furchen und Thal-artige Rinnen, wie sie von DUROCHER* und mir** in dem *Skandinavischen* Fels-Boden nachgewiesen wurden, von Gletschern ausgehöhlt worden seyn.

3) Fels-Rutschung. Die sogenannten Rutsch-Flächen, Harnische, Fels-Spiegel u. s. w., welche durch heftige Reibung zwischen einer ruhenden und einer bewegten Fels-Masse entstehen, sind eine allgemein bekannte Erscheinung.

Alle drei genannten Ursachen bringen polirte und geritzte Fels-Oberflächen von mitunter so ähnlicher Beschaffenheit hervor, dass — wenigstens in Handstücken — keine Unterscheidung möglich ist. Von den folgenden Ursachen, welche ebenfalls eine gewisse Abnutzung*** und Abscheuerung der

* *Sur quelques faits pour servir à l'histoire des phénomènes erratiques de la Scandinavie; Bull. géol., b, III, 65.*

** POGGENDORFF's Ann. Bd. LXVI, S. 269.

*** Das Wort „Abnutzung“ in dem hier verstandenen Sinne zu gebrauchen wird durch den Mangel eines passenderen deutschen Wortes entschuldigt.

Fels-Oberfläche zur Folge haben, lässt sich Diess dagegen nicht behaupten, indem sie wohl höchstens nur eine polirende Wirkung ausüben, aber gewiss niemals derartig geschrämte Fels-Oberflächen hervorbringen, wie dieselben bei den vorgedachten Friktions-Erscheinungen zu den normalen gehören.

1) *Wellen-Bewegung an der Meeres-Küste.*
 Dass die Wellen, theils durch unmittelbares Anprallen und Anspülen, theils mittelst der durch sie bewegten Sand- und Geschiebe-Massen die scharfen Kanten und rauhen Oberflächen der innerhalb ihres Bereiches liegenden Fels-Partie'n abrunden und glätten, davon kann man sich an den *Skandinavischen Küsten* vielfach überzeugen. Besonders aber an denjenigen Küsten-Strichen wird Diess augenfällig dargelegt, wo das Meeres-Niveau beträchtlichen periodischen Veränderungen unterworfen ist. Hier zieht sich — vorausgesetzt, dass die bezüglichen Stellen der heftigen Einwirkung des aufgeregten Meeres hinreichend blossgelegt sind — ein breiter Gürtel der Abnutzung an dem felsigen Ufer entlang. Die Art dieser Abnutzung ist jedoch, nach der Beschaffenheit des betroffenen Gesteins, eine verschiedene. Nur Gebirgsarten von einer — wenigstens in Bezug auf Härte und Verwitterbarkeit — mehr oder weniger gleichartigen Masse werden hierbei gleichförmig abgenutzt; andere erhalten eine angefressene, im Kleinen unebene Oberfläche. So z. B. sah ich an mehreren Stellen der *Norwegischen Küsten* granitische Massen, welche, obgleich in ihren grösseren Konturen abgerundet, zahlreiche rundliche Quarz-Körner wie aus einem Konglomerate hervortreten liessen. Schieferiger Gneis findet sich häufig in der Weise ausgewaschen, dass einzelne härtere Schicht-Blätter beträchtlich daraus hervorragen. An mehreren Stellen der *Norwegischen Südwest-Küste* namentlich in der Gegend von *Flekkefjord* treten kleine kristallinische Massen von Titaneisen — Nägeln und Haken nicht unähnlich — aus dem dort verbreiteten Norite heraus. Anders verhält sich Diess ohne Zweifel unterhalb der Meeres-Oberfläche, wo Sand- und Gesteins-Brocken durch das bewegte Meer über den Fels-Boden hingeschleift werden. Hier dürfte ein höherer Grad von Politur, zuweilen vielleicht selbst

eine Art von Schrammung erfolgen. Diese Schrammen können aber im Allgemeinen den Charakter der eigentlich sogenannten Friktions-Streifen nicht an sich tragen; denn unmöglich können sie — bei der grossen Veränderlichkeit der Wellen-Richtung — auf grössere Distanzen so geradlinig und parallel fortlaufen, wie Diess bei jenen zur Norm gehört.

2) Wasser-Strömung in Fluss-Betten und kleineren Rinnsalen. Hierdurch werden unter gewissen Umständen Fels-Abrundungen und Auswaschungen von nicht unbeträchtlicher Intensität hervorgebracht. Besonders bei Wasser-Stürzen und sogenannten Stromschnellen hat man zuweilen Gelegenheit, Diess zu beobachten. Gebirgsarten, wie Kalkstein, manche Sandsteine u. s. w., werden an solchen Lokalitäten durch die unausgesetzt wirkende mechanische (zum Theil auch wohl chemische) Kraft des Wassers leicht angegriffen; selbst härtere Gesteine, wie Gneiss, Granit, Porphyr u. s. w., widerstehen dieser Einwirkung keineswegs gänzlich. Mitunter gräbt das sich mit Schnelligkeit bewegende, ja selbst das nur rinnende Wasser Furchen und Kanal-ähnliche Vertiefungen in weichere Gesteine ein. Die sogenannten „Karren“ der *Schweitzer* (Lapiaz der *Savoyer*) verdanken höchst wahrscheinlich einer solchen Ursache ihre Bildung. Auch durch den Wellenschlag an der Meeres-Küste können Auswaschungen ähnlicher Art entstehen. Nicht leicht aber sind diese Furchen und Rinnen mit denen zu verwechseln, welche in *Norwegen* so überaus häufig und weit verbreitet selbst in den härtesten Gesteinen vorkommen und von den meisten Beobachtern der pedridelaunischen Fluth zugeschrieben werden. Die Furchen der ersten Art (Auswaschungs-Furchen) sind meist nur von unbeträchtlicher Länge und haben selten eine vollkommen geradlinige Richtung, sondern gewöhnlich einen undulatorischen Verlauf oder divergirende, mitunter ganz unsymmetrisch geformte Wände. In der Regel besitzen ihre Wand- und Boden-Flächen nur eine schwache Glättung, welche kaum den Namen Politur verdient; sind dieselben, was allerdings vorkommt, geschrammt, so rührt diese Schrammung von einer spätern Ursache her. Treten Friktions-Streifen in ihrer Nähe

auf, so überschneiden diese die Furchen unter grösseren oder kleineren Winkeln. Ferner lässt es sich bei den Auswaschungs-Furchen, besonders wenn mehrere derselben nebeneinander auftreten, zuweilen deutlich erkennen, dass sie durch niederwärts bewegtes Wasser entstanden, oder dass sie — wie an der Meeres-Küste der Fall — durch auf- und nieder-gehende Wellen gebildet wurden. Ganz anders verhält sich Diess mit den erraticen Furchen und Rinnen. Bei diesen spricht es sich gewöhnlich mit grösster Entschiedenheit aus, dass eine aufwärts und unausgesetzt in unveränderter Richtung bewegte Wasser- und Schutt-Masse ihre Entstehung veranlasste. Unter den weiter unten angeführten Beispielen wird man unzweideutige Belege für diese Thatsachen finden.

3) Verwitterung. Auch diese bringt eine, wenigstens im Grossen ausgesprochene Abrundung ursprünglich scharfer Fels-Contouren, wohl niemals aber eine entschiedene Glättung oder gar Politur der Oberfläche heror. Nur da, wo Verwitterung und Wasser gemeinschaftlich wirken, ist Letztes zuweilen in geringem Grade der Fall.

Die sämtlichen hier aufgezählten Ursachen der Fels-Abnutzung lassen sich, hinsichtlich der Art und Intensität ihres Effektes, auf folgende Weise am kürzesten charakterisiren.

Die Verwitterung rundet ab.

Das in Fluss-Betten und kleineren Rinnsalen sich bewegende Wasser rundet ab, glättet bis zu einem gewissen Grade und bringt zuweilen glattwandige Furchen und Rinnen hervor.

Der Wellenschlag an der Meeres-Küste rundet ab, glättet, wäscht glattwandige meist unregelmässig geformte Furchen und Rinnen aus und bewirkt vielleicht manchmal eine Art von Schrammung.

Der rutschende Fels und der Gletscher runden ab*, poliren und erzeugen oftmals weit fortsetzende parallele Schrammen und Furchen.

* Den Gletschern eine bedeutende Tendenz zum Abrunden beizulegen, ist wohl zu weit gegangen. Richtiger lässt sich ihre Abnutzungs-Weise in

Die petridelaunische Fluth rundet ab, polirt, erzeugt weit fortsetzende parallele Schrammen und Furchen und gräbt tiefe parallel-wandige Rinnen ein, deren Wände parallel geschrammt und gefurcht erscheinen.

Dass alle diese Abnutzungs-Agentien auf den *Skandinavischen* Fels-Boden einwirkten und zum Theil noch einwirken, kann als ausgemacht gelten. Eben so gewiss ist es, dass die stattgefundenen Wirkungen einiger derselben sich auf ein grösseres Areal erstrecken, als man ohne genauere Erwägung glauben sollte. So beschränkte sich die Wirkung des Wellenschlages keineswegs bloss auf einen verhältnissmässig schmalen Gürtel längs der jetzigen Küsten-Linie, sondern wir müssen — da *Skandinavien* beweislich ehemals grossentheils unter dem Meere versenkt lag und sich noch gegenwärtig in allmählichem Emporsteigen befindet — annehmen, dass viele Stellen des jetzt trocken liegenden und zum Theil weit von der Küste entfernten Fels-Bodens ehemals dem Wellenschlage ausgesetzt waren. Jenes Emporsteigen des ganzen *Skandinavischen* Fels-Gebäudes mag ausserdem zur Bildung grossartiger Rutschflächen Veranlassung gegeben haben. Unter solchen Umständen lässt sich nicht erwarten, dass der fast in seiner ganzen Ausdehnung abgenutzte und abgescheuerte Fels-Boden *Skandi-naviens* überall ein scharf ausgeprägtes Bild von nur einer und derselben wirkenden Ursache darbiete, sondern wir werden an vielen Orten einen Komplex verschiedenartiger Wirkungen ausgeprägt finden. So schwierig jedoch, wie hiernach die Entwirrung des komplizirten Phänomens erscheinen mag, ist dieselbe in der That nicht; denn diejenigen Friktions-Wirkungen, welche wir der erratischen Fluth zuschreiben müssen, sind in *Skandinavien*, ganz besonders aber in *Norwegen* in so grossartiger Weise ausgebildet und mit so kräftigen und sichern Zügen in den Fels-Boden eingegraben, dass jene anderen Agentien sie wohl stellenweise zu modifiziren, keineswegs aber in ihrer Lokalität wesentlich zu verändern vermochten.

manchen Fällen mit einer Abplattung vergleichen. Man sehe DUROCHER's *études sur les glaciers du nord etc.* in *Ann. des min. d.* XII, 111.

Der Grad der Schärfe und Intensität, mit welchem das erratische Friktions-Phänomen in verschiedenen Gegenden *Norwegens* auftritt, ist nicht überall derselbe. Theils hat die Konfiguration des Landes den Verheerungen der pedridelaunischen Fluth örtliche Schranken entgegengesetzt, theils haben später wirkende zerstörende Kräfte die ursprüngliche Schärfe und Intensität nachmals vermindert. Besonders die Verwitterung ist in solcher Weise thätig gewesen. So z. B. traf ich in dem gegen 25 geogr. Meilen langen, von NNW. nach SSO. laufenden *Sättersdal*, welches bei *Christiansand* ausmündet, ganz gegen meine Erwartung verhältnissmässig nur wenige und geringe Spuren erratischer Friktion*. Der Grund hiervon scheint hauptsächlich darin zu liegen, dass dieses Thal grösstentheils granitische Distrikte durchschneidet, deren Feldspath-reiches und grobkörniges Gestein in hohem Grade der Verwitterung ausgesetzt ist. Am südlichen Ende des Thales — im *Torrisdal* — nehmen dagegen Gneiss-Bildungen überhand, welche der Verwitterung ungleich besser widerstanden haben. Hier tritt sogleich das Friktions-Phänomen mit grosser Deutlichkeit hervor. Selbst isolirte schmale Gneiss-Zungen, welche sich durch die granitischen Distrikte ziehen, ja sogar einzelne im Granit eingeschlossene Gneiss-Bruchstücke findet man mit Friktions-Streifen bedeckt, während der benachbarte Granit eine unebene zerfressene Oberfläche besitzt und nur durch eigenthümlich abgerundete Konturen im Grossen die Spuren erratischer Fluth beurkundet. In gleicher Weise traf ich das Friktions-Phänomen an der Südküste *Norwegens*, in der Umgegend von *Flekkefjord* fast nirgends mit grosser Schärfe und Deutlichkeit ausgeprägt. Auch hier herrschen Feldspath-reiche, meist zur Formation des *Norites*** gehörige Gesteine vor, welche zum Theil bis zur Zerbröckelung verwittert sind. — Als Gegensätze zu diesen Beispielen von geringer Schärfe und Intensität der Friktion kann unter andern fast der ganze ausgedehnte Landstrich östlich von *Sättersdalen* bis über *Christiania* hinauf

* *Nyt Magazin for Naturvidenskaberne*, Bd. IV, S. 431.

** *Gaea Norvegica*, Hft. II, S. 313.

erwähnt werden. Vorzugsweise aber sind es einige flachere Küsten-Gegenden innerhalb dieses Distriktes, welche das Friktions-Phänomen in einem wahrhaft Staunen-erregenden Grade hervortreten lassen. Bereits KEILHAU* und DUROCHER** sowie auch ich in meiner oben zitierten Abhandlung haben Schilderungen einzelner Punkte dieser Gegenden entworfen; allein der Reichthum derselben an hierher gehörigen interessanten Vorkommnissen ist so überaus gross, dass er wohl schwerlich jemals erschöpft werden dürfte.

Jenen schon zur Kenntniss des Publikums gelangten Beispielen erlaube ich mir noch folgende neue hinzuzufügen***.

I. Beispiele aus der Umgegend der Stadt *Kragerøe*.

1. Die Insel *Langøe*. Diese etwa $\frac{3}{4}$ geogr. Meilen nordöstlich von *Kragerøe* belegene, ungefähr $\frac{5}{8}$ Meilen lange und $\frac{1}{4}$ Meile breite Insel ist durch eine ungefähr 1000 Ellen breite Meerenge, *Vallesund*, vom Festlande getrennt. Allem Anscheine nach hat die einstmals aus dem Innern des Landes kommende und ziemlich rechtwinkelig auf die Küste gerichtete Geröll-Fluth den *Vallesund* überschritten und sich über die Insel *Langøe* hinbewegt. An dem westlichen Ufer derselben trifft man daher zahlreiche Friktions-Streifen und Furchen, welche von der Meerenge aus an dem pralligen Fels-Ufer der Insel emporsteigen. Eine dieser Ufer-Partie'n, in der Nähe des Hofes *Bjelvigen* ist Taf. IV, Fig. 1 im Grund-

* *Nyt Magazin for Naturvidenskaberne*, Bd. III, S. 135.

** *Sur quelques faits pour servir à l'histoire des phénomènes erratiques de la Scandinavie*; Bull. géol., b, III, 65.

*** Zum vollkommenen Verständniss mehrerer dieser Beispiele ist es erforderlich, eine möglichst genaue und detaillirte Karte von *Norwegen* zur Hand zu haben. Am meisten empfehlen sich hierzu die von der *Norwegischen* Regierung in mehreren Blättern herausgegebenen „Amts-Karten“. Ein ebenfalls genaues, aber in weniger grossem Maasstabe aufgeführtes Bild von dem Fels-Körper *Norwegens* liefern die beiden MÜNCH'schen Karten, eine grössere in 2 Blättern und eine kleinere in einem Blatte. Ältere Karten von *Norwegen*, wie z. B. die bekannte PONTOPPIDAN'sche, geben meist einen sehr unrichtigen Begriff von der eigenthümlichen Art der *Skandinavischen* Gebirgs-Struktur im Grossen.

riss abgebildet. Die Theile A, B, C und D derselben bestehen aus senkrecht geschichtetem, hor. 3—5 streichendem Gneisse. Alle tragen die Spuren heftiger Friktions-Wirkungen an sich. Sie zeigen sich vom Meere her abgerundet, polirt und mit annähernd parallelen, durchschnittlich hor. 8 streichenden Friktions-Streifen — in der Figur durch Parallel-Schraffirung angedeutet — bedeckt. Die Fels-Partie A erhebt sich einige Lachter hoch über die Oberfläche des Meeres und fällt unter circa 70° schroff nach dem Meere ab. An dieser 70° steilen, nach oben zu sich abrundenden Fels-Oberfläche laufen die Friktions-Streifen in gerader Richtung aufwärts. Dasselbe findet an der fast noch steileren Abdachung der Fels-Partie D (etwas niedriger als A) Statt. Einen geringern Widerstand hatte die Geschiebe-Fluth auf ihrem Wege über die Fels-Massen B (ungefähr 2 Lachter hoch) und C zu überwinden, deren Abdachungs-Winkel nur etwa 20° beträgt. Sie sind auf der der Fluth zugekehrt gewesenen Seite, *Stoss-Seite*, sehr vollkommen abgerundet, polirt und geschrammt, auf der *Lee-Seite*, β und γ , dagegen schroff abfallend, ohne Spur einer Friktions-Wirkung. Die muthmassliche Richtung der gegen die Fels-Ufer anschliessenden erratischen Fluth ist — sowohl bei diesen als bei mehreren der folgenden Figuren — durch Pfeile angedeutet. Zwischen den Partie'n A und B, B und C, C und D sind die tiefen Rinnen a, b und c in der zusammenhängenden Fels-Masse des Ufers ausgehöhlt. Dieselben laufen fast durchaus mit den Friktions-Streifen parallel, und ihre steilen zum Theil senkrechten Seitenwände bieten intensive Zeichen erratischer Friktion dar. — Einige, zur genaueren Erläuterung der gegebenen Zeichnung dienende Maasse sind mir, seit meinem Besuche dieser Gegenden (im Sommer 1846) leider verloren gegangen. So viel ich mich zu erinnern glaube, beträgt die Breite der Rinne b kaum mehr als eine Elle. — Das hier gegebene Beispiel von der Gestaltung einer gegen die pedridelaunische Fluth gerichteten Insel-Küste ist nicht etwa ein abnormes, sondern nur aus der Reihe unzähliger ähnlicher Vorkommnisse entlehnt. Die Küsten des Festlandes bieten begreiflicherweise meist ein anderes Bild des Friktions-Phänomens

dar; indem die aus dem Innern des Landes kommende Geröll-Fluth sich gewöhnlich in der Art über sie hinbewegte, dass die schroffen Lee-Seiten der abgerundeten Fels-Partie'n dem Meere zugekehrt sind.

2. *Külsfjord*. Die Ufer und Inseln dieses dicht unterhalb der Stadt *Kragerøe* von Ost nach West in das Land einschneidenden Meerbusens bieten mehre sehr instructive Beispiele des Friktions-Phänomens dar, von denen ich nur die beiden folgenden herausheben will.

In der kleinen Bucht *Rügervigen* am nörlichen Ufer des *Külsfjord* befindet sich die auf Taf. IV, Fig. 2a, b, c im Grundriss skizzirte Partie. AB in Fig. 2a ist ein von der Meeres-Seite her abgerundeter polirter und geschrammter Felsen. Die middle Richtung der Friktions-Streifen auf demselben ist hor. $9\frac{1}{2}$. Der Theil A ist von dem Theile B durch eine in der gemeinschaftlichen Fels-Masse ausgehölte, $\frac{3}{4}$ —1 Elle breite Rinne rr^1 getrennt, in welcher sich der elliptische Riesentopf R befindet, dessen kleinster Durchmesser $\frac{3}{4}$ Ellen und dessen grösster $\frac{7}{4}$ Ellen beträgt. Die Rinne rr^1 ist an ihren Wänden und am Boden stark geschrammt. Grössere Schrammen und Furchen steigen vom Meere aus an B hinauf. R ist ein zweiter kleinerer Riesentopf. In Fig. 2 b ist der mitten durch den Riesentopf R gehende senkrechte Längendurchschnitt der Rinne rr^1 abgebildet; in Fig. 2c die vordere — in Bezug auf Fig. 2b vergrösserte — Ansicht des Riesentopfes R nebst dem oberen Theile r^1 der Rinne rr^1 . Die Friktions-Streifen innerhalb der Rinne sind von der in der letzten Figur angedeuteten geschwungenen Gestalt. — Die Entstehungs-Art des Riesentopfes R ist sehr deutlich vor Augen gelegt. — Die in der Richtung der Pfeile (Fig. 2a) daherschiesende Geschiebe-Fluth bildete bei R einen Wirbel, hauptsächlich durch den Wand-artigen Fels-Absatz a b und die hervorragende Ecke a bewirkt. Dieser Wirbel konnte aber kein kreisrunder seyn, denn derjenige Theil der Fluth, welcher seinen Weg in der Rinne rr^1 aufwärts nahm, dehnte denselben zu einem elliptischen aus und veranlasste wahrscheinlich zugleich auch die innere eigenthümliche Gestaltung des Riesentopfes, wie sie sich aus dem Vertikal-Durchschnitt

Fig. 2b zu erkennen gibt. Die elliptisch herumbewegten Steine wurden zum Theil aus dem entstehenden Riesentopfe herausgewirbelt und verursachten jene in Fig. 2c angegebenen geschwungenen Friktions-Streifen. Wir haben hier ein instruktives Beispiel von dem, auch an andern Stellen ausgesprochenen genetischen Zusammenhange zwischen dem gewöhnlichen Friktions-Phänomen und den Riesentöpfen. Die erratische Fluth, welche das erste erzeugte, musste nothwendigerweise an dazu geeigneten Stellen auch die Entstehung der letzten veranlassen.

Etwa mitten zwischen der eben beschriebenen Stelle und der Stadt *Kragerøe*, ebenfalls dicht am Meeres-Ufer, befindet sich ein durch zahlreiche Riesentöpfe sehr ausgezeichneter Punkt. Man erblickt hier nicht weniger als 10 dieser Töpfe ganz nahe bei einander. Eine kleine, dicht vor dieser Stelle belegene Fels-Insel trägt deswegen den Namen *Kokken*, der Koch, weil der Volks-Glaube darin einen bei seinen Koch-Töpfen versteinerten Koch erblickt. Die Verhältnisse dieser interessanten Lokalität mittelst einer Zeichnung genau darzulegen ist äusserst schwierig; wenigstens überstieg es die mir zu Gebote stehende Zeit und Kunst. Der Grundriss Tf. IV Fig. 3, gibt daher nur eine ungefähre Vorstellung von der Gruppierung der Riesentöpfe, von oben angesehen.

Die Fels-Masse des Ufers steigt überall steil an. Die licht gezeichneten Partie'n sind beträchtlich — zum Theil wohl 5 Ellen und darüber — höher gelegen als die dunklen wenige Fuss über dem Meeres-Spiegel befindlichen, in welchen letzten die grösste Anzahl der Riesen-Töpfe ausgewaschen ist. Der nicht ganz Zirkel-runde nach der vorderen Seite offene Riesentopf 1 hat einen Durchmesser von 10—11 Fuss; seine Höhe (Tiefe), soweit dieselbe über dem Meeres-Spiegel liegt, ist von gleicher Dimension. Der ebenfalls nach einer Seite offene Topf 2 bildet im Grundriss eine Ellipse mit Durchmesser von circa 6 und 8 Fuss. Derselbe hat, wie durch Punktirung angedeutet, die Fels-Wand a b unterhöhlt.

Auf seinem Boden befindet sich der Topf 3, welcher oben durch eine flache Rinne mit dem Topfe 4 in Verbindung steht. 5 und 6 sind 2 in einander verlaufende Töpfe von

ungleicher Tiefe. 7 ist ein weit unter a b ausgehöhlter Topf von ungefähr 5' grösstem Durchmesser; 8 ein unregelmässig geformter, 9 ein ganz kleiner und 10 ein grösserer, anscheinend sehr tiefer Topf, auf dessen Boden sich — wie in 1 — Meer-Wasser und Steine befinden. Die Felsen-Vorsprünge c, d und e, welche ursprünglich vor der Einwirkung der Geröll-Fluth ohne Zweifel noch weiter vortraten, sind allem Anscheine nach die Ursachen mehrerer Wasser-Wirbel in dem schief gegen das Fels-Gestade anschliessenden Strome gewesen. Die Friktions-Streifen an den stark abgerundeten Fels-Partie'n sind weggelassen, um das ohnehin schon verwickelte Bild nicht noch mehr zu überladen.

3. *Frydenborg*. So heisst ein nordwestlich von *Kragerøe* dicht an dem südlichen Ufer des kleinen Meerbusens *Kalstad-Kilen* liegender Hof, dessen Umgebungen in dem Kärtchen Tf. IV, Fig. 4a skizzirt sind. Für unsern Zweck sind besonders die drei kleinen, aus nackten Felsen bestehenden Landzungen A, B und C in's Auge zu fassen, auf welchen die Friktions-Streifen die durch die Pfeile angedeutete Richtung haben. Die Geröll-Futh stürzte sich über diese Landzungen hin, ohne dass die ihr entgegengestellten steilen Fels-Wände derselben ein sonderliches Hinderniss dargeboten zu haben scheinen. Diess geht besonders aus der näheren Beschaffenheit der Landzungen B (*Söbod-Odden*) und C (*Sandaas-Odden*) hervor. — Fig. 4b ist die vordere Ansicht der Stoss-Seite a b der Land-Zunge B; Fig. 4c der senkrechte Querdurchschnitt dieser Landzunge, ungefähr in der Richtung der Friktions-Streifen (des Pfeiles) in Fig. 4a. Die Friktions-Streifen laufen hier an einer bis gegen 30' hohen und 65—70° steilen Felswand $\alpha \beta$ geradlinig heran; jedoch in Betreff ihrer seitlichen Neigung unter verschiedenen Winkeln, wie aus Fig. 4b zu ersehen. Durch theilweise Verwitterung des Gesteins sind die Friktions-Streifen nicht überall gleich stark sichtbar; an mehreren Stellen treten sie aber sehr scharf hervor. Bei v, w, x, y und z sind geschrammte Rinnen und Furchen in das Gestein eingeschnitten. Zwischen v und w befindet sich eine, nach der Stoss-Seite hin mit rundlicher Spitze auslaufende, intensiv abgescheuerte Fels-Masse; zwischen

y und z eine ganz ähnliche. — Die an ihrem erhabensten Punkte ebenfalls gegen 30' hohe Landzunge C gewährt, wenn wir die beiden in der Richtung ihrer Fortsetzung liegenden Inselchen C' und C'' als zu derselben gehörig betrachten, an der Stoss-Seite c d eine Ansicht, wie Fig 4, d zeigt. Ihre dem Stosse ausgesetzt gewesenen, nur theilweise mit deutlichen Friktions-Streifen bedeckten Fels-Wände haben eine Steilheit von 60—65°. Die zwei kleinen Meerengen γ und δ , welche mit den Friktions-Streifen parallel laufen, tragen an ihren Wänden sehr deutliche Spuren der Friktion. Im senkrechten Querdurchschnitt gewährt die Landzunge C einen ähnlichen Anblick wie B, indem sie sich nach der See-Seite hin sanft abdacht. Diese Form verdanken beide Landzungen der (in Fig. 4c und 4d angedeuteten) Schichtung des in der ganzen Gegend verbreiteten, abwechselnde Lager mit Quarzit bildenden Hornblende-Gneisses, dessen Streichungs-Linie sich mit den Friktions-Streifen unter annähernd rechten Winkel kreuzt, und dessen nach der Lee-Seite der Felsen gewendete Fall-Richtung fast genau mit der Abdachungs-Linie derselben zusammenfällt. — Höhere Fels-Partie'n, welche die *Kalstad-Bucht* umgeben, scheinen dieselbe gegen so heftige Einwirkungen der Geröll-Fluth geschützt zu haben, wie man sie sonst in der Umgegend von *Krageröe* so häufig auftretend findet. Dass aber gleichwohl die Geröll-Steine an so steilen Fels-Wänden emporgeführt werden konnten, scheint zu beweisen, dass selbst der durch Hindernisse bedeutend geschwächte erratische Strom noch grosse Kraft besass. Zur Erklärung der sich an vielen Orten in *Norwegen* wiederholenden Thatsache, dass das Friktions-Phänomen an benachbarten Punkten oft mit einem sehr verschiedenen Grade der Intensität auftritt, ohne dass die Beschaffenheit der Umgebungen den Grund davon jedesmal vor Augen legt, muss folgender Umstand in Betracht gezogen werden. Es lässt sich nicht annehmen, dass der Felsboden *Skandinaviens* während der ganzen Dauer der erratischen Fluth seine Konturen im Grossen unverändert beibehielt. Grosse Felsmassen, bereits theilweise durch die vorangegangene Hebung des Landes zer-

klüftet und aufgelockert, wurden nach und nach von der Fluth fortgerissen und lieferten neues Material zur Geschiebe-Bildung und zur Fels-Abscheurung. Auf solche Weise musste es geschehen, dass Stellen des Fels-Bodens, welche Anfangs durch Fels-Mauern oder überlagernde Gesteins-Massen eine Zeit lang vor den heftigsten Einwirkungen der Fluth mehr oder weniger geschützt waren, endlich dieses Schutzes beraubt wurden, nun aber natürlich nicht mehr in dem Grade abgescheuert werden konnten, wie Fels-Partie'n, welche der Einwirkung der Fluth gleich anfangs blossgelegt waren.

4. *Nüsssund-Holmene*. Hierunter versteht man eine von *Krageröe* aus sichtbare, fast geradlinige Reihe kleiner Inseln, von denen sich eine durch ihre merkwürdige Gestalt schon in weiter Ferne auszeichnet. Bei näherer Untersuchung fand ich meine Vermuthung, dass diese Gestalt durch das Friktions-Phänomen hervorgerufen sey, vollkommen bestätigt. Ich will es versuchen, die Verhältnisse dieser Insel durch eine Zeichnung deutlich zu machen, obgleich Diess wegen der sehr komplizirten Form derselben keine leichte Aufgabe ist. Die in Tf. IV, Fig. 5a im Grundrisse dargestellte Insel hat eine Breite von 110—120 Schritten; ihre Länge mag etwa das Doppelte, und ihre Höhe an mehreren Stellen kaum unter 50' betragen. Sie besteht aus einer von aller Vegetation entblössten, zusammenhängenden Fels-Masse. Die ganze Oberfläche derselben, mit Ausnahme der 20—40' hohen, sich senkrecht abstürzenden Lee-Seite l, l, l . . . , trägt Friktions-Wirkungen von grosser Intensität zur Schau. Von der, dem Festlande zugekehrten Stoss-Seite s, s, s . . . her laufen Schrammen, Furchen und Rinnen an den zum Theil unter einem Winkel von 60° ansteigenden Fels-Wänden in die Höhe. Eine sich durch ihre beträchtliche Breite auszeichnende, fast bis auf den Meeres-Spiegel niedergehende Thal-artige Rinne theilt die Insel in zwei annähernd gleich grosse Hälften ABC und ABD, von denen letzte für uns die interessantesten Verhältnisse darbietet. a, b, c, d, e, f und g sind stark abgescheuerte und geschrammte Fels-Kämme, zwischen denen die in der Figur angegebenen Rinnen tief in das Gestein einschneiden. Die Rinne zwischen a und b ist 10' tief und 10'

breit; die Rinne zwischen b und c 12' tief und 4' breit; die Rinne zwischen c und d 8' tief und 10' breit; die Rinne zwischen d und e 20—25' tief und 20' breit. Sowohl Seiten-Wände als Boden dieser und der übrigen, zum Theil noch grösseren Rinnen sind mit parallelen Schrammen und Furchen überzogen. h ist eine — durch zwei ineinander-laufende Rinnen im Grundriss Delta-förmig erscheinende Fels-Masse, welche nach oben in einen scharfen, Dach-förmigen Grat ausläuft.

Denkt man sich diese ungefähr 60' lange Fels-Masse in der Nähe ihrer Spitze — etwa bei der punktirten Linie — quer überschritten, so hat der Durchschnitt die Gestalt eines annähernd gleichschenkeligen Dreiecks von 10' Höhe und einem Scheitel-Winkel von 45° . Die beiden Dach-förmig gegen einander gestellten Seiten-Wände sind sehr intensiv geschrammt und gefurcht. Die Bildungs-Ursache dieses scharfen Grates gibt sich auf höchst augenfällige Weise zu erkennen. Die in den beiden Rinnen y und z aufwärts schiessende Geröll-Fluth wurde da, wo sich diese Rinnen einander nähern, von den benachbarten Fels-Kämmen d und e eingengt und dadurch von zwei Seiten her heftig gegen die zwischenliegende Fels-Masse h gepresst. Die eigenthümliche Gestalt derselben war eine nothwendige Folge dieses Hergangs, welcher dem an Ort und Stelle Beobachtenden noch durch mancherlei Details, die in der Zeichnung nicht angedeutet werden konnten, auf das Entschiedenste einleuchtet. Ein ähnliches Verhältniss, wie das eben beschriebene, jedoch in kleinerem Maassstabe, findet bei k Statt; auch ist der ganze Fels-Kamm g als eine solche zwischen zwei in einander laufenden Rinnen befindliche Delta-förmige Masse zu betrachten. — Fig 5b ist ein Vertikal-Durchschnitt des Insel-Theiles ABD nach der Linie EF in Fig. 5a. — Das Inselchen i ist von der Haupt-Insel nur durch einen, in der gemeinschaftlichen Fels-Masse ausgehöhlten Kanal getrennt. Ein Gleiches scheint in Bezug auf die 4—5 anderen, grossen Inseln der Fall zu seyn, welche zusammen mit der beschriebenen die *Nüssund-Holme* bilden. Die Sunde, welche diese Inseln von einander trennen (der schmalste derselben mag ungefähr 70—80' breit seyn, andere

sind von weit beträchtlicherer Breite) dürften sämmtlich als grossartige Friktions-Kanäle zu betrachten seyn. Kanäle, Rinnen, Furchen und Schrammen — letzte sowohl innerhalb als ausserhalb der Kanäle und Rinnen — laufen bei der ganzen Insel-Gruppe so gut wie vollkommen parallel. An Stellen, wo Diess in geringem Grade stattfindet, gibt sich der Grund davon in den Contouren der Fels-Masse stets deutlich zu erkennen. Dieser scharf ausgesprochene Parallelismus der grossartigen erratischen Gravirung zeigt sich auch in diesem Falle wie in fast allen andern durchaus unabhängig von der Schichtung des Gesteines. Während die Friktions-Streifen, -Furchen u. s. w. in der mittlen Richtung hor. 11. über die Insel laufen, ist das Streichen der steil bis senkrecht stehenden Hornblendgneiss-Schichten hor. 6. — Örtliche Anhäufungen von Geröllen sind auf der Zeichnung angedeutet. Die bedeutendste derselben befindet sich bei g, welcher flache nur wenig über der Meeres-Oberfläche hervorragende Theil der Insel fast ganz aus einer solchen Anhäufung besteht. An Stellen, wo sich Geschiebe innerhalb der Rinnen befinden, sind letzte gegen die Lee-Seite l, l, l . . . der Insel hin mehr oder weniger abwärts geneigt. Bei einigen Rinnen liegt dieses Leeseiten-Ende mehre Ellen tiefer, als ihr mittlerer Theil, so dass sie im Längen-Durchschnitt eine Bogenförmige Gestalt zeigen. Der Theil des Rinnen-Bodens, auf welchem die Geschiebe liegen, ist niemals so stark von der Friktion angegriffen, wie der sich nach der Stoss-Seite hin abdachende. Man kann weit fortsetzende Schrammen und Furchen auf letztem beobachten, welche plötzlich aufhören, sobald sie den höchsten Punkt des Rinnen-Bodens erreicht haben.

Die ganze Gestaltung der beschriebenen Insel, besonders aber die erwähnten Bifurkationen einiger Rinnen, die eigenthümliche Gestalt der Fels-Masse h, die geschrammten und gefurchten Seiten- und Boden-Flächen aller Rinnen und Kanäle, sowie mancherlei andere Umstände sprechen in so hohem Grade überzeugend für eine Geröll-Fluth, dass hier jeder andere Erklärungs-Versuch, wie z. B. durch Wellenschlag oder Gletscher-Bewegung, vollkommen scheitern muss. Jedenfalls stellt es sich heraus, dass die abscheuernde Masse, trotz

dem sie sich mit grosser Geschwindigkeit bewegte und eine enorme Gewalt ausübte, dennoch eine verhältnissmässig grosse Plastizität besass, welche es ihr erlaubte sich an geschwungene Fels-Wände scharf anzuschmiegen, in tiefe und schmale Rinnen einzudringen und sich mehrfach zu verzweigen.

II. Beispiele aus der Umgegend der Stadt *Sandefjord*.

1. Die Riesentöpfe bei *Sandefjord*. Die Besucher des Bade-Ortes *Sandefjord* werden dieses Städtchen selten verlassen, ohne „*Gjättegryderne*“ gesehen zu haben. Mit diesem Namen bezeichnet man bekanntlich in *Norwegen* die Riesentöpfe; diejenigen in der Umgegend von *Sandefjord* haben sich aber eine besondere Berühmtheit erworben, theils wegen ihres zahlreichen und zusammengehäuften Auftretens, theils wegen ihrer beträchtlichen Grösse. Die ausgezeichnetste Gruppe dieser Riesentöpfe befindet sich an dem östlichen Strande der *Sandøe*-Bucht auf einer flachen felsigen Landzunge, von welcher Tf. IV, Fig. 6 den entsprechenden Theil im Grundrisse darstellt. a, b, c, d, e, f, g, h und i sind 9 grösstentheils nach einer Seite offene Riesentöpfe, von denen die grösseren an ihrem oberen Ende 12—16' im Durchmesser haben. Einige derselben, wie z. B. g, erweitern sich nach unten Bauch-förmig und erlangen dadurch einen noch beträchtlicheren Diameter.

Die Tiefe mehrer dieser Riesentöpfe scheint sehr bedeutend zu seyn; da jedoch alle bis zu einer grösseren oder geringeren Höhe mit Sand und Geschieben ausgefüllt sind, liessen sich keine genauen Maasse hierüber ermitteln. Die beiden sich in einander verlaufenden Töpfe c und d von respektive 12' und 10' Durchmesser fand ich, bis zu dieser Geschiebe-Ausfüllung, ungefähr 12' tief. Der Topf g ist grösstentheils mit Geschieben angefüllt. B und C sind Gruppen von mehren sich in einander verlaufenden Töpfen. Aus der letzten laufen sehr deutliche Friktions-Streifen nach der nahen Küste hin. Auch im Innern einiger Töpfe gewahrt man Spuren von Streifung. A ist eine Aushöhlung von ganz eigenthümlicher Gestalt, gleichsam ein in eine Schubförmige Furche ausgezogener, mit einer flachen Seiten-Furche

versehener Riesentopf. — Die in der Zeichnung nicht besonders angedeuteten, über die ganze stark abgescheuerte Landzunge mehr oder weniger verbreiteten Friktions-Streifen haben die Richtung des Pfeiles, laufen also parallel mit den aus der Gruppe C hervortretenden. — Während und seit der Aushöhlung dieser Riesen-Töpfe, von denen nur die ausgezeichneten und am nächsten bei einander liegenden in unserer Skizze aufgenommen wurden, sind ohne Zweifel bedeutende Veränderungen in der Oberflächen-Gestalt der Landzunge vorgegangen, durch welche die Ursachen der aushöhlenden Strudel nach und nach beseitigt wurden. Dass sich der Geröll-Strom der Gegend von *Sandefjord* in einer mit der *Sandöe*-Bucht parallelen Richtung in's Meer ergossen hat, dafür sprechen viele Thatsachen mit grösster Deutlichkeit. Vorspringende Felsen an diesen Ufern mussten daher zur Bildung mächtiger Wasser-Wirbel Veranlassung geben. Diese Fels-Vorsprünge wurden von der gegen sie anschliessenden Fluth allmählich abgenutzt, theilweise vielleicht auch plötzlich hinweggeführt. Hierdurch mussten die Strudel in ihrer Lage nothwendigerweise verändert werden; einige derselben hörten auch wohl gänzlich auf, und die Geröll-Fluth stürzte sich nun ungehindert über die Mündungen der bereits ausgehöhlten Riesentöpfe hin, sie theilweise wieder zerstörend.

2. *Tönsberg-Tönden*, d. h. die *Tönsberger Tonne*, ist der in der ganzen Umgegend der Städte *Sandefjord* und *Tönsberg* wohlbekannte Namen eines durch erratische Friktion zugerundeten Felsens, welcher wegen seiner nach dem offenen Meere hin exponirten Lage und auffallenden Gestalt den Schiffen als See-Zeichen (*Söemärke*) dient. Er befindet sich dicht an der Süd-Spitze einer der beiden fast Meilen-langen Landzungen, welche unweit *Sandefjord* südwärts in's Meer auslaufen. (Man sehe die beigefügte Karte Tab. VI.) Wenn man mit dem Dampfschiffe von *Sandefjord* nach *Christiania* reist, kommt man nahe an demselben vorüber. Während einer solchen schnellen Vorüberfahrt bei ziemlich bewegter See entwarf ich eine in Taf. VI, Fig. 7 a wiedergegebene Skizze dieser Fels-Parthie. a, die sogenannte Tonne, ist ein von α (der Stoss-Seite) her stark zugerundeter, an der Lee-Seite β

schroff abfallender Fels von — soweit ich Diess aus der Entfernung beurtheilen konnte — mehr als Manns-Höhe. Die Geröll-Fluth, welche ihn abrundete, hat zugleich die dahinter liegende Fels-Wand nischenförmig ausgehöhlt. Anscheinend sind einzelne Theile dieser hintern Felswand später weggebrochen. Der Grundriss dieser Fels-Parthie dürfte etwa der in Fig. 7 b skizzirte seyn. Ein derartiges Verhältniss kommt ziemlich häufig vor; in dem sich von *Fredriksvärn* bis zum *Christianiafjord* hinaufziehenden Insel-Gürtel (*Shjäregård*) beobachtete ich mehre ganz ähnliche Parthie'n von weit grossartigern Dimensionen. Auch auf dem Festlande kommen derartige Bildungen mitunter vor. Ich würde dieser Fels-Parthie hier kaum Erwähnung gethan haben, wenn es nicht geschehen wäre, um in der Form des Felsens a dem Leser die normale Gestalt unzähliger Fels-Pro-tuberanzen vorzuführen, welche in mehren Gegenden *Norwegens* sowohl auf dem Festlande als auch innerhalb des angrenzenden Insel-Gürtels vorkommen. Ich verweise in dieser Beziehung auf KEILHAU'S Beobachtungen über das Friktions-Phänomen in der Umgegend von *Sandefjord**, sowie auf meine frühere Abhandlung**. In letzter lieferte ich die Abbildung eines solchen normal zugeformten Felsens von circa 20' Höhe und 90' Länge, soweit derselbe über dem Erd-Boden hervorragt. Später habe ich deren von weit beträchtlicheren Dimensionen beobachtet. Die hier gedachte Form spricht sich sogar bei mehren Gebirgs-Massen der *Krageröer* und *Sandefjorder* Gegend, deren Höhe einige hundert Fuss erreicht, ganz unverkennbar aus. In dem Folgenden werden wir hierauf zurückkommen.

3. Allgemeine Gestaltung des Fels-Bodens in der Umgegend von *Sandefjord*. In noch höherem Grade, als einzelne aus verschiedenen Gegenden *Norwegens* entlehnte Beispiele dazu dienen können, die Grossartigkeit des *Norwegischen* Friktions-Phänomens vor Augen zu legen und die Entstehung desselben durch eine Geröll-Fluth einleuchtend zu

* *Nyt Magazin for Naturvidenskaberne*, Bd. III, S. 136.

** POGGENDORFF'S Ann. Bd. LXVI, S. 283.

machen, wird dieser Zweck durch Spezial-Karten erreicht, welche ein genaues Bild der Felsboden-Gestalt ganzer Gegenden entwerfen. Durch die Güte des Ingenieur-Kapitains Hrn. VIBE, Inspektors des *Norwegischen Landesvermessungs-Comptoirs* zu *Christiania*, erhielt ich eine im Jahr 1826 über einen Theil der *Sandefjorder* Gegend aufgenommene Situations-Karte, welche den innigen Zusammenhang des Friktions-Phänomens mit der Felsboden-Gestalt höchst anschaulich darlegt. Aus Mangel an Raum kann ich nur einen kleinen Theil dieser Karte — welche in der gedachten Beziehung in ihrer ganzen Ausdehnung gleich instruktiv ist — meiner Abhandlung beifügen. Man findet diesen Theil auf Taf. V copirt. Wenige Erläuterungen werden genügen, um den Leser mit dem Wesentlichen dieses Kärtchens bekannt zu machen. Die Richtung der Friktions-Streifen fällt im Allgemeinen durchaus zusammen mit den Längen-Axen sowohl der zahlreichen Fels-Hügel und kleinern Protuberanzen, welche den ganzen Boden überziehen, als auch der Inseln und kleinern aus dem Meere auftauchenden Fels-Kämme. Jede dieser Fels-Parthie'n trägt, mehr oder weniger scharf ausgeprägt, den Charakter der so eben für diese Gegenden als normal aufgestellten Form an sich (s. *Tönsberg-Tönden*). Jede derselben ist von der Stoss- (hier nördlichen) Seite her stark abgescheuert und geschrammt, während sie an der Lee-Seite gewöhnlich steil abfällt und sich hier stets frei von aller Friktions-Wirkung zeigt. Was unserer Karte um so grösseres Interesse verleiht, ist, dass der Anfertiger derselben keine Ahnung von der Ursache der von ihm so deutlich abgebildeten Erscheinung besass und auch nicht besitzen konnte; denn 1826 hatte SEFSTRÖM seine berühmte Abhandlung, welche zuerst die allgemeine Aufmerksamkeit der Geologen auf diesen Gegenstand leitete, noch nicht geschrieben. Dem Phänomen der Abnutzung und Abscheuerung der Fels-Protuberanzen in der Richtung der Friktions-Streifen ist daher, so augenfällig es auch auf dieser Karte hervortritt, keineswegs geschmeichelt worden; sondern jeder Beobachter, welcher diese Gegenden besucht, wird vielmehr bald zu der Überzeugung gelangen, dass diese bildliche Darstellung grossentheils noch weit hinter der Wirklichkeit zurückbleibt.

4) Allgemeine Gestaltung des Fels-Bodens auf dem Küsten-Striche zwischen *Laurvig* und *Tönsberg*. Wenn man das *Norwegische* Friktions-Phänomen Jahre lang aufmerksam beobachtet hat und zu der festen Überzeugung gelangt ist, dass die schmale, kaum Linien-tiefe Schramme derselben Ursache ihre Entstehung verdankt, wie die tiefe Furche und Thal-artige Rinne, dann kann man nicht länger anstehen, dem Friktions-Phänomen eine Wirkung beizulegen, welche selbst auf die Gestaltung des ganzen *Skandinavischen* Fels-Gebäudes von erheblichem Einflusse gewesen ist. Bereits in meinem oben zitierten Aufsätze habe ich mich dahin ausgesprochen, dass ein Theil der *Norwegischen* Küsten-Gegenden der Geröll-Fluth seine zerrissene, durch kleine Meerengen und Fjorde vielfach zerstückte Beschaffenheit verdankt, ja dass diese Fluth bei der Bildung vieler grösserer Thäler und Fjorde eine wichtige Rolle spielte. Spätere Untersuchungen haben mich in dieser Meinung auf das Entschiedenste bestärkt. Als fernerer Beleg für dieselbe findet man auf Taf. VI die Küsten-Gegend sammt dem *Skjäre-gaard* (Felsinseln-Gürtel) zwischen *Laurvig* und *Tönsberg* nach genauen Vermessungen abgebildet*. Was man bei dem *Näs-sund-Holm* (Taf. III, Fig. 5, a) und auf der Karte Taf. V im kleineren Maassstabe erblickt, sieht man auf Taf. VI im grösseren. Ein Unterschied im Wesen des Phänomens ist nicht vorhanden. Die Karte Taf. V ist nur ein in grösserem Maassstabe dargestellter Theil der Karte Taf. VI, wie man auf letzter durch punktirte Linien angedeutet findet. Die Friktions-Streifen zeigen sich auch auf dieser parallel mit den etwa in der Richtung des Meridians laufenden Fjorden und Einschnitten, sowie mit den Längen-Axen der Landzungen und Inseln. Dass die Stellung der Gestein-Schichten an diesen Parallel-Contouren irgend einen Antheil habe, muss ich durchaus zurückweisen, denn der ganze auf Taf. VI ab-

* Ein Theil der RAMM- und MUNTJE'schen Karte über „*Grevskabernes Amt*“, herausgegeben 1832.

gebildete Distrikt besteht aus völlig ungeschichtetem Zirkon-Syenit.

Am Schlusse dieser Abhandlung möge der leichteren Übersicht wegen eine kurze Rekapitulation der hervorstechendsten Thatsachen folgen, welche das *Skandinavische* Friktions-Phänomen gegen die Gletscher-Theorie in Schutz nehmen und seine Entstehung durch die von SEFSTRÖM zuerst postulierte erratische Fluth beweisen.

Für die Abscheuerung und wesentliche Umgestaltung des *Skandinavischen* Fels-Bodens durch eine *petridelaunische* Fluth sprechen vorzugsweise:

1) Die Grossartigkeit, mit welcher das Friktions-Phänomen in *Skandinavien* überhaupt, vorzugsweise aber in solchen Länder-Strichen *Norwegens* auftritt, die demselben ausnahmsweise günstige Lokal-Verhältnisse dargeboten haben. Die Wirkungen der erratischen Friktion übertreffen, hinsichtlich ihrer Intensität, die — in gewisser Beziehung unläugbar ähnlichen — Wirkungen der Gletscher in einem so eminenten Grade, dass von einer Verwechslung beider Phänomene nicht die Rede seyn kann.

2) Die eigenthümliche Gestaltung unzähliger kleinerer und grösserer Fels-Protuberanzen, so wie ganzer Gebirgs-Züge, an denen sich die Abrundung und Schrammung der fast stets gegen das Innere des Landes gerichteten Stoss-Seite und die gänzliche Verschonung der gewöhnlich nach dem Meere gewendeten Lee-Seite auf das Unverkennbarste ausspricht. Zugleich ist hierbei darauf aufmerksam zu machen, dass die scharfen — häufig rechtwinkeligen, mitunter sogar spitzwinkeligen — Kanten, welche die abgescheuerten Oberflächen der normal zugerundeten Felsen mit der verschonten Oberfläche der Lee-Seite bilden, nur in der ausserordentlichen Geschwindigkeit des Friktions-Mittels ihre Erklärung finden. — Wenn es auch als ausgemacht angesehen werden kann, dass die erratische Schrammung von der Gletscher-Schrammung oftmals nicht zu unterscheiden ist*, so kann doch die ganze

* DUROCHER in *Ann. d. mines d.*, XII, 110.

Gestaltung der durch die erratische Fluth zugeformten Klippen gewiss nur in den seltensten Fällen mit einer Gletscher-Wirkung einige Ähnlichkeit besitzen. Stoss- und Lee-Seite sind bei der Gletscher-Abscheuerung oft gar nicht, niemals aber so entschieden ausgebildet, wie bei dem erratischen Phänomen. Auch wirken die Gletscher mehr auf eine Abplattung als auf eine Abrundung hin, wobei oft Theile der Fels-Oberfläche von aller Friktion verschont bleiben, welche die erratische Fluth nicht unangegriffen gelassen hat*.

3) Die Streifung und Furchung der Seiten-Wände und des Bodens sehr tiefer und verhältnissmässig schmaler Rinnen und Kanäle. Sowohl DUROCHER als ich haben von dieser im südlichen *Norwegen* so überaus häufig auftretenden Erscheinung zahlreiche Beispiele angeführt. — Dass ein Gletscher nicht derartige Wirkungen hervorbringen kann, haben selbst die eifrigsten Vertheidiger der AGASSIZ'schen Theorie zugestanden**. Die geradlinigen oder einfach geschwungenen Rinnen und Kanäle einer anderen Bildungs-Ursache zuschreiben zu wollen, als die in denselben auftretenden und mit ihnen fast ohne Ausnahme parallelen Schrammen und Furchen, ist eine zu unhaltbare Idee, als dass ich dieselbe hier noch weiter zu berühren für nothwendig erachte.

4) Gewisse Bifurkationen von Rinnen und Kanälen, wie deren unter andern bei Beschreibung des einen *Nässund-Holm* gedacht wurden. — Die Beweis-Punkte 2, 3 und 4 stimmen alle darin überein, dass durch sie eine bedeutende Plastizität des Friktions-Mittels dargethan wird, welche sich bei der Gletscher-Wirkung fast gar nicht oder doch nur in sehr geringem Grade ausspricht.

5) Das geradlinige Ansteigen der Friktions-Streifen und Furchen an sehr steilen, ja selbst senkrechten und überhängenden Fels-Wänden. Letztes kommt z. B. auf der Insel *Skarholm* bei *Kragerøe* vor.

6) Der mehrfach ausgesprochene genetische Zusammenhang zwischen dem normalen Friktions-Phänomen und den Riesentöpfen.

* DUROCHER, *l. c.* p. 111—113.

** MARTINS in *Bull. géol. b, III, 255.*

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1849

Band/Volume: [1849](#)

Autor(en)/Author(s): Scheerer August Theodor

Artikel/Article: [Beiträge zur Kenntniss des Sefström'schen Friktions-Phänomens 257-280](#)