2. Ueber das Friktions-Phänomen.

Von Herrn Theodor Kjerulf in Christiania.

(Universitäts-Programm. Christiania, 1860. Uebersetzt von Herrn A. von Etzel in Berlin.)

Es ist eine bekannte Thatsache, dass die Oberfläche der skandinavischen Gebirge sich an vielen Stellen gescheuert, polirt, geriffelt, gestreift zeigt; und zwar bis zu einer gewiss sehr bedeutenden Höhe, nämlich bis zu 5000 Fuss über der Meeresfläche. Wenn man diese glatten Flächen mit ihrer nach einer bestimmten Richtung hinlaufenden Streifung betrachtet, so erkennt man sogleich, dass diese davon herrührt, dass etwas über die Oberfläche derselben hinweggescheuert, und mit Druck und Gewalt die Politur und die Streifung hervorgebracht hat. Im Thale von Christiania braucht man kaum an irgend einer Stelle weit zu gehen, um diese Erscheinung auf der Gesteinsoberfläche zu sehen; in der Regel auch an keiner anderen Stelle in Norwegen. Das Land ist voll von Gebirgen, die Gebirge sind aber ihrerseits wieder voll von diesen Streifen und Rinnen. Dies ist es nun, was man das Friktions-Phänomen genannt hat, ein Name, der eben nichts weiter über die Art sagen soll, in welcher diese Streifen und Rinnen entstanden, als dass es eben durch „Friktion" geschah.

In keiner einzigen geologischen Erscheinung liegt dem Glauben des Verfassers zufolge für Skandinavien mehr Reiz für die Wissbegierde. Diese Furchen und Streifen, dicht neben einander gereiht, nach den Richtungen des Kompass eingeritzt, diese glattgeschliffenen, abgerundeten Felsflächen, die aussehen, als ob sie unter der Hobelbank einer kolassalen Maschine gelegen hätten, — das sind Dinge, die leicht von jedermann gesehen werden können, und über die sich daher jedermann, der sie bemerkt hat, wenn er erst einmal aufmerksam geworden ist, unwillkürlichen Grübeleien hingiebt.

Gleich nachdem SEFSTROEM dieses grossartige Phänomen beschrieb, ist es Brauch geworden, in demselben Athemzuge mit der „Rollsteinfluth", wie er dasselbe nannte, der Wanderblöcke, der erratischen, an eine andere Stelle versetzten (*erratiske flyttede Sten*) Steine, Erwähnung zu thun. Eine Rollsteinfluth ist bald zu einem sehr populären Begriffe geworden, alle Arten Fluthen und Ströme sind populär. Die Rollsteine kennt jeder, und Rollsteine von jeder Form und Art werden daneben weit und breit als grosse geologische Probleme betrachtet. Ja gewiss sind sie ein Problem. Wir haben bisher die Sache mit dem Namen „Rollstein" und mit der vorsichtigen Bezeichnung „Friktions-Phänomen" abgemacht. Was aber liegt eigentlich in diesen Namen?

Der Verfasser wird in grössester Kürze resümiren, was sich in Norwegen vom Friktions-Phänomen findet. Schon vor SEFSTROEM hatten mehrere der schwedischen Bergleute bemerkt, dass die Felsen Furchen hatten; aber SEFSTROEM war der erste, der auf diese Erscheinung genauere Obacht gab. Er sah dabei, dass die Furchen eine bestimmte Richtung hatten. Ferner machte er die Entdeckung, dass der Transport der Blöcke damit in Verbindung stand. Er sah Streifen und Furchen genau nach Süden streichen, in derselben Richtung nach Süden hin war die Versetzung der Blöcke, z. B. der Porphyrblöcke des Elfdals, hinunter in die Landschaft, in der sie jetzt ganz fremd liegen, vor sich gegangen. Er glaubte also die Richtung des Phänomens von Norden nach Süden angeben zu können. Er glaubte, dass es eine Fluth gewesen sei, — eine grosse Masse von Steinen, Blöcken, Grus und Sand, mit Wasser durcheinander gerührt, — diese sollte in unglaublicher Schnelle und Gewaltsamkeit über die Felsen hinweggespült haben, wobei die grossen Steine unter schwerem Druck über das Gebirge glitten und dasselbe ritzten, so wie etwa ein Sandkorn eine Marmorplatte ritzt, wenn man mit dem Finger auf dasselbe drückt und es gleiten lässt. Die kleineren Steine wurden aneinander abgerieben und blieben in langgestreckten Höhen liegen, den schwedischen Asar und den norwegischen Ra in Smaalehnen.

SEFSTROEM's Abhandlung befindet sich in *Kongl. Vetenskaps Akad. Handl.* 1836. Man liest in ihr zum ersten Male etwas über Normalfurchen und Seitenfurchen, das will sagen, solche, welche über den Gipfel der abgescheuerten und abgerun-

deten Felsen hinlaufen, und solche, welche sich etwas zur Rechten oder zur Linken biegen. Ferner etwas von „Stoss-Seite" und von „Lee-Seite," was Andeutung sowohl über die Versetzung der Blöcke, wie auch gleichzeitig darüber geben soll, von wo die Bewegung stattfand und wohin. Man liest weiter von feineren und gröberen Furchen, ferner, dass die feineren gerade fortgehen, die gröberen sich oft krümmen und winden. Man bekommt zu hören, dass die Fluth gewaltsam war und ungeheure Denudationen damit in Verbindung standen, und dergleichen mehr. Kurz es findet sich in jener Abhandlung ganz genau das, was man in Norwegen später immer wiederholt hat. In dieser Beziehung ist in der skandinavischen Wissenschaft kaum ein Fortschritt oder Rückschritt zu bemerken. Nur über die Richtung des Phänomens sind bestimmte Fortschritte zu Tage getreten. Sefstroem nahm eine im Ganzen meist südnördliche Richtung der Fluth an. Er vermeinte die Spur derselben in Sandbänken u. s. w. durch Deutschland über die Alpen, geradesweges bis zur Südspitze von Afrika verfolgen zu können!

Vorzugsweise durch Hoffmann, Pusch und Boethling bekam man indessen eine andere Vorstellung über die Richtung. Die Verbreitung der nordischen Blöcke über die nordeuropäischen Flachländer kann durch einen grossen Kreisbogen begrenzt werden, in dessen Mittelpunkte Skandinavien und Finnland liegen. Die Blöcke in dem nördlichen Russland sind Gesteine aus Finnland, die Blöcke in Polen sind mit schwedischen Gesteinen untermischt, die Blöcke in den Niederlanden und Norddeutschland sind norwegische und schwedische. Weiter hinab und hinaus reichen aber diese Blöcke nicht. In Finnland am weissen Meere und dem nördlichen Eismeere fand man die Richtung der Streifen nach aussen gerichtet.

Die Richtung der Fluth, wenn es wirklich eine Fluth war, zeigte sich daher nicht als eine bestimmte, sondern seitlich nach aussen gerichtete und es bleibt die Frage, ob von einem Centrum ausgehend oder von mehreren. Es wurde deshalb das Streichen der Streifen in den verschiedenen Gegenden Skandinaviens eifrig beobachtet und viele Hundert solcher Beobachtungen gesammelt und zusammengetragen. Daneben gab man darauf acht, von wo die versetzten Blöcke an jeder einzelnen Stelle sich der Wahrscheinlichkeit nach herschreiben, suchte eifrig nach der Stoss-Seite und Lee-Seite u. s. w., das Material wuchs ausser-

ordentlich an. HOERBYE *) hat das Verdienst, dasselbe gesammelt und auf einer Karte niedergelegt zu haben. Unter denen, die dem Phänomen in dem äussersten Detail nachgegangen sind, müssen wir ROERDAM erwähnen. *Rördam's Kart over Striberetningerne i Christiania-Fjorden. Hörbye's Kart over Striberetningerne i det sydlige Norge*, ferner seine *Oversigtskart over Striberetningerne i Norge, Sverige og Finland.*) Auf dieser, wie auch auf der ältesten SEFSTROEM'schen Karte von einem Theile des südlichen Schwedens wird die Richtung der Streifen an jeder einzelnen Stelle durch Pfeile angegeben, welche die Spitze dorthin wenden, von woher die Bewegung stattfand.

Ueber die Richtung der Streifen kann denn also auch nicht der geringste Zweifel mehr aufgeworfen werden, dagegen in Betreff der Frage, von woher die Abscheuerung kam, und wohin sie fortschritt, hatte man nur die Stossseiten und die versetzten Blöcke als Nachweise, die, wie der Verfasser hier bemerken muss, mitunter wohl nur als sehr zweifelhafte betrachtet werden müssen. Sieht man die Karten an, auf denen die Richtungen der Abscheuerungen durch Pfeile angegeben sind, dann wird man augenblicklich bemerken, dass sich die Pfeilspitzen nach verschiedenen Punkten wenden. An solchen Stellen, und sie liegen in den höheren Gebirgsgegenden, müssen also die Ausgangspunkte des Phänomens gewesen sein.

Nimmt man HOERBYE's Streifenkarte vom südlichen Norwegen, so zeigt es sich bald, dass es nicht ein einziger Ausgangspunkt, ein Hauptcentrum ist, von welchem das Phänomen radienförmig ausging, sondern dass deren mehrere sind. Man sieht, es muss ein Ausgangspunkt auf den Gebirgen in Sätersdal zwischen Stavanger und Nisser-Vand gewesen sein, ferner ein anderer im Gebirge dicht im Osten von Röldals-Vand, ebenfalls einer östlich von Valdalen um Dyreskar herum, ferner weiter nach Norden zu wieder ein Ausgangspunkt um Usta-Vand herum, wieder einer um Tyen und Ymes-Fjeld herum u. s. w.

Demnächst sieht man sowohl auf derselben HOERBYE'schen Karte als auf ROERDAM's Karte über die Streifen im Christianiafjord, dass an mehreren Stellen zwei Pfeile kreuzweise über

---

*) *Observations sur les phénomènes d'érosion en Norvège, Programm, Christiania*, 1857.

einander gelegt sind, was die Bedeutung hat, dass man hier zwei Arten von Streifen beobachtet hat, die einen über die anderen hinweggehend, dass also das Phänomen zweimal an solchen Stellen stattgehabt hat, und zwar das eine Mal später, als das andere.

Soweit wären wir also gekommen. Das Phänomen selbst ist keineswegs eine Mythe, wie mythisch es auch in seiner Einkleidung als gewaltsame Fluth vor uns steht. Unzählige Beobachtungen mit dem Kompasse haben es bewiesen, dass Streifen und Furchen vorhanden sind. Wir wissen ferner, es müssen mehrere Ausgangspunkte für die Abscheuerung vorhanden gewesen sein, und endlich auch, dass dieselbe sich an einigen Orten mehrere Male wiederholt hat.

Wenn wir sehen, dass das Gletschereis durch den Grus, welchen es mit sich fortbewegt, Streifen in dem Felsen hervorbringt, über welches der Gletscher sich langsam aber unaufhörlich hinschiebt; wenn wir sehen, dass die Gletscher Blöcke fortschaffen, theils in ganzen Grus-Wällen, die vor ihnen liegen, (End-Moränen), und in den Seiten, (Seiten-Moränen), theils aber auch vereinzelt liegende, grosse, scharfkantige Blöcke, die, einmal auf eine oder die andere Weise auf die Gletscheroberfläche gerathen, nun an der Bewegung derselben theilnehmen müssen, und in dieser Weise zu erratischen werden, dann sollte man glauben, dass die Gletschertheorie auch manche Anhänger in Norwegen gefunden haben müsste, sobald die Rede vom Friktions-Phänomen war. Dies ist aber keineswegs der Fall. Alle Diejenigen, welche sich am meisten mit diesem Phänomen beschäftigt haben, gaben sämmtlich bald die Gletschertheorie auf und wendeten sich der Fluth Sefstroem's zu. Die Gletscher seien allzulokal, hiess es. Wer könnte sich einen Gletscher über ganz Norwegen verbreitet denken? Es half nichts, dass die Gletscher thatsächlich die Felsen poliren und streifen, und dass man nur behauptet, dass Wasser dasselbe thun könne (das Wasser kann es nämlich nicht). Man lachte die Gletscheranhänger einfach aus und wendete sich zurück zur Fluth. Wohl hat man es auch versucht, das Phänomen ganz glacial zu erklären, aber durch schwimmende Eisschollen und nicht durch Landeis. Bekannt war das Faktum, dass Schiffe Eisbergen begegnet waren, die mit ungeheuren Steinstücken beladen waren. Auf diese Art konnten also die erratischen Blöcke transportirt worden sein. Und

die Abscheuerung, meinte man, könnte von denselben Eisschollen herkommen, welche über das untergesunkene Land hin und her strichen und es dadurch abhobelten. Dies ist das „Drift" der Engländer. Aber gerade weil die Richtungen der verschiedenen Abscheuerungen nicht gut mit dieser Theorie übereinstimmten, verliess man in Skandinavien die Eistheorie ganz und wendete sich wieder der einer Fluth zu.

Es ist nun aber an der Zeit, sich von Neuem zu den Gletschern zurückzuwenden. Das, was uns bisher gemangelt hat, um an die Gletscherwirkungen im Grossen glauben zu können, war eigentlich nur ein Beispiel im Grossen. Dies ist uns aber nun auf das Klarste durch die trefflichen Untersuchungen in Grönland von Rink vors Auge gestellt, Untersuchungen, die nicht die Eindrücke eines flüchtigen Reisenden wiedergeben, sondern die Resultate der Beobachtungen mehrerer Jahre während seines vieljährigen Aufenthalts auf der Westküste von Grönland sind. Aus der von Rink gelieferten Beschreibung des Eisblinks lässt sich so viel ersehen, dass hier ein ungeheurer Landstrich (gerade so gross, als derjenige, von welchem hier die Rede ist), ganz und gar mit Eis bedeckt ist, dass dieses Eis überall auf der Westküste einen Ausgang sucht, langsam aber unaufhaltsam in das Meer hinuntergleitet und „kalbt," dass ganze Ladungen dieser gekalbten Eisberge in einem jeden Jahre nach bestimmten Richtungen von den Strömungen fortgeführt werden. Ferner vernehmen wir, dass die Dicke dieser Eisplatte bis auf 1000 Fuss reicht.

Weshalb sollten wir uns also nicht zur Gletschertheorie zurückwenden? Wir müssen aber dann eine allgemeine Eisbedeckung, eine allgemeine Vergletscherung an die Stelle der Gletscher setzen, und das Friktions-Phänomen wird nur zu einem Theile derjenigen Phänomene, welche zu der Glacialzeit gehören. In dem gegenwärtigen Zustande Grönlands ist die Analogie gefunden, nach der wir bisher suchten, — eine ungeheure Eisdecke, die eine Bewegung nach aussen hat, und die einen schweren Druck auf das Gebirge, über welches sie gleitet, ausüben muss, eine zähe, unwiderstehliche Kraft, die, wie ein gewöhnlicher Gletscher, poliren, streifen und furchen muss, — jedoch in einem eben so viel grösseren Maassstabe, wie die Eisdecke Grönlands mehr als ein einzelner Schweizer Gletscher ist.

Der Verfasser wird im Nachfolgenden zu beweisen suchen,

dass man wirklich auf nichts Besseres, als auf die Vergletscherung zu deuten hat, wenn man das Friktions-Phänomen gerade so, wie es sich in Skandinavien zeigt, erklären will.

Wenn bisher irgendwo von der Richtung der Friktions-Streifen die Rede gewesen ist, so hat man seine Schlüsse gezogen:

1) aus den versetzten oder den erratischen Blöcken;

2) aus den sogenannten „Stoss"- und „Lee"-Seiten.

Alle Pfeile, die auf den Streifenkarten eingezeichnet wurden, sind unter der Voraussetzung angebracht, dass die Blöcke durch denselben Strom versetzt wurden, der gleichzeitig auch die Abscheuerung zu Wege brachte, und dass es seine Richtigkeit mit der Stoss- und Lee-Seite habe.

Hiergegen sind aber gewichtige Einwendungen zu machen.

1) Die erratischen Blöcke geben in den niedrigen Gegenden nicht die Richtung des Friktions-Phänomens an, weder woher dasselbe kommt, noch wohin es ging. Die Blöcke, welche man in Skandinavien vorzugsweise „erratische" genannt hat, die grösseren, am häufigsten scharfkantigen Blöcke, die man am leichtesten bemerkt, sind allerdings versetzte, aber keinesweges immer durch dieselbe „Strömung," welche die Abscheuerung bewirkte. Hierin liegt eben eine Verwechslung mehrerer Dinge. Diese Blöcke liegen in den niederen Gegenden ganz oben auf den Rollstein-Bänken. Wie könnten sie also dabei betheiligt gewesen sein, die Felsen abzuscheuern? Hier und dort liegt auch ein Block auf Sand- oder Lehm-Terrain, und es ist auch sogar eine ganze Formation von Mergellehm, Muschellehm, Ziegellehm, Sandlehm und Sand zwischen ihnen und dem abgeschorenen Felsen zu finden. Aber dies sind gerade die erratischen Blöcke, die man am leichtesten bemerkt. Sie liegen zu Tage, sind gross, oft scharfkantig, leicht erkennbar. Wer hat dahingegen schon mit seinem Hammer die Steine zerschlagen, die wirklich dabei betheiligt gewesen sind, die Gebirge abzuscheuern, die grossen und kleinen zerschmetterten, abgeschliffenen, abgerundeten und zerbrochenen Steine, die ganz unten in den Rollsteinbänken liegen, diese Grusanhäufungen, die stets unmittelbar auf den Felsen liegen und thatsächlich mit die scheuernden Werkzeuge waren?

Kommt man aus den niedrigeren Gegenden höher hinauf in das Land, dann kann man gewiss mit grösserem Rechte aus den erratischen Blöcken schliessen; wie gross waren aber nicht hier

die Abstände, und wie wenig waren sie untersucht? Und doch sollte man überall sagen können, dass dieses und jenes Gestein, welches hier fremd ist, nur von dieser oder jener Stelle in der Richtung des Pfeiles kommen könne?

Die Versetzung der Blöcke ist nachweislich auf mehrere Arten vor sich gegangen. Sie sind daher nicht jederzeit die richtigen Angeber für die Pfeilspitzen auf den Karten.

2) Demnächst ist man gewiss auch mit den Stoss- und Lee-Seiten sehr freigebig zu Werke gegangen. Im Kleinen kann dies allerdings seine Richtigkeit haben, aber eben nur im Kleinen, denn im Grossen ist es der innere Bau des Gebirges selbst, welcher die allmälig aufsteigende Fläche auf der einen, und den steilen Absturz auf der anderen Seite bedingt. Die Gebirge im Eggedal z. B. scheinen alle prächtige Stoss-Seiten gegen Norden und Lee-Seiten gegen Süden zu haben; aber es sind Schieferlager, die sich gegen Norden senken. Die Porphyrberge in Asker und Bärum scheinen ebenfalls Stoss-Seiten gegen Norden und Lee-Seiten gegen Süden zu haben, aber es sind die Porphyrbänke selbst, welche sich conform mit dem darunter liegenden Sandsteine nach Norden abschrägen. Wenn wir daher lesen, dass die Beobachter schon in der Ferne prächtige Stoss-Seiten sahen, dann ist gerade darin der grösste Grund, ein Misstrauen zu nähren.

Ferner sind noch über die Einzeichnung der Pfeile auf der Karte folgende Bemerkungen zu machen.

3) Die Situation der Karten giebt einen falschen Begriff über die Richtung der Abscheuerung. Es giebt gewiss sehr wenige Beobachtungen von Streifenrichtungen, die nicht auf ein Thal hingeführt werden könnten. Die Friktions-Richtung geht überhaupt den Thälern nach. Aber selbst die der Felsplateau's (Fjeldvidden) hat ihre Thäler. Die kleinen Karten, die man zur Einzeichnung der Pfeile benutzt hat, zeigen aber derartige Thäler nicht an. Nähme man dagegen die grössten und die besten Karten, die man bekommen könnte, im Maassstabe von $\frac{1}{20000}$, $\frac{1}{50000}$, $\frac{1}{100000}$ und zeichnete sie da hinein, dann würde man von vorn herein den bestimmten Eindruck bekommen: „die Friktion folgt den Thälern."

Endlich ist der ganzen Stellung der Friktionsfrage gegenüber der Haupteinwand der, dass

4) man nicht mit voller Kraft weder für noch gegen eine

Strömung oder Gletscher reden kann, so lange das Phänomen nur aus den Furchen und Streifen und deren Kompassstrichen studirt ist und den oft gar nicht hieher gehörigen, erratischen Blöcken. BRONGNIART hat die Furchen die Radspuren des Phänomens genannt. Man ist aber nur den Radspuren nachgegangen und hat darüber den Wagen und die Ladung vergessen. Die losen Massen, welche dem Phänomen da, wo sie liegen, ihre Anwesenheit schulden, liess man bei dieser Frage fast ganz unbeachtet. Das Studium des Friktions-Phänomens ist aber auch das Studium der losen Massen und ihrer Verbreitung. Gerade für die Lehm-, Sand- und Grus-Massen, die mit dem Friktions-Phänomen zusammenhängen, ist der Name „die glaciale Formation" eingeführt. In Wahrheit kommt man auch weiter mit dem Studium einer einzelnen Landschaft, in der die glaciale Formation mit allen ihren Gliedern zur Schau liegt, als durch Hunderte und wieder Hunderte von beobachteten Kompassstrichen.

Einer Beantwortung der Frage über die Abscheuerungsstreifen muss also eine Untersuchung des in Skandinavien aufgehäuften losen Terrains vorausgehen. Der Verfasser würde den Versuch nicht wagen, die Fluth bei Seite zu schaffen oder eine Landvereisung an die Stelle eines untergesunkenen Landes mit schwimmenden Eisbergen zu setzen, wenn er nicht erst auf den Lehm- und Sand-Plateaus, zwischen den Rollsteinbänken und Muschelablagerungen umhergewandert wäre. Die ganze Untersuchung gehört für's Erste nicht hierher, sondern nur ihre Hauptresultate. Diese gehen dahin, dass die älteren Theile dieser Formation einen deutlichen arktischen Charakter tragen, und dass die allerältesten und ersten dieser Massen Moränen sind.

Man hat nach der Meinung des Verfassers ein Recht dazu, sich das alte Norwegen gegen den Schluss der Tertiärzeit in einem vollständigen Glacialzustande zu denken. Die Eisdecke hatte eine Bewegung nach aussen, wie in der gegenwärtigen Zeit das Binnenlandeis Grönlands. Dadurch wurden die „Rollsteine" und der Grus bis an den äussersten Meeresrand geführt, grosse und kleine Blöcke wurden hier auf die Eisschollen geschoben und von diesen fortgeführt. Deshalb finden sich lange Moränenwälle, die zu gross sind, um für die einzelner Thalgletscher gehalten werden zu können, ganz unten auf dem flacheren Lande nahe der Küste. (Zwischen Mos und Horten im Süd-Osten und Süd-Westen auf beiden Seiten des Christiania-

Fjordes.) Nach diesem allgemein verbreiteten Landeise, das sich fortbewegte, blieb das erste grosse Netz von Streifen und Furchen und die grossen Moränenwälle aussen am Meeresrande zurück.

Später nahm die Intensität des glacialen Zustandes ab. Nun waren es, statt einer zusammenhängenden Eisdecke einzelne Gletscher, die sich von allen dazu geeigneten Gebirgskuppen in alle ihnen dazu offen stehende Thäler hinabarbeiteten. Was nur irgend Loses auf ihrem Wege lag, wurde als Moränenmasse, theils längs der Seiten, theils vor dem Ende, theils auch, durch das Zusammenstossen zweier Thäler, in der Mitte fortgeführt. Davon wurden wieder alle diese Thäler abgescheuert. So konnten zwei verschiedene Arten von Streifen über einander entstehen.

In den grossen Thälern, wie das des Glommen, dem Elfdal, Rendal sieht man Massen von Grus, Stein und Sand als lange Terrassen längs des einen oder des andern Randes, zuweilen auch längs beider liegen Dies sind Seitenmoränen. Weiter unten näher an der Mündung der Thäler, und höher hinauf mehr in dem Hochgebirge selbst, gehen dieselben Massen — Rollsteinbänke, — quer über die Thäler hinweg. Dies sind Endmoränen; weiter nach unten, an dem äussersten Meeresrande, wo sie ausschossen; weiter hinauf im Hochgebirge, wo die tiefliegendsten Gletscher aufhörten herabzurutschen und diese Massen mit sich fortzuführen.

Die Vereisung hörte mit einer Abschmelzung auf. Während dieser vielleicht sehr langen Periode führten die trüben Gletscherströme Massen von schwebenden Theilen mit sich hinweg. Diese konnten sich erst da als Bodensatz niederschlagen, wo sie Ruhe genug fanden um sinken zu können, also draussen im Meere oder auch in Landseen. Hiervon rührt der skandinavische marine Lehm und Binnenlandslehm her. Abspülende und strömende Gewässer arbeiteten auch an den Moränemassen, wuschen an diesen Haufen von Grus, Sand und sogenannten Rollsteinen, führten den Sand hinaus, oder legten ihn um. Daher stammt der geschichtete obere Theil der Bänke, und der um die alten Bänke herum, weit über das Lehmterrain hinausgespülte Sand.

An dem Meeressaume, wo das Meerwasser das herabgeführte Material in Empfang nahm, kamen Muscheln dazu, die

theils unter den Lehm begraben wurden, theils als ganze Muschelbänke. Solcher Muschelbänke finden sich bis zu ungefähr 500 Fuss Höhe vor. So viel niedriger lag also damals das Land.

Welche Ordnung ist denn aber nun unter diesen vom Meere auf- und umgeschichteten Glacialmassen die herrschende? Zu unterst dort, wo sie nicht wieder fortgespült werden konnten, Sand und Rollsteine. Dieses sind Scheuersand und Scheuersteine. Hier hat man das Material, welches vom Eise gedrückt, über den Fels fortbewegt wurde. Will man also aus den Blöcken auf die Richtung der Abscheuerung schliessen, so sind es diese Blöcke, die man untersuchen muss. Aber da sie meist sehr zerbrochen, kleiner und oft abgerundet sind, nennt man sie wohl „Rollsteine," ungeachtet dies eigentlich ein unrichtiger Name ist, und sie richtiger Scheuersteine heissen sollten. Sie sind nicht gerollt, sondern haben einander gegenseitig zerquetscht; und in das Eis wie die Diamanten in den Grabstichel eingesetzt, haben sie Furchen und Streifen in das Gestein gezogen. Ueber dem Scheuersande und den Rollsteinbänken liegen die verschiedenen Lehmarten, zuerst der kalkhaltige Lehm, Mergellehm, in den Gegenden, welche dem Gletscherwasser offen standen, das zermahlenen Kalk und Lehm aus den silurischen Schichten herabführte; nächstdem Muschellehm überall, wo die Höhe nicht zu gross oder die Zuströmung von kaltem, süssem Schmelzwasser zu gewaltsam war; dann Ziegellehm ohne Muscheln, vielleicht gerade aus einer Zeit, in der die Fluth vom Binnenlande auf das Höchste gestiegen war; dann Sand und ganz zu oberst Sandlehm.

Einzeln liegende fremde Steine werden hier und dort in allen diesen Schichten gefunden; besonders aber trifft man die erratischen Blöcke zu oberst auf den Bänken gestrandet. Alle Parteien sind darüber einig, dass diese Blöcke durch Eis herabgeführt wurden.

Nachdem die Moränenwälle sich quer über die Thäler gelegt hatten, mussten während der Abschmelzung diese selben Wälle oberhalb der Thäler zu Dämmen für Landseen werden. Die schwebenden Theile, welche das Wasser mit sich führte, mussten in diesen ruhigen Becken sich niederschlagen. Davon stammt der Binnenlandlehm in Niveaus her, die über der marinen Formation liegen. Auf diesen Seen konnten auch, eben so wie draussen auf dem Meere, sich Eisschollen mit grossen und kleinen Blöcken beladen umhertreiben, die also in dieser Weise zu

erratischen wurden. Auch in dem Eise selbst, hoch oben in dem Binnenlande, konnten während der Abschmelzung grosse temporäre Seen sich bilden, und das „Treiben" (drift) der Eisschollen auf denselben konnte doch auch wohl in einer ganz anderen Richtung vor sich gehen als derjenigen, in welcher sich das Landeis selbst bewegte und scheuerte. Daher ist es also zu erklären, weshalb der Transport der erratischen Blöcke und das Streichen der Streifen nicht an jeder Stelle correspondiren können.

Wie würden denn sonst diese Massen von Scheuersteinen, Sand und Lehmgrus zu erklären sein, die in Reihen ganze Thäler hinab auf einer oder auf beiden Seiten, zuweilen aber anch mitten im Thale liegen und zu anderen Zeiten sich unverkennbar wieder quer durch das ganze Thal ziehen. Wären dies Absätze einer Fluth? Eine Fluth, die sowohl harte als weiche Gebirgsmassen mit Furchen und Streifen versehen konnte, ja die, wie man behaupten will, ganzen grossen Gebirgen ihre Form mit Stoss-Seite und Lee-Seite gegeben haben soll, eine so gewaltige Strömung, sollte die nicht diese Massen mit sich fortgefegt haben? Sie hätte kleine Berge von solchem losen Material mitten in einem Thale oder quer über ein Thal nur mit einem schmalen Durchbruch auf der einen Seite liegen lassen?

Vor der Hand sind es zwei Hauptgründe, welche gegen die Annahme einer solchen Fluth reden; beide Gründe zwar gleich gewichtig, aber dennoch beide Gründe gleich unbeachtet von den skandinavischen Forschern.

Der eine Grund ist der, dass Alles einen Grund haben muss; wo aber schafft man die ganze bewegende Wassermasse auf einmal her? — hier ist kein Grund zu finden. War Norwegen ein hoch emporragendes Festland? Die Strömung musste dann, wie auch die Friktions-Streifen zu zeigen scheinen, von den Höhen nach allen Seiten hinabgehen. Aber stürzt denn aus den obersten Gipfeln der Gebirge eine ganze Masse Wasser, ein ganzes Meer hervor? — Oder war Norwegen ein unter das Meer versenktes Land, das sich vielleicht stossweise erhob und das Wasser von sich schüttelte, etwa in der Weise, als ob ein grosses Thier aus dem Wasser aufstiege, und dies in Strömen von ihm abflösse? Aber diese Ströme, wie viele es auch gewesen sein möchten, wie manche Stösse man sich auch denken mag, sie mussten doch alle plötzlich, vorübergehend sein und sie

sollten die Gebirge so regelmässig nach den Kompassstrichen gefurcht haben? War dazu Zeit und Macht vorhanden? Und bald nachher, ja mitten unter diesen hinabfliessenden Strömungen flossen doch Eisschollen umher und transportirten Blöcke, denn die grossen Blöcke konnten doch nicht auf den Strömungen fliessen; für deren Herbeischaffung muss man auch hier das Eis zur Hülfe nehmen. Friktion hiess es bei uns in Norwegen (Keilhau, Scheerer, Hoerbye, Roerdam), das ist so viel wie Strömung. Den erratischen Blöcken aber gestand man gern den Transport durch Eis zu.

Der zweite Grund ist dieser: Wasser streift nicht. Wasser polirt, Wasser hölt aus; aber strömende Gewässer bringen keine Furchen hervor. Es kann nicht länger ein Zweifel darüber obwalten, dass die sogenannten Riesentöpfe (Jättegryder), diese runden, gleichsam gedrehten Löcher in dem harten Felsengrunde, durch Wasserstürze hervorgebracht sind. Hier hat man den besten Belag für den Satz: „Gutta cavat lapidem." In zufällig trockenen Flussbetten oder auch schon bei niedrigem Wasserstande sieht man da, wo der Wasserfall aufschlägt (Fossestup), ganz ähnliche Riesentöpfe. Das Wasser hölt sie aus, vielleicht mit Hülfe von Steinen, die in denselben herumgewirbelt werden. Ein Riesentopf ist polirt, aber niemals ist er gestreift.

Das Wasser streift nicht. Die Sefstroem'sche Rollsteinfluth, „die petridelaunische Fluth" (von petridion, ein kleiner Stein), wie dick man dieselbe auch durch Zusätze von Stein, Sand, Grus und Lehm machen mag, ist doch immer eine Wasserfluth; da sie sich schnell bewegt haben soll (mit der Geschwindigkeit des Blitzes, heisst es), bewegt sie sich durch Wasser; aber Wasser polirt, Wasser streift nicht. Lege man einmal eine Marmorplatte hinein in einen Bach, und lasse man ein ganzes Lebensalter hindurch das Wasser über dieselbe hinwegströmen. Sie wird vielleicht abgeschliffen werden, etwas geglättet, aber das ist auch Alles. Ein Sandkorn kann, wie schon weiter oben gesagt wurde, dieselbe furchen, aber es muss ein Druck dazu vorhanden sein. Die Steine, welche die Oberfläche der norwegischen Gebirge gefurcht haben, wurden nicht lose im Wasser über dieselben gewälzt, dann hätten sie dieselben nicht streifen können. Sie sind eben durchaus keine Rollsteine, wie es bis jetzt allgemein heisst, sondern es sind vielmehr Scheuersteine, die gescheuert, nicht gerollt haben; um aber scheuern zu

können, mussten sie in irgend etwas Anderes eingesetzt sein, — und was Anderes konnte das wohl sein, als Eis?

Das Friktions-Phänomen im Norden hat man ausser nach der Gletschertheorie noch vorzugsweise nach zwei Richtungen zu erklären gesucht, entweder nach SEFSTROEM durch die Rollsteinfluth, oder mit dem Engländer LYELL durch scheuernde Eisschollen.

In beiden Fällen, mögen wir nun entweder zu der einen, oder zu der anderen dieser beiden Erklärungsweisen übergehen, ganz von der Richtung der Streifen abgesehen, streitet die Verbreitung der losen Massen gegen die Erklärung.

Denke man sich eine Strömung, — wie undenkbar im Uebrigen dieselbe auch sein mag, — die aus den Seitenwänden der höchsten Gebirgsgipfel herabstürzt, so ist es gewiss, dass diese Strömung nicht Wasser allein sein konnte, sondern Wasser und Stein war; darum heisst sie die Rollsteinfluth. Es mussten Steine, Blöcke, Grus und Sand sein. Wasser allein kann nicht scheuern, aber Wasser mit Rollsteinen vermischt, so dachte man. Man spricht deshalb ausser von der Friktions-Strömung auch von dem Friktions-Materiale. Dieses Material wurde ja von dem Gestein rund umher im Lande geliefert. Alle die gescheuerten Gebirge mussten unter der Abscheuerung, ausser grösseren Steinen, härteren Mineral-Partikeln, Quarzkörnern zu Grus und Sand, auch stets mehr und mehr Lehm liefern. Denn zermahlener Thonschiefer aller Art und zermahlener Mergelschiefer und Kalkstein geben Lehm. Im Gefolge der abscheuernden Strömung waren also ungeheure Massen von grossen Blöcken, kleinere Steine, Grus und Lehmschlamm.

Man müsste also erwarten, dieses Friktions-Material wild durcheinander gemischt, unordentlich übereinander geworfen zu finden. Wenn man gezwungen ist, mehrere Strömungen anzunehmen, dann in einer desto wilderen Unordnung. Wild, weil alle diese Theorieen, und zwar mit der grössten Gewichtigkeit, von der Stärke, Masse und Schnelligkeit des Phänomens sprechen, — zuletzt HOERBYE, wo er in seinem Universitäts-Programme S. 33 und 34, was allerdings auch schon früher von Anderen gesagt wurde, von einer Schnelligkeit redet, die der Schwere keine Zeit liess, um zur Wirkung zu gelangen u. s. w.

Aber wo ist diese Unordnung zu finden?

Denkt man sich dagegen mit LYELL eine Scheuerung und

gleichzeitig damit bewirkten Blöcketransport durch Eisberge, und, nach Lyell's eigenen Worten, das Land erst unter das Polarmeer versenkt, bis zu einer Tiefe, dass nur die allerobersten Gipfel hervorragten, und dann aufsteigend, während die Eisberge beständig abscheuerten, also zuerst die höchsten Partieen und dann die niedrigeren, oder, wenn die Scheuerung etwa während des Niedersinkens vor sich ging, erst die niederen Partien und später die höheren, — dann ist wieder die Verbreitung des Lehmterrains im Wege.

Denn woher werden die marinen Ablagerungen in diesem einmal versunkenen Lande nirgendwo höher gefunden, als zwischen 500 und 600 Fuss über dem gegenwärtigen Meeresspiegel? Wenn Alles unter einem von segelnden Eisbergen durchfurchten Meere versenkt gewesen ist, müsste doch hier und dort in den höheren Regionen noch eine arktische Muschel zu finden sein, entweder im Lehm begraben oder im Schutze einer Höhle. Man müsste sich also zu dem Glauben bekennen, dass Alles, was hier Marines abgesetzt worden ist, wieder durch die abscheuernden Eisberge fortgeführt sei.

Lyell setzt nämlich voraus, zuerst, dass Skandinavien unter einem Meere versunken war, auf alle Fälle bis zu einer Höhe von ungefähr 4000 Fuss (die Höhe, bis zu welcher man Abscheuerungen gefunden hat, ist wie erwähnt, grösser), und dass sich darauf das Land langsam gehoben habe, und nun die Eisberge gewirkt hätten. (Der Verfasser übergeht hier, dass der Richtungen der Friktionsstreifen zu viele und zu sehr von den Höhen nach aussen gerichtete seien, um von schwimmenden Eisbergen eingeschliffen zu sein.) Während dieser Niedertauchung, die nicht kurz gewesen sein kann, während dieser langen Zeit also, — am Schlusse der Tertiärzeit — mussten doch Absätze stattfinden. Die Eisberge scheuerten; was sie von dem Gebirge abhobelten, musste irgendwo abgelagert werden; Sand, Grus, Lehm mussten doch an dieser oder jener Stelle in Sicherheit abgesetzt werden, und mit ihnen Muscheln. Im Meere leben eine Menge Thiere, auch in dem Polarmeere. Man findet auch ganz arktische Arten in dergleichen Ablagerungen in Norwegen, aber nie über 600 Fuss hoch liegend. Und doch sollte das Meer 6000 Fuss hoch gestanden haben. Alle diese Absätze sollten also miteinander durch die abscheuernden Eisberge, welche unablässig, während das Land ganz in die Höhe stieg, von den

Meeresströmungen an den Seiten fortgeführt wurden, wieder hinweggerissen sein, und zwar so gründlich, dass gar nichts davon zurückblieb. Man könnte sich dies vielleicht noch denken. Aber darauf sank das Land wieder mindestens um 600 Fuss hinab, indem Muschellehm abgelagert wurde, und indem ferner Eisschollen mit Blöcken darauf umhertrieben; denn man findet ja Blöcke in den Lehmschichten. Warum wurde denn aber nicht auch dieser Lehm abgerieben und fortgeführt?

Noch Eins: Man kennt kein jüngeres Flötzgebirge in Norwegen, keine Trias, keinen Jura, keine Kreide und auch keine älteren tertiären Schichten. Also in dieser ganzen Zeit lag das Land trocken. Darauf sank es in der allerjüngsten tertiären Zeit fast ganz unter das Meer. Dann stieg es wieder zu der Zeit von Lyell's Eisschollen auf. Darauf sank es abermals um mindestens 600 Fuss, damit der Muschellehm abgelagert werden konnte. Dann stieg es wiederum um 600 Fuss; denn der Muschellehm liegt jetzt im Trocknen und so hoch.

Wohl ist es unbestrittene Thatsache, dass Hebungen und Senkungen eine grosse Rolle in der Geologie spielen, ja man kann nicht einmal Geologie vortragen, ohne sie vorauszusetzen; das aber wird denn doch wohl ein wenig zu viel.

Zu denselben Unbequemlichkeiten kommt man mit den erwähnten Sefstroem'schen Fluththeorieen, denn Sefstroem'sche sind doch alle, mit denen man sich in den skandinavischen Landen beschäftigte. Lag Skandinavien trocken, dann muss man Wasser und Steine plötzlich aus den höchsten Gipfeln herausschaffen. Das geht aber nicht gut an. Man kann also, wenn es eine Fluth war, nicht annehmen, dass das Land trocken lag. Man muss also wirklich seine Zuflucht dazu nehmen, dass das Land unter dem Meere lag, und dass es plötzlich oder stossweise gehoben wurde, während Massen von Wasser und losgerissenem Materiale von dem breiten Rücken abgeschüttelt wurden, — also ein wahres Ungeheuer, das aus dem Meere emporstieg, — und diese Ströme waren es, die das Gebirge furchten. Dies klingt allenfalls noch plausibel genug.

Aber da hat man dann wieder dasselbe Spiel mit den Niveau-Veränderungen, — und wieder denselben Mangel an marinen Resten in grösseren Höhen. Auch in diesem Falle muss man also zu der Annahme schreiten, dass Alles wieder abgerissen wurde. Man will gleichzeitig, dass diese Ströme so unge-

heuer gewaltsam und blitzschnell gewesen sein sollen, dass die grössten Blöcke nicht einmal Zeit erhielten zu gänzlichem Untersinken, sondern oben in der Stromoberfläche mit fortgerissen wurden, und andererseits, dass sie dann doch wieder auf Felsvorsprüngen und Abhängen ruhig liegen blieben. Und dennoch sollte während dieser schnell vorübergehenden Strömung durchaus kein deutliches Merkmal in irgend einem Winkel, in einer Vertiefung, hinter einer beschützenden Felsecke liegen geblieben sein, — nicht eine einzige Münze aus der Periode der vorhergegangenen Meeresbedeckung, an keinem einzigen Punkte 3000, 2000 oder nur 1000 Fuss über dem gegenwärtigen Meeresniveau.

Kommt man noch unerschüttert über alle diese Schwierigkeiten, so bleibt immer noch die übrig, ob dieselbe Strömung mit ihrer Schnelligkeit des Blitzes u. s. w. die Blöcke hinüber nach Schottland oder hinab nach Polen geschleudert hat. Nein, heisst es, hier wirkte das Eis als Transportmittel, diese Blöcke wurden offenbar auf Eisschollen transportirt. Also auch die Strömungstheorie kann nicht ganz ohne Eis fortkommen. Mitten unter der Strömung, deren Material die Rollsteinbänke, Lehm und Sand war, wurden schon Blöcke auf Eisschollen transportirt. Wie soll man nun zwei so ganz verschiedene Dinge vereinigen können, — einmal die ungeheure, gewaltsame Fluth, und zum anderen Male die ruhig segelnden Eisschollen, die strandeten und ihre Bürde ganz zu äusserst auf den Abhängen sacht niederlegten, — und dies, wenn vielleicht auch nicht gleichzeitig, dann doch unmittelbar aufeinander folgend.

Wir bleiben also vor den erratischen Blöcken stehen, die für die Stromtheorie ganz unmöglich sind. Wie ist aber dann ihr Auftreten im Ganzen zu erklären?

Es giebt zwei Arten, wie grosse Blöcke durch Eis fortgeführt werden können, fast unberührt, so dass sie zu liegen kommen, wohin sie ursprünglich nicht gehörten. Entweder durch Gletscher-Eis, das sich durch die Thäler hinabbewegt, oder dem Abfall des Landes im Grossen folgt. Oder durch Eisberge und kleinere Eisschollen, welche mit den Strömungen im Meere, oder auf Landseen umhertreiben.

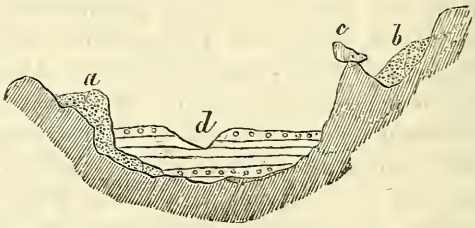
Befindet sich in dem einen Falle der Block erst einmal auf dem sacht vorwärtsschreitenden Eise, so wird er mit dem Eise selbst fortgeschleppt und kann leicht dazu kommen, wieder liegen zu bleiben, z. B. ganz vorn auf einer vorspringenden Gebirgs-

kante. Nach der späteren Abschmelzung der Gletscher liegt der Block dort und setzt durch seine fremde Natur und durch seinen sonderbaren Platz in Erstaunen.

Durchschnitt eines mit Gletschern gefüllten Thales.

a und *b* Seitenmoränen.
c Blöcke, die auf der Oberfläche des Gletschers transportirt wurden, und deren einer, wenn der Gletscher ein wenig abgeschmolzen sein wird, auf der vorspringenden Gebirgskante liegen bleiben wird.

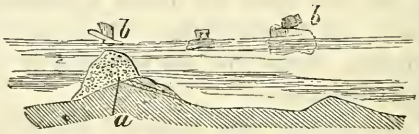
Durchschnitt desselben Thales später.



a und *b* die zurückgebliebenen Seitenmoränen.
c der liegen gebliebene Block.
d Sand, Grus und Rollsteine vom Wasser im durchströmten Thale abgesetzt.

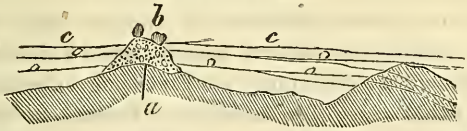
In einem anderen Falle wird der Block dort zu liegen kommen, wo der Eisberg strandete und schmolz, also auf vorspringenden Spitzen, auf den Gipfeln von Rollsteinbänken und dergl. mehr, oder auch dort, wo der Stein durchschmolz oder umkippte, also irgendwo in der Meerestiefe.

Gebirgsgrund mit Glacialbänken, vom Meere mit segelnden und transportirenden Eisschollen bedeckt.



a Rollsteinbank.
b grosse und kleine segelnde Eisschollen, von denen einige durch die Strömung auf die Bank geführt werden, auf der sie stranden und ihre Bürde abwerfen.

Derselbe Gebirgsgrund mit Glacialbänken und den transportirten Blöcken später.



a die Rollsteinbank.
b die auf der Bank gestrandeten Blöcke.
c die unter der früheren Meeresdecke abgelagerten Lehme u. s. w. mit einzelnen Blöcken hier und dort.

Diese beiden Durchschnitte können eben so gut für die skandinavischen Thäler, wie für eins der skandinavischen Lehmplateaus gelten, denn beide zeigen ganz gleiche Verhältnisse. Auch das Landeis kann völlig unberührte Blöcke ganz zu äusserst auf Gipfel und Abhänge niederlegen, indem es ein ungeheures Material an Blöcken, Sand und Lehmgrus bei seiner Wanderung dorthin mit sich führt, vor sich als Endmoränen, längs seines Weges aber als Seitenmoränen u. s. w.

Findet man also grosse und kleine fremde Blöcke auf den skandinavischen Gebirgen umhergestreut, so ist dies kein Beweis einer alten Meeresbedeckung bis ganz hinauf zu dieser Höhe. Eine alte Meeresbedeckung begleiten andere Dinge, von denen man auch nicht eine einzige Spur über der in Bezug auf das Vorkommen der Blöcke geringen Höhe von 600 Fuss gewahr wird, nämlich Lehm und Sand in allen Mischungen, Seeschnecken, ganze oder zerbrochene, Muschelbänke, alte Littoralgränzen andeutend und dergl. mehr.

Man wird einwenden: fremde Blöcke werden überall umhergestreut gefunden, nach allem Augenschein gestrandet, und zwar auf den unbegreiflichsten Stellen.

Hierauf entgegnet der Verfasser: auf die Glacialbedeckung erfolgte eine Abschmelzung. Grosse Landseen mussten während der Dauer derselben zwischen den Eisflächen eine Zeit lang existiren. Auf diesen Seen trieben losgerissene Eisschollen umher, diese konnten ihre Ladung hier und dort niederlegen, sowohl auf den geböschten Abhängen, wie auf den Gipfeln der Gebirge. Bis zu diesen Höhen kann man aber füglich eine Meeresbedeckung als entwickelt nicht annehmen.

Norwegen lag also trocken, war nicht unter dem Meere, war vielleicht durch die ganze Reihe der mittleren und neueren

geologischen Epochen niemals unter dem Meere. Darum hat es keine Kohlenformation, kein Perm, keinen Jura, keine Kreide. Der Metall- und Stein-Reichthum Norwegens liegt nur in den allerältesten und in den älteren, paläozoischen Formationen. Der lockere Erdboden ist erst durch die Vereisung zubereitet worden. Gegen den Schluss der Tertiärzeit war Norwegen vereiset, und die Gebirgsoberfläche wurde von der Glacialdecke abgescheuert. In einem bestimmten Zeitabschnitte dieser Periode lag das Land etwa 600 Fuss tiefer, als jetzt, Mergellehm und Muschellehm wurde oben auf der abgescheuerten Oberfläche abgelagert. Das Land stieg wieder, vielleicht sprungweise um diese 600 Fuss empor. Vielleicht ist es noch jetzt im Steigen begriffen.

Diese Erklärung ist leichter und natürlicher, als die früher angeführten, aber sie braucht nicht die allein wahre zu sein. Für jetzt dürfte sie indessen die befriedigendste sein.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft

Jahr/Year: 1859-1860

Band/Volume: 12

Autor(en)/Author(s): Kjerulf Theodor

Artikel/Article: Ueber das Friktions- Phänomen. 389-408