

Zur Frage der Entstehung der Felsbecken.

Von

J. Martin.

Die bekannte Thatsache, dass gerade in denjenigen Gebieten, welche einst vom Inlandeis bedeckt waren, das Urgebirge durch einen ungewöhnlichen Reichtum an Seen und Fjorden ausgezeichnet ist, drängt unabweisbar zu der Annahme, dass die Bildung dieser Bodenvertiefungen mit der Eiszeit in einem kausalen Zusammenhang steht. Doch obschon dies von keiner Seite bezweifelt wird, so gehen doch die Ansichten, wie diese Erscheinung zu deuten sei, sehr weit auseinander.

Während nämlich die einen das Vorhandensein der „Felsbecken“*) auf den erodierenden Einfluss des Inlandeises zurückführen, wird von anderen gesagt, es sei dieses an der Entstehung derartiger Depressionen nur mittelbar, und zwar insofern beteiligt gewesen, als dasselbe den Verwitterungsschutt der Erdrinde fortführte und zugleich verhütete, dass die einmal blossgelegten Unebenheiten durch die Ansammlung neuer Schuttmassen wieder ausgeglichen wurden.***) Das bedeutende Erosionsvermögen, welches nach der ersteren Auffassung fließendem Eis eigen sein soll, wird also auf der anderen Seite ebenso bestimmt in Abrede gestellt, und anstatt dass die Felsbecken irgend welches Zeugnis für jene Kraft abzulegen vermöchten, sollen sie gerade das Gegenteil beweisen.***).

Die ungemein charakteristische Beschaffenheit alter Gletscherböden und die Schlussfolgerungen, welche man aus ihr zu gunsten der glacialen Erosion gezogen hat, sind so bekannt, dass ich von einer Erörterung dieses Gegenstandes glaube absehen zu dürfen, zumal demselben neue Gesichtspunkte sich kaum noch abgewinnen lassen. Meine Aufgabe soll es nur sein, die gegen jene Theorie

*) Unter „Felsbecken“ verstehe ich nicht nur die wannenartigen Seen, sondern auch die Botner (Cirken) und Fjorde. Die Streitfrage, ob die Bodenschwelle an der Mündung der letzteren aus anstehendem Fels besteht, oder ob in ihr eine Endmoräne vorliegt, kommt für meine Erörterungen nicht in Betracht.

***) Vergl. Litteraturverzeichnis I, sowie u. a.: A. Penck: Die Vergletscherung der deutschen Alpen, Leipzig 1882; A. Heim: Handbuch der Gletscherkunde, Stuttgart 1885.

***) Nathorst: En ny teori om de svenska klippbäckenas uppkomst.

erhobenen Einwände zu entkräften und die Möglichkeit vor Augen zu führen, dass ein Inlandeis, ohne der Beihülfe der Verwitterung zu bedürfen, lediglich vermöge seiner Erosionskraft im stande ist, selbst in dem härtesten Gestein Felsbecken zu erzeugen.

Gehen wir von der Voraussetzung aus, dass die krystallinischen Geschiebe, welche über das nordeuropäische Glacialgebiet verstreut liegen, samt und sonders von praeglacialem Verwitterungsschutt herrühren, so hat während der Vereisung alsbald der Zeitpunkt eintreten müssen, wo diese Quelle erschöpft war. Indem nun das Eis nach und nach allen Verwitterungsschutt nach seiner Peripherie hin fortführte, so würden wir unter obiger Annahme hinsichtlich der Verteilung der Moränen zu erwarten haben, dass dieselben an Zahl und Mächtigkeit um so mehr zunehmen, je weiter wir uns von ihrem Ursprungsgebiet entfernen. — Allein diese Schlussfolgerung entspricht keineswegs den in Wirklichkeit bestehenden Verhältnissen. Wenn aber, wie in den peripheren, so auch in den centralen Teilen des Inlandeises, diesem bis zum letzten Augenblick ein reiches Material zum Aufbau seiner Moränen zur Verfügung gestanden hat, und wenn wir uns nicht zu der unannehmbaren Konsequenz bekennen wollen, dass die Bildung der Moränen Skandinaviens und derjenigen der nordeuropäischen Tiefebene durch eine sehr lange Interglacialzeit unterbrochen war, während welcher im Norden von neuem eine tiefgreifende säkulare Verwitterung der Moränenbildung vorarbeiten konnte, so bleibt uns nur die eine Erklärung, dass das Inlandeis sein Moränenmaterial zum grössten Teil sich selbst geschaffen hat, indem es unverwitterten Fels vom Untergrund losbrach.

Dass thatsächlich Inlandeis seine Grundmoräne aus einem nie versiegenden Born schöpft, erkennen wir an dem Geschiebereichtum unseres heutigen Grönlandeises, der viel zu bedeutend ist, als dass er von den wenigen aus der Eiskecke hervorragenden Felsgipfeln, den Nunataks, herrühren könnte. Zudem ist die Beobachtung gemacht worden, dass gewisse Gletscher, ohne echte Oberflächenmoränen zu besitzen, dennoch eine wohl ausgebildete Grundmoräne mit sich führen,*) welche sie doch nur auf dem Wege der Denudation sich verschafft haben können. Wenn trotz solcher Anzeichen immer noch von neuem Stimmen laut werden, welche dem Inlandeis sowohl, wie den Gletschern jedwedes bedeutenderes Erosionsvermögen absprechen, so müssen es schon Gründe gewichtiger Art sein, welche zu dieser Auffassung Anlass geben. —

Auf gegnerischer Seite pflegt man das grösste Gewicht der Erscheinung beizumessen, dass das Auftreten der Felsbecken im wesentlichen an das Urgebirge geknüpft ist, demgegenüber die Ge-

*) A. Penck: Gletscherstudien im Somblickgebiete. — Zeitschrift des Deutschen und Österreichischen Alpenvereins, 1897, XXVIII.

— Alpengletscher ohne Oberflächenmoränen. — Petermanns Geogr. Mitteil., 1895, H. 1 u. 4.

biete sedimentärer Ablagerungen, wie beispielsweise das Silurgebiet Schwedens, äusserst arm an solchen Bildungen zu sein pflegen.

Die Thatsache, dass es sich so und nicht anders mit der Verteilung der Felsbecken verhält, lässt sich nicht weglegen; auch muss zugegeben werden, dass dieselbe auf den ersten Blick geeignet ist, dem Unparteiischen Bedenken gegen die Erosionstheorie aufkommen zu lassen.

In der Glättung und Schrammung der Felsen und in der Abrundung ihrer Vorsprünge giebt sich nämlich der abschleifende Einfluss kund, den die fortschreitenden Eismassen mit Hülfe des mitgeführten Schuttes auf den Untergrund ausüben. An den vom Inlandeis hinterlassenen Moränen, welche in ihrer Mächtigkeit den weitesten Schwankungen unterworfen sind, erkennen wir des weiteren, dass deren Material sehr ungleichmässig im Eis verteilt gewesen ist, und dementsprechend muss auch der Grad der glacialen Schleifwirkung lokal ein sehr verschiedener gewesen sein. Jedoch obschon auf diese Weise zweifellos Bodenunebenheiten entstehen mussten, so geht andererseits aus der erwähnten Verteilung der Felsbecken hervor, dass wenigstens die grosse Mehrzahl derselben ihr Dasein dieser Art von Erosion nicht zu danken hat; denn wäre dies der Fall, so würden wir entgegen den thatsächlich bestehenden Verhältnissen den grössten Reichtum an Felsbecken dort erwarten müssen, wo der Boden jenem Einfluss die geringste Widerstandsfähigkeit entgegenzusetzen hat. —

Es kann gewiss nicht überraschen, wenn solche und ähnliche Erwägungen lebhaften Widerspruch gegen die Annahme einer glacialen Entstehungsweise der Felsbecken hervorgerufen haben. Trotzdem halte ich mich berechtigt, dieser Theorie entschieden das Wort zu reden.

Als ich vor einigen Jahren gelegentlich einer Studienreise durch das südliche Schweden den Kinnekulle besuchte, fand ich hier in einem Kalksteinbruch in der Nähe von Hellekis folgendes Profil aufgeschlossen.

Der daselbst anstehende rote Orthocerenkalk war in zahlreiche grössere und kleinere Platten zerlegt, deren Zwischenräume von Geschiebelehm derart erfüllt waren, dass das ganze den Eindruck eines unregelmässigen Mauerwerks machte, bei welchem der Geschiebelehm die Stelle des Mörtels vertrat. Die Stärke der Geschiebelehmschichten zwischen den verschiedenen Kalksteinplatten wechselte von wenigen Millimetern bis zu doppelter Handbreite. Die Kalksteinplatten selbst befanden sich in vollkommen horizontaler Lage; nur in der obersten Schicht waren sie mehr oder weniger verschoben, und einige waren hier sogar soweit von ihrem Platz gerückt, dass sie zu Bestandteilen der Grundmoräne geworden waren.*)

*) Törnebohm bemerkt gelegentlich der Besprechung des Kinnekulle (Sveriges geologi, p. 46), dass zwischen den sehr regelmässig liegenden Bänken des Orthocerenkalk dünne Lehmschichten auftreten, infolgedessen der Kalkstein sich leicht in Platten zerlegen lasse. Sollte in diesen Lehmschichten, wie ich vermuten möchte, Grundmoräne vorliegen, so würde die von mir beobachtete Erscheinung am Kinnekulle ganz allgemein auftreten.

Die Erklärung des geschilderten Profils ist einfach, und nicht minder klar liegt seine Bedeutung für die Theorie der Felsbecken auf der Hand.

Indem der Geschiebelehm augenscheinlich durch den Druck des auflastenden Eises in die Spalten des Gesteins hineingepresst wurde, erweiterten sich diese mehr und mehr, so dass der ursprüngliche Zusammenhang der Schichten völlig gelöst wurde. Die Eismassen bedienten sich somit ihres Schleifpulvers wie eines Keils, mittelst dessen sie den festen Felsgrund in grössere und kleinere Bruchstücke zerlegten. Nachdem so die Teile der obersten Schicht der Grundmoräne des Eises einverleibt und mit dieser fortgeführt waren, fand sich die nächste Schicht in gleicher Weise den Angriffen des Eises preisgegeben, und indem dieser Vorgang stets von neuem sich wiederholte, wurde von dem anstehenden Gestein Schicht auf Schicht abgehoben, solange das Transportvermögen des Eises andauerte.

Nun ist es unbestrittene Thatsache, dass zahlreiche Spalten selbst das festeste der krystallinischen Gesteine durchsetzen, weshalb die geschilderte Denudation bei diesen ebenso wie bei den Sedimentär-gesteinen statthaben muss. Aber der Effekt, welchen dieser Vorgang hinsichtlich des Reliefs der Erdoberfläche zur Folge hat, ist in beiden Fällen ein grundverschiedener.

Da in den Sedimentär-gesteinen die Spaltflächen vornehmlich mit den Schichtflächen zusammenfallen, so kann bei horizontaler Lagerung eine Gesteinsschicht nach der andern entfernt werden, ohne dass dadurch neue Bodenunebenheiten entstehen.

In den krystallinischen Gesteinen dagegen ist der Spaltenverlauf sehr viel unregelmässiger, und dementsprechend kann hier die Grundmoräne bis zu sehr verschiedenen Tiefen eindringen. Werden nun die Bruchstücke des zertrümmerten Gesteins vom Inlandeis fortgeführt, so ist es eine unausbleibliche Folge, dass nach dem Rückzuge des letzteren Bodenunebenheiten zu Tage treten, welche vordem nicht bestanden haben.

Wenn somit die krystallinischen Gesteine der glacialen Erosion einen weitaus günstigeren Boden darbieten als die Sedimentär-gesteine, so fällt der Haupteinwand, welchen man gegen die Annahme, dass die Felsbecken vom Inlandeis ausgehöhlt seien, ins Treffen zu führen pflegt.

Die Abhängigkeit der glacialen Erosion von dem Vorhandensein von Spalten lässt es uns zugleich begreiflich erscheinen, wenn in vielen jener Seen Felsinseln in bald grösserer, bald geringerer Zahl vorhanden sind, eine Erscheinung, die nach Nathorst „auf das allerbestimmteste gegen die Ausgrabungstheorie“ sprechen soll.*)

Es erklärt sich ferner der mehrfach beobachtete Zusammenhang zwischen Felsbecken und Verwerfungen; müssen doch Spalten namentlich dort zahlreich auftreten, wo Verschiebungen in der Erdrinde stattfinden. Dann aber kann es auch nicht mehr überraschen,

*) Jordens Historia, p. 452.

wenn die Ufer der Felsbecken oft steil emporragen, und wenn in vielen Fällen ihre Längenausdehnung nicht mit der Stromrichtung des Eises zusammenfällt.

Als unvereinbar mit der Erosionstheorie ist des weiteren von verschiedenen Seiten betont worden, dass in den ehemaligen Glacialgebieten die Felsen sehr oft geglättet sind; ja selbst das Vorhandensein von Kreuzschrammen ist als Gegenbeweis angeführt worden.*)

In Anbetracht der Glättung des anstehenden Gesteins nämlich, meint man, sei es unstatthaft, einem Gletscher oder Inlandeis die Fähigkeit beizumessen, den felsigen Untergrund aufzureissen, weil in solchem Falle dieser eine rauhe Oberfläche aufweisen müsse. Jene Erscheinung beweise vielmehr, dass die glaciale Denudation und Erosion lediglich auf Abschleifung beruhe, und wie geringfügig diese sei, erkenne man an den Kreuzschrammen, indem nicht einmal solch schwache Spuren, wie die von einem älteren Gletscher hinterlassenen Schrammen, von einem nachfolgenden, in anderer Richtung fließenden Strom hätten ausgelöscht werden können.

Man hat hierbei zweierlei übersehen:

Einmal ist das anstehende Gestein eines ehemaligen Gletscherbettes keineswegs überall geglättet und geschrammt, sondern, wie Sederholm**) schreibt, trägt in Finland der Felsgrund unter der Moräne gewöhnlich ein grubiges und höckeriges Aussehen zur Schau dadurch, dass das Eis grössere oder kleinere Stücke losgebrochen hat.

Sodann dürfen wir in der Glättung und Schrammung der Felsen nur den letzten Akt der glacialen Denudation erblicken.

Es ist nämlich zu bedenken, dass in analoger Weise, wie fließendes Wasser, so auch fließendes Eis sein Denudationsvermögen im grossen ganzen um so mehr einbüßen muss, je mehr es sich seinem Ende nähert. Anstatt also, wie in seinen centralen Teilen fortwährend neue Schuttmassen aus dem Untergrund in sich aufzunehmen, beschränkt sich das Eis nach seiner Peripherie hin mehr und mehr auf die Fortführung des in ihm bereits enthaltenen Moränenmaterials, um dieses schliesslich abzulagern. Findet danach eine weitere Ausdehnung der Eismassen statt, so können dieselben bei genügendem Vordringen nicht nur das früher schon abgelagerte Material wieder fortschaffen, sondern unter Umständen sind sie sogar im stande, an derselben Örtlichkeit, wo sie zuvor ihre Moränen abladen, durch das Losbrechen des anstehenden Gesteins denudierend zu wirken. Umgekehrt muss bei dem Abschmelzen eines Eisstromes das Denudationsgebiet desselben mehr und mehr zurückweichen. An Stellen, wo das Eis zur Zeit seiner Hauptentfaltung den Untergrund aufbrach und die Bruchstücke des zertrümmerten Gesteins in sich aufnahm, gingen ihm diese Fähigkeiten allmählich verloren. Da ihm aber sein Transportvermögen zunächst noch eigen blieb, so wurde von den Schuttmassen, welche das Eis an seiner Unterseite mit sich führte, die ursprünglich rauhe Felsoberfläche geglättet und geschrammt,

*) Kjerulf.

**) Om Istidens Bildningar i det Inre af Finland. — Fennia I, No. 7. 1889.

wobei der häufige Wechsel der Stromrichtung, dem die randlichen Partien eines Inlandeises ausgesetzt zu sein pflegen, das Zustandekommen von Kreuzschrammen begünstigte. —

Sind nun auch die Gründe, derentwegen man den Felsbecken eine rein glaciale Entstehungsweise abgesprochen hat, nicht als stichhaltig zu erachten, so ist andererseits mit der Möglichkeit einer solchen Genesis ebensowenig erwiesen, dass die Natur sich zur Erzeugung jener Art von Bodenvertiefungen ausschliesslich dieses einen Mittels bediente. Der Zusammenhang des Kristianiafjords und des Vetterensees mit Senkungen der Erdrinde darf als Thatsache betrachtet werden, wie auch für einige andere Seen dies mehr oder weniger wahrscheinlich gemacht worden ist.

Hierauf fussend hat Nathorst seine „neue Theorie betreffs der Entstehung der schwedischen Felsbecken“ aufgestellt, welche voraussetzt, „dass Senkungen in einer härteren, gegen die glaciale Erosion widerstandskräftigen Felsart stattgefunden haben, während dieselbe von weicheren Schichten noch bedeckt war; die letzteren erfüllten die gesenkten Gebiete, wodurch sie diese schützten und selbst geschützt wurden, bis diese weichen Schichten ihrerseits mehr oder weniger vollständig vom Eis fortgeführt wurden.“

Abgesehen von einigen kleineren, seichteren Seen, welche entsprechend der früheren Auffassung des Autors als eine direkte Folge der säkularen Verwitterung zu betrachten seien, sollen die übrigen Felsbecken im Urgebirgsterritorium „so gut wie alle“ mit Dislokationen in Zusammenhang stehen. Der Unterschied, der hier zwischen den grösseren und kleineren Seen obwalte, sei nur der, dass die für ihr Zustandekommen erforderliche weiche Gesteinsart bei jenen aus silurischen Ablagerungen, bei diesen dagegen zumeist aus dem oberen Teil des Urgebirges selbst bestanden habe, der infolge säkularer Verwitterung aufgelockert worden sei.

Nach Nathorst's Ansicht hat also das Eis an der Entstehung der Felsbecken nur insofern mitgewirkt, als dasselbe die unter der Erdoberfläche verborgenen Unebenheiten des unverwitterten Urgebirges blosslegte.

Dass auf diese Weise Felsbecken entstehen können, wird gewiss niemand in Abrede stellen. Doch ich zeigte, wie auch die unverwitterten krystallinischen Gesteine infolge ihrer Spaltenbildung den Angriffen des Eises nicht standzuhalten vermögen, und somit ergibt sich für die Entstehung der Felsbecken noch die weitere Möglichkeit, dass nach Entfernung der sedimentären Bildungen und des Verwitterungsschuttes, womit zu Beginn der Eiszeit die unter der Erdoberfläche verborgenen Bodenvertiefungen angefüllt waren, die glaciale Denudation auf das unverwitterte Urgebirge sich ausdehnte, vor allem an Stellen, wo solch eine Depression durch Verwerfung hervorgerufen ist und demzufolge mit einem besonders reich entwickelten Spaltensystem in Verbindung steht.

In welchem ausgedehntem Umfang der von mir geschilderte Denudations- und Erosionsvorgang sich abgespielt haben muss, geht aus der häufigen Wiederkehr der Erscheinung hervor, dass Geschiebe-

lehm in die Gesteinsspalten hineingepresst ist.)*) Namentlich sei hier an die von Gumälius beobachteten und richtig gewürdigten Fälle erinnert, wo die Grundmoräne in die Spalten krystallinischer Gesteine bis zu grosser Tiefe eingedrungen ist und eine mehr oder weniger bedeutende Verschiebung der Gesteinsbruchstücke herbeigeführt hat.

Da bei Sedimentärgesteinen diese Erscheinung vielfach mit Schichtenstörungen verknüpft ist, so hat man derselben nur eine sekundäre Bedeutung beimessen wollen, in der Annahme, dass zunächst durch den Eisschub Stauchungen im Untergrund hervorgerufen wurden, und sodann erst der Geschiebelehm in die bei diesem Vorgang entstandenen Spalten eindrang. Bei einem wenig widerstandsfähigen Gestein ist dies auch gewiss sehr wohl möglich, bei härteren Felsen aber, glaube ich, erfolgten die Schichtenstörungen erst in zweiter Linie, nachdem infolge des Eindringens der Grundmoräne die schon vorher vorhandenen Spalten sich erweitert hatten, und so die Verschiebbarkeit der von Lehm umhüllten Gesteinsbruchstücke wesentlich erleichtert war.

Wie dem auch sei, jedenfalls besitzt das Eis — entgegen der Auffassung Heim's und anderer — eine „genügend harte, feste Hand“, um Felsen zu zerbrechen und zu Moränen zu verarbeiten. Sind nur Spalten vorhanden, so vermag selbst das härteste Gestein nicht seinen Angriffen zu widerstehen. Die Abhängigkeit der glacialen Denudation von der Anwesenheit von Spalten bedingt aber, dass der Grad dieser Abtragung ein sehr verschiedener ist je nach der grösseren oder geringeren Ausbildung der Spaltensysteme. Mithin ist die glaciäre Denudation unter Umständen mit einer Erosion verbunden, die zur Bildung von Felsbecken führen muss. Da nun der Spaltenverlauf in den krystallinischen Gesteinen weit unregelmässiger zu sein pflegt, als in den sedimentären, so haben wir Felsbecken im Urgebirgsterritorium nicht nur zahlreicher, sondern auch in sehr viel grösserer Formmannigfaltigkeit zu erwarten, als in den Gebieten jüngerer Ablagerungen; und da die Spalten namentlich den Verwerfungen folgen, so kann es fernerhin nicht überraschen, wenn auch die Felsbecken diesen sich anschliessen und in solchem Fall in der Lage ihrer Längsaxe von der Stromrichtung des Inlandeises sich völlig unabhängig erweisen. —

Wenn das Eis im stande ist, seine Grundmoräne in die Gesteinsspalten hineinzupressen, so bedarf es keines weiteren Beweises, dass

*) Vergl. Litteraturverzeichnis II.

Der Lehm von Ootmarssum, den Staring (De bodem van Nederland II. 1860. p. 191—197) „vorläufig“ zum Tertiär rechnet, steht nach der Schilderung des Autors zu dem dortigen Sandstein in ganz demselben Lagerungsverhältnis, wie Geschiebelehm, welcher in die Spalten anstehenden Gesteins eingedrungen ist. Wenn demnach — woran ich kaum zweifle — jener Lehm als Grundmoräne zu deuten ist, so liegt hier ein Fall vor, der für die Frage der Entstehung der „Randseen“ insofern von Bedeutung ist, als er zeigen würde, dass ein Inlandeis oder Gletscher selbst in geringem Abstand von seinem Ende noch die Fähigkeit besitzt, festes Gestein zu zertrümmern.

jenes vermöge seiner Plasticität auch selbst in diese eindringen kann;*) der Effekt ist natürlich derselbe. Überdies darf es zum mindesten als wahrscheinlich betrachtet werden, dass unter der Eisdecke an Stellen, wo infolge grösserer Druckdifferenzen das die Gesteinsspalten erfüllende Wasser abwechselnd friert und wieder aufthaut, eine regelrechte Verwitterung stattfindet.**) Der Anteil, welcher der glacialen Erosion an der Bildung der Felsbecken zufällt, lässt sich also gar nicht abmessen; denn auch dort, wo an den uns zugänglichen Teilen dieser Bodenvertiefungen auf den Gesteinsspalten die Grundmoräne sich nicht vorfindet, darf die Möglichkeit, dass sie infolge glacialer Erosion entstanden sind, nicht ausser Acht gelassen werden, obschon in vielen Fällen es schwer, wenn nicht unmöglich sein mag, den strikten Beweis für diese Annahme zu erbringen.

Litteratur.

I. Skandinavische Autoren über die Entstehung der Felsbecken.

W. C. Brögger. — Kristianiafjordens bildningssätt. — Geol. Fören. Förhandl. VII, p. 473, 1885.

— Über die Bildungsgeschichte des Kristianiafjords. Ein Beitrag zum Verständnis der Fjord- und Seebildung in Skandinavien. — *Nyt Mag. f. Naturvidensk.* XXX, p. 99, 1886.

— Om sjöbäckens bildningssätt. Yttrande med anledning af G. De Geer's föredrag om östra Skånes sjöar och deras bildningssätt. — *Geol. Fören. Förhandl.* XI, p. 14, 1889.

G. De Geer. — Om östra Skånes sjöar och deras bildningssätt samt om förkastningar inom samma område. — *Geol. Fören. Förhandl.* XI, p. 12, 1889.

— Beskrifning till kartbladet Bäckeskog. — *Sver. Geol. Undersökn. Ser. Aa. No. 103*, 1889. — p. 56, Om kretsjöarnes uppkomst.

— Om dalar, sjöar och slätter i norra Bohuslän. — *Geol. Fören. Förhandl.* XIII, p. 298, 1891.

O. Gumälius. — Några reseanteckningar från Norge. I. Dalar och sjöar. — *Geol. Fören. Förhandl.* V., p. 116, 1880.

— Meddelanden från Kantorp. — *Geol. Fören. Förhandl.* XI, p. 248, 1889.

A. M. Hansen. — Strandlinjer Studier. — *Arch. for Math. og Naturvidensk.* XIV, XV.

*) Törnebohm: Sveriges geologi.

**) Ad. Blümke und S. Finsterwalder. — Zur Frage der Gletschererosion. — *Sitzungsber. d. math.-physik. Klasse d. k. b. Akad. d. Wiss. zu München* 1890, XX. München 1891.

- A. Helland. — Die glaciële Bildung der Fjorde und Alpenseen in Norwegen. — Poggendorff's Ann. d. Phys. u. Ch. CXLVI, fünfte Reihe, 26^{ster} Bd., p. 538, 1872.
- Om Botner og Saekkedale samt deras Betydning for Theorier om Dalenes Dannelse. — Geol. Fören, Förhandl. II, p. 286—301, 342—356.
- Om Beliggenheden af Moraener og Terasser foran mange Indsøer. — Öfv. af K. Vet.-Akad. Förhandl. 1875, Nr. 1.
- Om Dannelsen af Fjordene, Fjorddalene, Indsøerne og Havbankerne. — Öfv. af K. Vet.-Akad. Förhandl. 1875, Nr. 4.
- On the Ice-Fjords of North-Greenland and on the Formation of Fjords, Lakes and Cirques in Norway and Greenland. — Quart. Journ. of the Geol. Soc. of London, XXXIII, 1877, p. 142.
- Svenske geologer om indsøerne. — Arch. for Math. og Naturvidensk. X, p. 414, 1886.
- G. Holm. — Om Vettern och Visingsöformationen. — Bih. t. K. Svenska Vet.-Akad. Handl. XI, Nr. 7, p. 1, 1885.
- A. G. Högbom. — Förkastningsbreccior vid jemtländska silurområdets östra gräns. — Geol. Fören. Förhandl. VII, p. 718, 1885.
- Th. Kjerulf. — Istiden. — Fra Videnskabens Verden. Tredie Raekke, Nr. 17, Kjöbenhavn 1876. (Deutsch von G. Hartung, Samml. wissensch. Vortr. von R. Virchow und Fr. von Holtzendorff, XIII. Ser., H. 293, 294, 1878).
- Udsigt over det sydlige Norges geologi. Kristiania 1879. (Deutsch von A. Gurlt, Bonn 1880.)
- Fortsatte bemaerkninger om reliefforholde. — Kristiania Vid.-skabs selsk. forhandl. 1881, Nr. 1, p. 1.
- A. Kornerup. — Geologiske Jagttagelser fra Vestkysten af Grönland (66° 55'—68° 15' N. B.): med en geol. kartskiss. — Meddelelser om Grönland II, Kjöbenhavn 1881.
- H. Mohn und F. Nansen. — Wissenschaftliche Ergebnisse von Dr. F. Nansens Durquerung von Grönland 1888. II. Teil: Geologische und hydrographische Ergebnisse. — Petermanns Geogr. Mitteil., Ergänzungsheft Nr. 105, 1892.
- A. G. Nathorst. — Pumpellys teori om betydelsen af bergarternas sekulära förvittring för uppkomsten af sjöar m. m. — Geol. Fören. Förhandl. IV, p. 276, 1879.
- Några anmärkningar med anledning af Dr. A. E. Törnebohms uppsats om klippbassiner och åsar. — Geol. Fören. Förhandl. IV, p. 397, 1879.

- A. G. Nathorst. — De äldre sandstens- och skifferbildningarne vid Vettern. — Geol. Fören. Förhandl. IV, p. 421, 1879.
- Ytterligare om sjöbäcken och sekulär förvittring. — Geol. Fören. Förhandl. V, p. 49, 1880.
- Slutord in frågan om sjöbäcken och vittring. — Geol. Fören. Förhandl. V, p. 128, 1880.
- Några ord om slipsandstenen i Dalarne. — Geol. Fören. Förhandl. VII, p. 537, 1885.
- Anmärkningar med anledning af A. Hellands uppsats: „Svenska geologer om indsjöerne“. — Geol. Fören. Förhandl. VIII, p. 322, 1886.
- Några ord om Visingöserien. — Geol. Fören. Förhandl. VIII, p. 5, 1886.
- En ny teori om de svenska klippbäckenas uppkomst. — Geol. Fören. Förhandl. IX, p. 221, 1887.
- Sveriges geologi. Stockholm 1894. — p. 74. Visingsögruppen.
- Jordens Historia efter M. Neumayr's „Erdgeschichte“ och andra källor utarbetad med särskild hänsyn till Nordens Urverld. — Stockholm 1894. — p. 450—456. Uppkomsten af sjöar.
- A. E. Törnebohm. — Några ord om klippbassiner och åsar. — Geol. Fören. Förhandl. IV, p. 343, 1879.
- Kunna de svenska sjöbäckena förklaras såsom en direkt följd af den sekulära förvittringen? — Geol. Fören. Förhandl. IV, p. 466, 1879.
- Några ord med anledning af Dr. Nathorst's uppsats „Ytterligare om sjöbäcken och sekulär förvittring“. — Geol. Fören. Förhandl. V, p. 110, 1880.
- Grunddragen af Sveriges geologi allmänfattligt framställda. — Stockholm 1884. — p. 163. Om sjöbäckens bildning.
- Några ord med anledning af A. Hellands insjökritik. — Geol. Fören. Förhandl. VIII, p. 346, 1886.
- Om sjöbäckens bildningssätt. Yttrande med anledning af G. De Geers föredrag om östra Skånes sjöar och deras bildningssätt. — Geol. Fören. Förhandl. XI, p. 14.
- P. A. Öyen. — Bidrag til Jotunfjeldens glacialgeologi. — Nyt Magaz. f. Naturv. XXXVI, p. 13, 1897.

II. Beispiele für das Eindringen der Grundmoräne in die Spalten anstehenden Gesteins.

- H. Credner. — Über Schichtenstörungen im Untergrunde des Geschiebelehms, an Beispielen aus dem nordwestlichen

Sachsen und angrenzenden Landstrichen. — Z. d. D. g. G. XXX, 1880. p. 81—83 u. 90.

W. Dames. — Geologische Reisenotizen aus Schweden. — Z. d. D. g. G. XXXIII, 1881. p. 411—413.

O. Gumälius. — Ett par iakttagelser om inlandsisens verkan på underliggande berget. — Geol. Fören. Förhandl. VII, p. 389, 1884.

— Meddelanden från Kantorp. — Geol. Fören. Förhandl. XI, p. 248, 1889.

A. Helland. — Über die glacialen Bildungen der nordeuropäischen Ebene. — Z. d. D. g. G. XXXI, 1879. p. 71—74.

— Über die Vergletscherung der Färöer, sowie der Shetland- und Orkney-Inseln. — Z. d. D. g. G. XXXI, 1879. p. 746.

G. Holm. — Bericht über geologische Reisen in Ehstland, Nord-Livland und im St. Petersburger Gouvernement in den Jahren 1883 und 1884. — Verh. d. Russ. Kais. Mineral. Gesellsch. zu St. Petersburg. Ser. II, Bd. 22, 1886. p. 19.

A. Sauer. — Über die Krossteinsgrusfacies des Geschiebelehms von Otterwisch. — Sitzungsber. d. naturf. Gesellsch. zu Leipzig, VIII, 1881.

F. Wahnschaffe. — Über Glacialerscheinungen bei Gommern unweit Magdeburg. — Z. d. D. g. G. XXXV, 1883. p. 834 u. 837.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Abhandlungen des Naturwissenschaftlichen Vereins zu Bremen](#)

Jahr/Year: 1898-1899

Band/Volume: [16](#)

Autor(en)/Author(s): Martin J.

Artikel/Article: [Zur Frage der Entstehung der Felshecken. 407-417](#)