

Werk

Titel: Glazialer Karree- oder Polygonenboden

Autor: Ule, Willi

Ort: Berlin

Jahr: 1911

PURL: https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?391365657_1911 | LOG_0074

Kontakt/Contact

[Digizeitschriften e.V.](#)
SUB Göttingen
Platz der Göttinger Sieben 1
37073 Göttingen

✉ info@digizeitschriften.de

Glazialer Karree- oder Polygonenboden.

Von Prof. Dr. Willi Ule in Rostock.

In seinem Buch „Die Polarwelt und ihre Nachbarländer“ (Leipzig und Berlin, B. G. Teubner, 1909) widmet Otto Nordenskjöld bei der Behandlung von Spitzbergen und den umliegenden Inseln dem „Erdfluß“ und ähnlichen Erscheinungen einen besonderen Abschnitt. Unter „Erdfluß“ oder „Solifluktion“, wie J. G. Andersson¹⁾ die Erscheinung genannt hat, ist das langsame Fließen einer aus Steinen, Schutt und Schlamm zusammengesetzten Masse zu verstehen. Dieser Schlammstrom ähnelt in seiner Bewegung vielfach einem Gletscher. Durch einen solchen Schlammgletscher oder Detritusfluß entstehen nun eigentümliche Geröllstreifen oder zuweilen auch netzartig geteilte Flächen, die man in Analogie ähnlicher Formen, die sich bei dem Trocknen von Schlammablagerungen bilden, als Karree- oder Polygonenboden bezeichnet.

Beobachtet und genauer beschrieben ist diese Erscheinung wohl zuerst auf der Bären-Insel. Otto Nordenskjöld hält sie für den Polarregionen eigentümlich. „Wenn wir anderswo Spuren einer derartigen Tätigkeit wiederfinden“, sagt er, „so kann man in der Regel daraus schließen, daß das Klima und die natürlichen Verhältnisse einst an die Bären-Insel erinnert haben.“ Er selbst hat in Grönland Ähnliches beobachtet. Man darf deshalb die Erscheinung wohl als eine polare und, da sie meist in unmittelbarer Nähe der Gletscher vorkommt, auch als eine glaziale ansehen. Das Material aller solcher Schlammströme ist durchaus glazial, und die Bildung der eigentümlichen Geröllstreifen wie des Karreebodens steht sicher mit dem Vorhandensein eines Gletschers oder Firnfeldes in engstem Zusammenhang.

Den Vorgang selbst beschreibt nämlich Nordenskjöld mit folgenden Worten: „Am oberen Rande des Schlammgletschers findet man stets Spuren einer größeren Schneewehe, die den weiter unten liegenden Schutt während ihres Auftauens gründlich hat durchtränken können. Nach und nach hat sich dieser so mit Wasser vermischt, daß er ein Brei geworden ist und angefangen hat, langsam den Abhang hinunter zu gleiten.“

Diese Ausführungen des bekannten Polarforschers erinnerten mich lebhaft an Beobachtungen, die ich im Sommer 1908 bei einer Wanderung über die Hochfläche Galdhö in Norwegen machen konnte. Galdhö liegt in

¹⁾ Andersson, J. G.: Solifluction, a component of subaerial denudation. (Journ. of Geology. 14, 1906, S. 91—112.) — Hobbs, W. H.: Soil stripes in cold humid regions, and a hindred Phenomenon (Report of the Michigan Academy of Science, 1910.)

Jotunheimen und trägt den höchsten Gipfel Skandinaviens, den Galdhøpig. Dort zeigten sich genau die Bodenformen, die Otto Nordenskjöld in seinem Buch beschrieben hat, und es dürfte wohl kaum ein Zweifel darüber bestehen, daß sie ebenfalls den Erdflußbildungen zuzurechnen sind. Da ich bisher in der deutschen Literatur einer ausführlichen Beschreibung der eigenartigen Bodengestalt noch nicht begegnet bin, will ich versuchen, auf Grund meiner Aufzeichnungen an Ort und Stelle und meiner Erinnerung ein möglichst getreues Bild davon zu geben.

Eingehend dargestellt ist die Erscheinung nur von einigen skandinavischen Forschern. Eine kurze Schilderung davon gibt bereits Hans Reusch¹⁾ in dem „Aarbog for 1900“ unter Beifügung einer recht anschaulichen Abbildung. Weit ausführlicher hat neuerdings den Gegenstand Bertil Högbom²⁾ behandelt in seinem Aufsatz „Illustrationen zu den geologischen Wirkungen des Frostes auf Spitzbergen“. Auf diese Abhandlung, die ebenfalls einige instruktive Abbildungen enthält, müssen wir noch mehrfach zurückkommen. In Deutschland ist erst in der allerjüngsten Zeit die Aufmerksamkeit auf diese Erscheinung gelenkt worden, und zwar durch den geologischen Ausflug nach Spitzbergen gelegentlich des XI. Internationalen Geologenkongresses zu Stockholm. Die Teilnehmer haben bei dieser Exkursion glazialen Karreeboden auf Spitzbergen kennen gelernt, und in den Berichten³⁾ darüber finden sich mehr oder weniger eingehende Beschreibungen davon.

Ich selbst habe die Erscheinung beobachtet in der Umgebung von Juvvashytten, dem Unterkunftshaus, von dem aus meist die Besteigung des Galdhøpig vorgenommen wird. Diese Hütte steht auf einer nur wenig geneigten Hochfläche, die ganz von Moränenschutt, von Mergel und Gesteinsblöcken bedeckt ist. Die Norweger nennen eine solche Fläche „Stenfly“. Bei der Wanderung über diesen Fly nimmt man nun sehr bald wahr, daß das Ganze keineswegs ein einheitliches Steinfeld ist, sondern daß die Steine zu Reihen angeordnet sind und von kleinen rundlichen Flächen glatten Bodens, der aus Geschiebemergel besteht, unterbrochen werden. Diese glatten Flächen treten mit auffallender Regelmäßigkeit auf. Selbst meinen im Beobachten solcher Erscheinungen durchaus nicht geschulten Reisegefährten, unter anderen einem Kaufmann, fiel diese eigenartige Gestaltung des Bodens sofort auf. Die ganze Fläche erschien gleichsam gemustert,

¹⁾ Norges Geologiske Undersøgelse. No. 32. Kristiania, 1901.

²⁾ Bull. of the Geolog. Institution of Upsala. Vol. IX (1908—1909). Upsala 1910.

³⁾ Salomon, W.: Die Spitzbergenfahrt des Internat. Geolog. Kongr. (Geolog. Rundschau, I, 1910) — Wahnschaffe, F.: Die Exkursion des XI. Internat. Geologenkongr. nach Spitzbergen. (Zeitschr. d. Ges. f. Erdkunde zu Berlin, 1910, S. 639—654.) — Weigand, B.: Geolog. Ausflug nach Spitzbergen. (Mitt. d. Ges. f. Erdk. und Kolonialwesen zu Strassburg, 1. Heft, 1911.)

überzogen mit einem Netzwerk aus Steinen, dessen Maschen ausgefüllt waren mit Geschiebemergel. Die Maschen hatten etwa eine mittlere Weite von 3—5 m.

Dafs die gesamte Hochfläche gleichwohl einen eintönigen Eindruck macht, liegt daran, dafs die Steine nicht den Mergelflächen aufgelagert sind, vielmehr in Vertiefungen eingesenkt den ebenen Geschiebemergelboden kaum überragen. Diese bilden also lauter kleine abgeflachte Buckel, umlagert von Gesteinsblöcken, die die trennenden Furchen vollständig ausfüllen.

Wir würden es hiernach auf Galdhö mit einem Polygonenboden zu tun haben, den Högbom¹⁾ als Typus I bezeichnet. Er stellt mit Recht fest, dafs zwei verschiedene Formen des Polygonenbodens zu unterscheiden sind. Der Typus II tritt offenbar häufiger auf und ist auch wiederholt beschrieben worden. Er wird in Schweden als „rutmark“ bezeichnet. Bei ihm handelt es sich um ein Phänomen, das wohl mit den Polygonbildungen bei dem Trockenwerden von tonigen Schwemmlandsmassen zusammenfällt. Bei Typus I haben wir es aber mit einer Bildung des Erdflusses zu tun. „Er entsteht“, sagt Högbom, „auf horizontalem Flieserdeboden, wo Verwitterungsprodukte von wechselnder Gröfse zur Verfügung stehen. Es werden dann die gröfseren Steine zu einem Netzwerk angeordnet, das Flecke mit feinerem oft wasserhaltigem Material umschliesen.“

Mit der Frage nach der Entstehung der eigenartigen Bodenform habe ich mich seinerzeit auf Galdhö sofort an Ort und Stelle eingehend beschäftigt. Für diese war mir sehr wertvoll eine Beobachtung, die ich kurz zuvor machte, ehe ich den eigentlichen Karreeboden betrat. Bald nach Überschreiten des Styggebrae kamen wir auf eine ebenfalls von Glazialschutt bedeckte, stärker geneigte Fläche. Diese zeigte deutlich eine streifige Anordnung der Ablagerungen. Die Streifen folgten der Richtung des Gefälles. Der Boden bestand auch hier aus Geschiebemergel und Gesteinsblöcken, aber die Gesteinsblöcke lagen überwiegend zu Reihen angeordnet in den Furchen, die das Gelände, dem Gefälle folgend, durchschnitten, und zwischen denen sich als flachgewölbte Rücken der Geschiebemergel erhob, nur wenig von Blöcken bedeckt.

Es unterliegt wohl keinem Zweifel, dafs wir es hier mit den Wirkungen des Erdflusses zu tun haben. Im Sommer wird hier der Boden infolge der Schneeschmelze völlig mit Wasser durchtränkt, die ganze Masse wird beweglich und mufs nun wegen des vorhandenen Gefälles abfliefsen. Vermutlich wird dieses Fliefsen dadurch noch gefördert, dafs der Untergrund gefroren ist, die Masse also über einen harten, glatten Boden gleitet.

Doch der Vorgang des Erdflusses würde allein kaum die reihen-

¹⁾ S. a. a. O. S. 51 u. f.

artige Anordnung des Materials, die „gute Sortierung“ der Schuttmasse, wie sich Nordenskjöld ausdrückt, erklären, wenn auch wohl denkbar ist, daß bei dem langsamen Fliefsen sich eine gewisse Ordnung des Materials nach Größe und Form vollzieht. Immerhin muß noch ein anderes Moment dabei wirksam sein.

Otto Nordenskjöld nimmt an, daß diese Geröllstreifen sich aus dem Karreeboden entwickeln, und geht daher bei seiner Erklärung von diesem aus. Er glaubt für den Karreeboden ein Experiment des französischen Forschers Bénard zur Erklärung heranziehen zu können. Das Experiment zeigt, daß in einer zähflüssigen Masse, die auf einem erhitzten Metallboden ruht, ein sechsseitiges Zellsystem von Konvektionsströmen entsteht. Dementsprechend sollen in dem Schlammflusse durch Strömungen des Wassers die feinen Tonpartikel nach dem Innern prismatischer Zellenräume von deren begrenzenden Wänden weggeführt werden, dort aber die reingespülten Steine zurückbleiben. Diese Zellenräume und ihre Strömungen sollen dann bei stärkerem Gefälle bandartig in die Länge gezogen werden und so sich die gut sortierten Streifen bilden.

Abgesehen zunächst davon, daß mir die Heranziehung des Bénardschen Experimentes sehr gewagt, wenn nicht überhaupt unzulässig erscheint, und daß ein solcher Vorgang gar nicht alle Eigenarten des Karreebodens, z. B. nicht das Fehlen größerer Blöcke auf den Geschiebemergelflächen innerhalb der Steinränder, erklären würde, glaube ich vor allem, daß bei dem Erdfluß gar nicht die Bildung des Karreebodens das Primäre ist, sondern daß dieser sich ganz selbständig auf dem dazu geeigneten Gelände bildet. In welcher Weise das geschieht, will ich später angeben. Zuvor möchte ich aber auf Grund meiner Beobachtungen in Jotunheimen die Entstehung der miteinander abwechselnden Geröll- und Mergelstreifen zu erklären versuchen.

Die Streifenbildung in einem solchen Schlammstrom dürfte ähnlichen Ursprungs sein wie die Bildung der Rinnen auf einem wenig geneigten Gletscher. Dort schaffen die oberflächlichen Schmelzwasser häufig langgestreckte Furchen in der Richtung der Eisbewegung, also des Gefälles. Der Styggebrae in unmittelbarer Nachbarschaft unseres Erdflußgebietes zeigte diese Furchen in großer Zahl, die ganze Eismasse war in ihrer Längsrichtung von parallelen Rinnen durchzogen, in denen, da es gerade geregnet hatte, während meines Überschreitens reichlich Wasser floß, das mir die Bildung der Furchen deutlich veranschaulichte. Mit dem Beginn der Schneeschmelze wird natürlich auch der Glazialboden vor dem Schnee von Wasser überströmt, das auf geneigten Flächen dem allgemeinen Gefälle folgen wird und in diese dann ebenfalls mehr oder weniger parallele Furchen eingraben muß. Einmal vorhanden werden die Rinnen im Laufe der Zeit sich immer

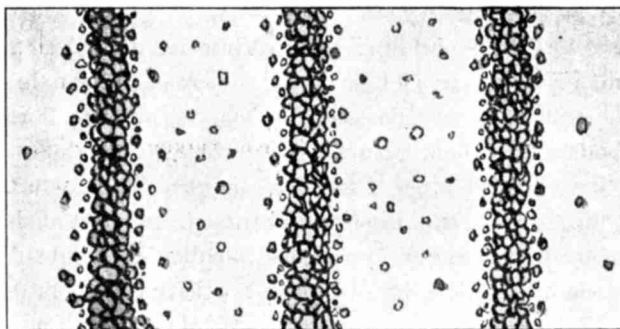
mehr vertiefen, und nun werden von beiden Seiten in sie die Blöcke hineinrollen, bis schliesslich nahezu geröllfreie Mergelstreifen zwischen ihnen übrig bleiben, während sie selbst ganz mit Blöcken ausgefüllt sind. Durch das Abwärtsgleiten der ganzen Masse wird diese Furchenbildung und die Anordnung des Materials noch weiter gefördert oder zum wenigsten ihr Fortbestehen begünstigt.

Eine solche Streifenbildung bei Erdfluss ist daher nur möglich, wo der Boden ein ausreichendes Gefälle besitzt. Ganz anders muß sich dagegen der Vorgang vollziehen, wo das Gefälle sehr gering ist; dort muß eben der Karreeboden entstehen. Zunächst ist allerdings vorauszusetzen, daß das Gefälle immer noch groß genug ist, um den Glazialschutt, genügend von Wasser durchtränkt, zum Fließen zu bringen. Dann ist auch die Bildung von Furchen in diesem Schutt durch oberflächlich fließendes Wasser noch gegeben und damit die Möglichkeit einer Sortierung des Materials wie bei geneigterem Boden. Aber im allgemeinen wird die Ausbildung der Furchen auf flacherem Terrain keine so regelmäßige sein und auch das Gleiten der ganzen Masse weniger konstant. Es wird der Erdfluss leicht ins Stocken geraten, die Masse wird sich vorübergehend stauen. Dadurch müssen Querfurchen entstehen, die sich im allgemeinen senkrecht zur Richtung des Fließens stellen werden. Auch diese Furchen wird das oberflächlich fließende Wasser aufsuchen und sie vertiefen und erweitern. Dann müssen aber auch in sie von den Mergelflächen zu beiden Seiten die Blöcke abrollen. So wird schliesslich jenes Netzwerk von Blockreihen erzeugt, wie wir es auf Galdhø in Norwegen finden. In der umstehenden schematischen Zeichnung (Abbild. 24) habe ich versucht, die eigenartige Form der Geröllstreifen und des Karreebodens zu veranschaulichen.

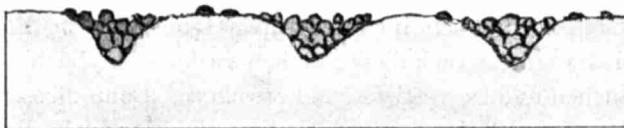
Man könnte allerdings auch annehmen, daß der dortige nahezu ebene Steinfly ursprünglich eine einheitliche Fläche von Glazialschutt gewesen sei, in die erst sekundär die Furchen durch fließendes Wasser eingeschnitten wurden, in denen dann als ausgewaschenes Material die Blöcke liegen geblieben sind. Allein dann wäre die regelmäßige, netzartige Verzweigung der Furchen nicht ohne weiteres begreiflich. Außerdem aber würde auch das Abrollen der Gesteine in diese Furchen schwer zu erklären sein, während es bei Annahme einer Bewegung der ganzen Masse durchaus zu verstehen ist, da dann außer einem Fließen in der Richtung des allgemeinen Gefälles auch ein Abfließen nach den Furchen eintreten muß, so daß die Rücken zwischen diesen allmählich sich abrunden, was ein Abrollen der Steine zur Folge haben muß. Weiter wäre dann mit einer solchen Erklärung des Karreebodens die Tatsache schwer vereinbar, daß die Geröllstreifen und die Geschiebemergelflächen nahezu die gleiche Höhe haben. Bei der Bildung des Netzwerkes durch einfache Wassererosion würde ja in den

Furchen aller Mergel fortgeschwemmt sein, und diese müßten daher mit den ausgewaschenen Blöcken Vertiefungen bilden. Endlich wäre anzu-

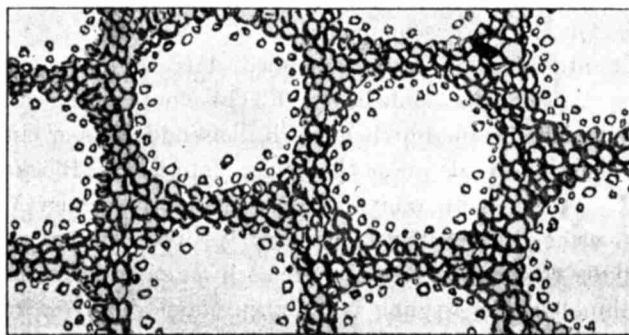
Abbild. 24. Schematische Darstellung der Geröllstreifen und des Karreebodens.



Geröllstreifen durch Erdfluß auf geneigtem Boden.



Querschnitt durch die Geröllstreifen.



Karreeboden durch Erdfluß auf nahezu horizontalem Boden.

nehmen, daß dann auch auf den Geschiebemergelflächen noch einzelne Blöcke lagern müßten, was im allgemeinen nicht der Fall ist.

Als ich den Karreeboden überschritt, waren die Geschiebemergelflächen meist völlig eben. Das sind sie aber offenbar nicht immer. Darauf glaube

ich aus der Beschaffenheit des Untergrundes schliessen zu können, darauf deutet aber auch das, was der Verwalter der Hütte, der bekannte Galdhøpig-Führer Knud Vole, über die Bildung der eigenartigen runden Mergelflächen sagte. Dieser Mann ist sicher ein völlig unbefangener Beobachter, der nur das berichtet, was er wirklich gesehen hat. Er erzählte nun, daß bei Beginn der Schneeschmelze die Mergelflächen infolge Wasserdruckes von unten sich aufwölbten und daß dann alle Steine von den so entstandenen Hügeln abrollten; später falle der Hügel wieder ein, und so bilde sich der eigenartige Karreeboden.

Es liegt kein Grund vor, an der Richtigkeit dieser Behauptung zu zweifeln. Die Erzählung des Führers veranlaßte mich, den Mergelboden näher zu untersuchen. Bei dem Graben stieß ich tatsächlich sofort auf Wasser und zwar schon in einer Tiefe von etwa 10—15 cm. Diese wasserführende Schicht ist nach oben durch eine zähe Mergelmasse abgeschlossen, die vollkommen wasserundurchlässig ist und eine so feste Decke bildet, daß man ohne einzusinken darauf stehen kann: bei heftigem Auftreten hat man jedoch das Gefühl eines schwankenden Untergrundes, etwa wie auf Wegen, die auf moorigen Boden aufgeschüttet sind. Unter der undurchlässigen Decke ist also, ganz entsprechend der Auffassung von Vole, wirklich Wasser aufgestaut, und es ist durchaus denkbar, daß bei beginnender Schneeschmelze, wenn die Oberfläche selbst noch feucht und darum plastisch ist, der Mergel durch den Wasserdruck aufgepreßt und aufgewölbt wird.

Das Wasser erfüllt den Mergelboden ähnlich wie den Torf im Hochmoor; es tritt also seitlich nicht aus, denn die Furchen ringsum sind, obwohl bis zu 1 m tief, vollkommen trocken.

Des Führers Vole Beobachtung erklärt nun zwar die Erscheinung der blockfreien Mergelflächen, aber doch nicht deren regelmäßiges Auftreten und übereinstimmende Gestalt. Andererseits beweist sie zwingend das Vorhandensein von Wasserstau und Massenverschiebung im Mergel. Sicher geht aus seinen Wahrnehmungen hervor, daß durch den Vorgang des Aufquellens die Bildung des Karreebodens wesentlich gefördert wird, doch werden wir das Aufquellen selbst nicht als die eigentliche Ursache ansehen dürfen. Diese ist vielmehr in dem allgemeinen Erdfluß zu suchen, durch den bei stärkerem Gefälle Streifen, bei schwächerem Karreebildung eintritt.

Bei dem Zurückführen der Erscheinung auf eine Wirkung des Erdflusses oder der Flieselserde, wie Högbom den Vorgang lieber bezeichnen möchte, erklärt sich auch ohne weiteres die Ebenheit der ganzen Schuttfläche sowie die Regelmäßigkeit der Polygon- und Streifenbildung. Högbom glaubt allerdings, daß die Gleichförmigkeit der Polygonfelder meist infolge einer Schematisierung der Eindrücke übertrieben sei. Demgegenüber muß

ich jedoch hervorheben, daß die gleichmäßige Größe der Felder auf Galdhö ganz zweifellos vorhanden ist und geradezu überrascht.

Beides, Ebenheit der ganzen Fläche und Gleichmäßigkeit der Geschichtmergelflächen, würde freilich schwer zu vereinen sein mit dem Erklärungsversuch, den Högbom¹⁾ selbst gibt. Er legt vorschlagsweise folgende Deutung vor: „Wenn der Erdboden ursprünglich aus einer Mischung von feineren und gröberen Bestandteilen besteht, so dürfte diese immer ein wenig ungleichmäßig sein, so daß es gewisse Flecke gibt, wo das feinere Material reichlicher ist. Dank der Kapillarität nehmen dann diese Stellen mehr Wasser auf als ihre Umgebung. Bei der Eisbildung wird dann das Material von hier aus zentrifugal verschoben. Wenn nachher Schmelzung und damit folgende Volumenverminderung eintritt, wird das feinere Material von der Adhäsion mitgezogen, während die Steine peripherisch zurückbleiben. Wenn hinreichend oft wiederholt, muß eine merkbare Sortierung resultieren.“ Gegen diese Erklärung spricht wohl auch die Größe der Polygonflächen und auf Galdhö die Größe der randlich abgelagerten Blöcke.

Soweit ich die Literatur kenne, ist die Erscheinung des Karreebodens auf Galdhö noch nicht ausführlicher beschrieben worden. Da diese Gegend häufig besucht wird, muß das auffallen, erklärt sich aber vielleicht daraus, daß die Hochfläche nur kurze Zeit schneefrei ist. Auf den meisten Bildern dieser Gegend ist die ganze Fläche mehr oder weniger schneebedeckt. Bei Schneebedeckung verschwindet zwar der Karreeboden, wie auch das Titelbild (Abbild. 23) zeigt, nicht ganz, tritt jedoch weit weniger augenfällig hervor. Im Sommer 1908 war nun der Schnee sehr zurückgegangen und daher die Erscheinung deutlicher zu sehen.

Der Vorgang selbst ist, wie das auch Otto Nordenskjöld annimmt, eigentlich nur in unmittelbarer Nähe eines Gletschers oder Firnfeldes denkbar. Denn nur dort findet sich der geeignete Schutt, und dann ist auch nur dort die nötige Durchtränkung des Bodens möglich. Auch der Steinfly auf Galdhö grenzt unmittelbar an Gletscher. Die Erscheinung ist auch meines Wissens bisher nur in polaren Regionen in der Nähe von Schnee und Gletschern wahrgenommen worden. Aus anderen Gletschergebieten, wie den Alpen, sind mir Beobachtungen darüber nicht bekannt. Nur Chr. Tarnuzzer beschreibt in dem I. Teil der Beiträge zur Geologie des Unter-Engadins²⁾, in dem das Gebiet der Sedimente behandelt wird, als besondere Formen der Verwitterung und Ablagerung „Schuttfazetten der Alpen“,

¹⁾ S. a. a. O. S. 53.

²⁾ Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz. Lief. 23, Neue Folge, 1909. — Ich verdanke die Kenntnis dieser Stelle Herrn Dr. Otto Schlagintweit. Nicht unerwähnt will ich hier auch lassen, dass mir Geheimrat Prof. Dr. Penck brieflich mitteilte, dass er die Erscheinungen des Karreebodens andeutungsweise aus den Alpen kenne.

bei denen wir es zum Teil offenbar mit ähnlichen Bildungen zu tun haben wie in den polaren Gebieten.

Ob der Erscheinung des Erdflusses und der Bildung der Geröllstreifen wie des Karreebodens eine allgemeinere Bedeutung zukommt, möchte ich zunächst noch unerörtert lassen. Nur einige Gedanken erlaube ich mir hier auszusprechen, die vielleicht Anregung zu weiteren Erörterungen geben. Als zweifellos feststehend dürfen wir wohl die Möglichkeit des langsamen Fließens großer wasserdurchtränkter Schuttmassen sowie die durch das Fließen bedingte Sortierung und streifenförmige Anordnung des Materials ansehen. Sollten derartige Bildungen sich nicht auch in der Zeit der diluvialen Vergletscherung vollzogen haben? Mir ist eine bestimmte Erscheinung aus unserem Diluvium, die hieran erinnern könnte, nicht bekannt. Aber bei der größeren Ausdehnung der Glazialschuttmassen hatte der Erdfluß vielleicht andere Wirkungen zur Folge. Streifenförmige Anordnung der Geschiebe ist ja tatsächlich vorhanden. Sicher ist auch, daß die Bedingungen für die Entstehung des Erdflusses in besonderem Grade gegeben waren: reichliches Schuttmaterial aus Mergel und Steinen und die Möglichkeit starker Durchtränkung dieses Schuttes mit Wasser, namentlich zu Zeiten des Gletscherrückzuges, sowie geringes, doch immerhin ausreichendes Gefälle.

Weiter ist für das Verständnis des Diluviums wohl auch das von Vole beobachtete Aufquellen des Bodens beachtenswert. Dadurch können Umbiegungen und Überschiebungen entstehen, wie wir sie in der diluvialen Grundmoräne häufig finden, die wir aber bisher stets auf Stauchung oder Pressung durch Eis zurückgeführt haben. Wo ausgedehnte Geschiebemergeldecken lagerten, ist sogar das Ansammeln größerer Wassermengen im Boden denkbar, die unter Umständen an irgendeiner Stelle durchbrechen konnten und dann nach Abfließen oder Versiegen des Wassers eine Vertiefung hinterließen, die sich später wieder mit Wasser füllen mußte, also zu einem See wurde. Vielleicht sind manche der rätselhaften Sölle auf diese Weise entstanden. Denn ob die auch von mir¹⁾ früher aufgestellte, jetzt von Ebeling²⁾ sicher gestützte Erklärung der Sölle als Ausschmelzungs-löcher von Eis in der Grundmoräne für alle diese Gebilde gilt, ist immer noch fraglich. Jedenfalls scheint mir der oben ausgesprochene Gedanke über die Entstehung der Sölle weiterer Erwägung wert. Die Erscheinung der Sölle selbst ist damit durchaus vereinbar. Vielfach treten sie zu Gruppen oder zu Reihen geordnet auf; das würde ganz dem Wesen des Erdflusses

¹⁾ Die Seen des Baltischen Höhenrückens. Ausland, 1892.

²⁾ M. Ebeling: Eine Reise durch das isländische Südland. Zeitschr. d. Ges. f. Erdkunde zu Berlin, 1910, S. 361 ff.

Zeitschr. d. Gesellsch. f. Erdkunde zu Berlin. 1911. Nr. 4.