

I.

Von den Gletschern der Diluvialzeit.

Von **Carl von Sonklar,**

k. k. Oberstlieutenant.

Mitgetheilt in der Versammlung der k. k. geographischen Gesellschaft am 22. October 1861.

Es ist bekannt, dass die Erklärung des Phänomens der erraticen Blöcke auf verschiedene Arten versucht wurde, von denen jedoch nur die sogenannte Gletschertheorie und dann jene, welche den Transport der erraticen Gesteinmassen dem Treibeise zuschreibt, Beachtung verdienen.

Für jene haben sich vorsonderlich Venetz, Charpentier, Agassiz, Forbes, Elie de Beaumont und Studer, für diese Lyell, Darwin, De la Beche, Bronn, Murchison u. A. erklärt.

Jedenfalls steht so viel fest, dass die Deposition der erraticen Blöcke auf ihre gegenwärtigen Lagerstätten nicht in allen Fällen auf einen und denselben Vorgang zurückgeführt werden kann. Denn es ist ohne Zweifel etwas ganz anderes, ob diese, zuweilen 50,000—100,000 Kubikfuss umfassenden, Felsblöcke vor den Ausgängen der Alpenthäler, aus welchen sie stammen, und nur etwa 5—10 Meilen von ihren ursprünglichen Geburtsstätten entfernt vorkommen, oder ob sie sich in Russland, Polen und im nördlichen Deutschland vorfinden, wo sie von ihren Muttergebirgen in Skandinavien durch Zwischenräume von 200—300 geographische Meilen getrennt werden.

Wenn also in diesen und anderen ähnlichen Fällen der Transport der erraticen Massen durch Treibeis als sehr wahrscheinlich angenommen werden darf, so ist doch dieselbe Annahme bezüglich der erraticen Erscheinungen in den Alpen aus dem einfachen Grunde nicht statthaft, weil damals, die dieses Gebirge nördlich und südlich einschliessenden Ebenen nicht mehr unter Wasser standen. Man hat desshalb für diese Fälle zu Wasserfluthen und Schlammströmen von fabelhaften Dimensionen seine Zuflucht genommen; aber der gesunde Verstand so gut wie die Theorie haben auch diese Transportmittel als unmöglich oder ungenügend erkannt und beseitigt.

Es ist hier nicht der Ort, die Gründe näher zu erläutern, aus denen mit grosser Evidenz geschlossen werden kann, dass die erraticen Blöcke und Geschiebe nichts anderes sind als Moränenbestandtheile gewaltiger Gletscher, welche aus den Hochthälern des Gebirges hie und da bis in die Ebenen vordrangen, und auf dem Terrain, das sie bedecken, die herabgeführten Felstrümmer zurückliessen. Die einschlägigen Thatsachen sind zuerst von Venetz erkannt, von Charpentier vermehrt, dann von Agassiz und Forbes mit Meisterschaft zusammengestellt und erklärt worden; ich will hier nur die wesentlichsten derselben kurz erwähnen: 1. An den Gehängen aller grösseren Alpenthäler bildet die obere Grenze des erraticen Terrains, auf der verticalen Ebene projicirt, eine gerade, gegen die Thalmündung sanft abfallende Linie; 2. an derselben Stelle des Thales ist diese Linie auf der rechten Thalseite so hoch wie auf der linken; 3. die charakteristischen Gletscherschliffe und Rundhöcker werden nur unterhalb der erwähnten Grenzen und niemals oberhalb derselben angetroffen; 4. die feinen Ritzen in den Schliefflächen sind mit jenen Linien in den meisten Fällen parallel; 5. auf dem Grunde der Thäler und oft mehrere Meilen von dem nächsten Gletscher entfernt, sind noch jetzt die bogenförmigen Schuttwälle alter

Frontalmoränen deutlich zu erkennen; sie bestehen aus lockeren Anhäufungen scharfkantiger Felsfragmente von jeder Grösse, wie sie bei Moränen eben vorkommen; 6. jedes vor der Thalmündung sich ausbreitende Ablagerungsgebiet enthält nur Blöcke, die aus dem betreffenden Thale stammen, und nicht auch andere, deren Heimat in einem benachbarten Thale zu suchen ist; es liegen demnach bei Lausanne und Neufschatel nur solche Blöcke, die aus dem Rhonethale, bei Bern nur solche, die aus dem Aarthale, bei Luzern nur solche, die aus dem Reussthale hervorgekommen sein mussten u. s. f.

Aber alle diese Erscheinungen, setzen sie nicht eine Ausdehnung des Gletscherphänomens in alter Zeit voraus, wie wir es jetzt selbst in den eisigsten Polargegenden vergebens suchen? — Allerdings, und eben hieraus schöpfen die Gegner der Gletschertheorie ihre kräftigsten Argumente zur Anfechtung derselben. Denn, so wenden sie mit einem Anschein von hohem Rechte ein, konnten jene mächtigen, viele Quadratmeilen Landes bedeckenden Gletscher wohl anders, als unter dem Einflusse einer starken und langdauernden Depression der Temperatur entstehen? Wie aber ist eine so grosse Temperatur-Erniedrigung zu einer Zeit anzunehmen, wo kurz vorher die Erde noch viel wärmer war, als sie es jetzt ist? Und da jene Gletscher seitber zum grössten Theile wieder verschwunden sind, oder sich auf ihr gegenwärtiges, bescheidenes Maass verringert haben, so ist damit offenbar eine Oscillation der Wärme ausgesprochen, die aller natürlichen Logik widerstreitet. Haben jedoch solche Oscillationen nicht stattgefunden, und hat sich die Temperatur des Erdkörpers seit der Diluvialzeit fortwährend vermindert, warum sind die enormen Eisfelder jener Periode bis auf jene schwachen Reste weggeschmolzen, die wir jetzt nur mehr auf den Hochkämmen und in den ihnen nächstliegenden Hochthälern der Alpen wahrnehmen?

Diese Einwürfe sind kräftig genug, und sie wären unwiderleglich, wenn mit der vollkommen berechtigten Annahme einer höheren Temperatur der Erde zur Zeit des Diluviums nicht auch die übrigen meteorologischen Verhältnisse anders als die jetzigen sind, angenommen werden dürften. — Unter dieser Voraussetzung glaube ich nun, dass es möglich sei zu zeigen, wie zu Ende der Tertiärzeit und der darauf folgenden Periode der pleistocenen Bildungen, die Bedingungen für die Entwicklung des Gletscher-Phänomens in einem so umfassenden Maasse eintraten, dass dadurch die Entstehung so ungeheurer Gletscher, wie sie von den oben in Kürze angedeuteten Erscheinungen gefordert werden, auch ohne die Annahme einer Depression der Temperatur oder einer grösseren absoluten Höhe der Alpen leicht erklärt werden kann.

Der Erratismus gehört den quaternären Bildungen oder der sogenannten Diluvialzeit, d. h. der Zeit grosser und stürmisch auftretender Wasserfluten, an. Die erraticen Blöcke liegen sogar, in Europa wenigstens, auf dem älteren Diluvium, so dass also die Zeit ihrer Ablagerung der gegenwärtigen Gestaltungsperiode der Erdoberfläche unmittelbar voranging. Bedenkt man nun, dass in der Tertiärzeit der Einfluss des Klima bereits mit Entschiedenheit hervortritt, u. z. in der Art, dass in den älteren Bildungen dieser Periode die tropischen Formen der Thier- und Pflanzenwelt noch immer vorwalten, in der Pliocenzzeit aber schon Dikotyledonen in Menge vorkommen, die in der Gegenwart durch verwandte Gattungen vertreten sind, von den Palmen aber nur mehr die noch jetzt in Italien freiwachsende Zwergpalme gefunden wird; bedenkt man ferner, dass das ältere Diluvium in unseren Breiten zwar noch Ueberreste von Landthieren enthält, die, wie der Elefant, das Rhinoceros, der Löwe u. A. m. ein warmes Klima verlangen, daneben aber auch andere Thiere, die bereits auf ein gemässigttes Klima hindeuten, so wird es klar, dass zur Zeit

des Diluviums die Oberfläche der Erde, wenn sie auch noch immer um ein Bedeutendes wärmer war, als jetzt, in ihrer Abkühlung dennoch so grosse Fortschritte gemacht hatte, dass in der Breite des Alpengürtels die Flora der Tropen bereits verdrängt war. Nehmen wir für den Anfang der Diluvialzeit in den Alpen jene Temperatur, bei der noch die *Chamerops* oder Zwergpalme gedeiht, als bestehend an, so erhalten wir 15° R., d. h. die mittlere Jahreswärme von Messina. Wir wollen an dieser, gewiss nichtsweniger als gewagten, Ziffer festhalten, und aus ihr die für unseren Zweck brauchbaren Konsequenzen ziehen. Ich sage „nichts weniger als gewagt“, weil es ganz gewiss eine Zeit gegeben haben muss, für welche jene Ziffer richtig war, und weil eben auch nicht viel davon abhängt, ob wir jene Zeit um eine Stufe höher oder tiefer auf die lange, dunkelungebene Leiter der Entwicklung unseres Erdkörpers stellen.

War nun zu jener Zeit die mittlere jährliche Temperatur unter dem 46° Grade der Breite 15° R., so stand sie unter dem Aequator, der Analogie gemäss, auf etwa 30° . Stellt aber das gegenwärtige Maass der Wärme auf Erden, die unmittelbare Sonnenwirkung dar, und beträgt dasselbe für unsere Breiten im Jahresmittel und am Meeresniveau 10, unter dem Aequator aber 25° Grade, so folgt, dass da wie dort der Unterschied von 5° von der inneren Erdwärme herührte, dass der Boden damals um diesen Betrag wärmer war als jetzt, und dass es demnach für die Luft zwei von einander unabhängige Quellen der Wärme gab, die einen Zustand der Atmosphäre bedingten, der sich offenbar sehr wesentlich von dem jetzigen unterschied.

Es kann nicht bezweifelt werden, dass zu jener Zeit die Cirkulation der Atmosphäre, in der Weise, wie sie heut zu Tage vor sich geht, ihren Hauptumrissen nach bereits im Gange war. Ja es ist sogar wahrscheinlich, dass sie in unseren Breiten schon in der Tertiärzeit ihren Anfang genommen, aber erst während des Diluviums sich kräftig entwickelt habe. Denn erst das Diluvium ist die Zeit grosser Ueberschwemmungen, durch welche die aufgesammelten Gesteinstrümmel auf gewaltsame Weise fortgeschafft und an tieferen Stellen der Erdoberfläche zusammengeschüttet wurden. Das Diluvium setzt daher von selbst gewaltige Niederschläge voraus. Diese aber sind nur durch starke Unterschiede der Temperatur und durch lebhaftere Strömungen in der Atmosphäre erklärlich. Wenn jedoch in Europa das Phänomen der erraticen Blöcke und der damit in Verbindung stehenden anderweitigen Gletscherwirkungen ausschliesslich auf die Diluvialzeit hinweist, so folgt daraus noch nicht, dass diese Zeit im hohen Norden nicht schon um Vieles früher, d. h. damals eingetreten sei, als in unseren Breiten etwa die mittleren oder jüngeren Tertiärschichten abgelagert wurden; denn die Abkühlung des Luftkreises ging von den Polen aus, und dort müssten demnach auch die Störungen des atmosphärischen Gleichgewichts und ihre nächsten Wirkungen zuerst eintreten. Ich glaube, dass in dieser einfachen Erwägung der Schlüssel für die Erklärung jener von Lyell berichteten merkwürdigen Thatsache liegt, dass nämlich in Nordamerika die Ablagerung der erraticen Blöcke schon vor oder während der Pliocenperiode vor sich ging *). In den arktischen Gebirgen Amerika's hatte die Abkühlung schon früh zur Gletscherbildung geführt, und abgerissene Eismassen trugen die Felsblöcke und den Schutt der Moränen in das Pliocenmeer hinaus, um sie dann beim Schmelzen auf die heutigen Prairien des Mississippi oder auf die Küstenebenen von Neu-Jersey oder Connecticut abzusetzen. In Europa aber war Aehnliches zu jener Zeit nicht möglich; die Gebirge Skandiaviens lagen noch zu weit süd-

*) Siehe „A manual of elementary Geology“ Chap. 12.

lich und hatten noch zu warm, um sich schon jetzt, zur Pliocenzeit nämlich, mit Schnee und Eis zu bedecken.

Wie dürfen wir uns nun den Zustand der Atmosphäre am Beginne der Diluvialzeit vorstellen? War die Luft allenthalben um 5° wärmer als sie gegenwärtig ist, so war auch allenthalben ihre Dampfcapazität grösser, sie war demnach auch feuchter, u. z. eben sowohl im absoluten als im relativen Sinne. Denn erstens vermehrt sich die Dampfcapazität der Luft nicht in denselben Verhältnisse, in welchem die Temperatur zunimmt, sondern sie steigt weit rascher, wie dies jede Tabelle über die Spannkraft des Wasserdampfes bei verschiedenen Wärmegraden beweisen kann; zweitens, war allem Anschein nach die Wasserbedeckung der Erdoberfläche in jener Zeit noch um Vieles grösser als jetzt, was nicht bloss aus den nachweisbaren Grenzen des Pleistocenmeeres, sondern auch aus den umfangreichen Süsswasserbildungen jener Zeit zu erhelten scheint, dadurch war dem Wasser eine grössere Verdunstungsfläche gegeben. Drittens, das wirksamste Mittel zur Erhöhung der Dampfspannung aber war die noch immer grosse Eigenwärme des Bodens; die Erdoberfläche glich damals gewissermassen einem warmen Ofen, den man fortwährend mit Wasser begiesst, und der so viel davon in Dampf verwandelt, bis die umgebende Luft vollkommen damit gesättigt ist. Dieser Umstand lässt uns mit Sicherheit annehmen, dass die Luft mit Wasserdämpfen wirklich gesättigt war. Da nun zu jener Zeit, wegen der vorgeschrittenen Abkühlung der Erde in den höheren Breiten, eine regelmässige Circulation der Atmosphäre, wie oben erwähnt, bereits eingetreten war, und daher die kalten Luftströme aus Norden unablässig und mit Macht in die warmen Luftmassen der tieferen Breiten eindringen, diese aber mit Wasserdämpfen fortwährend gesättigt waren, so musste die Condensation dieser Dämpfe in einer Ausdehnung und Heftigkeit erfolgen, von denen uns die jetzigen Regengüsse zwischen den Tropen wohl kaum ein richtiges Bild zu liefern im Stande sind. Erwägt man ferner, dass nach jedem Niederschlage das aus der Luft herausgefallene Wasser durch die Verdampfung auf dem warmen Boden, schnell wieder ersetzt wurde, was heut zu Tage selbst zwischen den Tropen nur verhältnissmässig langsam geschieht, da hier der Boden nicht wärmer ist als die Luft, — so wird man begreifen, wie damals jene gewaltigen Fluten, von deren transportirenden Kräften die diluvialen Bildungen so grossartige Beweise liefern, ihre Entstehung finden konnten. Es wird hiernach gewiss nicht gewagt erscheinen, wenn wir die Jahresmenge des Niederschlages für unsere Breiten zu Anfang des Diluviums 5mal grösser setzen, als sie gegenwärtig ist. Wir erhalten dadurch ein Maass, das noch immer hinter manchen zurücksteht, welche heut zu Tage zwischen den Wendekreisen durch die Beobachtung als vorhanden ermittelt worden sind.

Da kein Grund zur Annahme vorliegt, es sei damals die Abnahme der Temperatur nach oben langsamer erfolgt, als jetzt (ja es lässt sich eher noch das Gegentheil vermuthen), so ergibt sich, bei einer mittleren Temperaturabnahme von 1° R. für 600 Fuss, die mittlere Temperatur der nördlich der Alpen sich ausbreitenden Hochebene in der Nähe des Gebirges mit circa 12° , und die Höhe des Nullpunktes der Temperatur mit 9000 Fuss.

Nun liegt aber die Schneegrenze in den Alpen ungefähr 8600 F. ü. M.*), die dieser Höhe entsprechende mittlere Jahrestemperatur ist gleich — 3° R., und die Höhe für den Nullpunkt der Temperatur ungefähr 7000 F.

*) 8350' in den savoyischen, 8500 — 8600' in den graubündner, 8920' in den Tyroler Alpen und 9080' in den hohen Tauern.

Die Höhe der Schneelinie ist jedoch nicht bloss eine Function der Wärme, sondern auch der jährlich herabfallenden Schneemenge. Ich habe an einem andern Orte die Abhängigkeit der Höhe der Schneelinie von der Schneemenge erörtert, und durch einen Vergleich der westlichen mit den östlichen Alpen gefunden, dass für eine Zunahme der winterlichen Schneemenge um 6 P. Zolle (Wasser) ein Herabsinken der Schneelinie um 700 Fuss, unter sonst gleichen Umständen, stattfindet. Dies gibt im Durchschnitte 120 Fuss für einen Zoll Niederschlag.

Diese Daten setzen uns in den Stand die Höhe der Schneelinie während der Diluvialzeit annäherungsweise auszumitteln. Wäre damals die Menge des Winterschnees nur so gross gewesen, als sie es jetzt ist, so würde die Temperatur der Schneelinie auf -3° R. gestanden und ihre Höhe nahezu 10.800 Fuss erreicht haben. Dies ist auch in der That die beiläufige Höhe der Schneegrenze auf der mit Messina unter demselben Parallel liegenden Sierra Nevada in Spanien. Ist nun die jährliche Regen- und die winterliche Schneemenge damals das fünffache der jetzigen gewesen, und beläuft sich gegenwärtig der Winterschnee in den Alpen im Mittel auf 15'' und belief er sich demnach während des Diluviums auf 75'', so folgt daraus ein Herabrücken der Schneelinie um 7200 Fuss, und die absolute Höhe derselben zu jener Zeit mit 3600 Fuss.

Diese anscheinend geringe Elevation der Schneelinie wird dennoch nicht befremden, wenn man weiss, dass sich evidente Gletscherwirkungen (Gletscherschliffe, Rundhöcker, Moränen und erratiche Blöcke) in Gebirgen vorfinden, die jetzt, selbst mit ihren höchsten Kämmen und Gipfeln, weit unter der Grenze des ewigen Schnee's liegen, und die auch sonst durch kein Anzeichen den Schluss gestatten, dass sie in alter Zeit höher waren, als jetzt. In die Reihe dieser Gebirge gehören die Karpathen, die nordöstlichen Alpen und noch andere niedrige Alpentheile, der Jura, die Vogesen, der Schwarzwald, die Umgebungen des Snowdon in Wales, die schottischen Gebirge u. a. m.

Ein gegründeter Einwurf gegen die angegebene tiefe Lage der Schneelinie könnte nur aus der Eigenwärme des Bodens erhoben werden, die damals eine Schmelzung des Schnees oder Eises noch in einer Höhe bewirkte, die jetzt unter ewigem Froste starrt. Eine nähere Erwägung führt jedoch zu dem Schlusse, dass die Wirkung der Bodenwärme in dieser Beziehung keine bedeutende gewesen sein könne. Denn erstens hat sich bei tief herabsteigenden Gletschern der Jetztzeit, wo der Gletschergrund bereits die mittlere Temperatur von $3-5$ Graden besitzt, die untere Abschmelzung erfahrungsmässig als unbedeutend erwiesen; zweitens ist der Wärmeverbrauch bei dem Uebergange des Wassers aus der festen in die flüssige Form ein sehr grosser; es ist bekannt, dass die zur Schmelzung des Eises erforderliche Wärme 79° C. beträgt; drittens ist bei der schwachen Wärme-Leitungsfähigkeit des Bodens, der zur Schmelzung des Eises verwendbare Wärmeertrag desselben gewiss von nur geringer Bedeutung. Viertens, nach einer von Elie de Beaumont durchgeführten Rechnung hat sich die ausgestrahlte Bodenwärme bei Paris nur so gross ergeben, um im Laufe eines ganzen Jahres eine 62 Centimeter dicke Eisschicht in Wasser verwandeln zu können. Nun beträgt aber die mittlere Bodentemperatur von Paris über 8° R., während die Mittelwärme der Höhenzone zwischen dem unteren Rande der perpetuirlichen Schneebedeckung und der Höhe mit dem

Nullpuncte der Temperatur, zur Diluvialzeit nur etwa 5° R. betrug. — Es ist sonach einleuchtend, dass die untere Abschmelzung des Schnees wegen der höheren Bodenwärme, auf die Höhe der Schneelinie keinen wesentlichen Einfluss haben konnte. Von ungleich grösserem, jedoch in entgegengesetztem Sinne sich äusserndem Belange war damals der Feuchtigkeitszustand der Atmosphäre. Es ist bekannt, dass Schnee und Eis auch direct, d. h. ohne vorhergehende Schmelzung zu Wasser, in Dampf sich verwandeln können, und diesem Prozesse muss in der Gegenwart ein namhafter, wenn auch bisher ziffermässig noch nicht ausgemittelter Antheil an der Aufzehrung der Schnee- und Eismassen in den Hochalpen zuerkannt werden. War aber während des Diluviums die Luft mit Dämpfen fortwährend gesättigt, so musste auch die Verdunstung des auf den Bergen liegenden Schnees und Eises gleich Null sein.

Es ist sofort nicht schwer einzusehen, welchen ungeheuren Einfluss dieses Herabsinken der Schneelinie zur Zeit des Diluviums auf die Ausbreitung des Gletscherphänomens ausüben musste. Denn nicht allein, dass die jährliche Summe der festen Niederschläge um so vieles grösser war als jetzt, so hatte nunmehr auch die Schneebedeckung einen Umfang gewonnen, mit dem sich die Grösse unserer heutigen Schnee- und Eisfelder, ja selbst der gewaltige Humboldt-gletscher des Smithsundes, kaum vergleichen lässt. Die nächste Wirkung davon war sowohl die Entstehung zahlloser Gletscher, von denen wir jetzt keine Spur mehr entdecken, als auch die Bildung ungeheurer Gletscher durch die jetzt eintretende Vereinigung vieler kleiner in einem gemeinschaftlichen Bette. So beträgt z. B. in der Gebirgsgruppe des Oetzthals, einschliesslich des Stubayer Gebirges, das Areal der gegenwärtigen Eisbedeckung in runder Zahl 10 $\frac{1}{2}$ geographische Quadratmeilen, das Gesamtareal aber, mit Ausschluss des unter dem Niveau von 4000, liegenden Terrains, 71 Quadratmeilen. woraus sich die Grösse des Eisgebietes zur Zeit des Diluviums beiläufig 7 Mal grösser als das jetzige ergibt. Es mochte sich demnach zu jener Zeit das alljährlich aus dem Schnee hervorstehende Gletschereis, unter den gemachten Annahmen, auf das 35fache seines heutigen Betrages belaufen.

Die Grossartigkeit der aus diesen Verhältnissen sich entwickelnden Erscheinungen wird am besten, ein nach den Gesetzen physikalischer Induction durchgeführtes Beispiel zu zeigen im Stande sein. Betrachten wir zu diesem Ende das eigentliche Oetzthal. Hier lag zur Zeit des Diluviums alles Land bis Lengenfeld herab, und auch weiter nördlich der grösste Theil der Thalhänge, unter der Hülle immerwährenden Schnees. Dies gibt eine Schneefläche, die nur um etwa ein Zehnthel kleiner ist, als die ganze Area des Oetzthales mit allen seinen Zweigen, d. h. ungefähr 15 geographische Quadratmeilen. Der eigentliche Gletscher begann sonach erst bei Lengenfeld, und drei bis vier grosse Mittelmoränen deuteten seine Zusammensetzung aus den Gletschern des Rosen-, Nieder-, Gurgler- und Windachthales an. Wie mächtig er zur Zeit seiner grössten Entwicklung gewesen, dies dürfte wohl nur erst nach sorgfältiger Untersuchung der Thalhänge zu bestimmen sein; doch mag erwähnt werden, dass sich am Gurglergletscher, dann bei Gurgl, Zwieselstein und Sölden Gletscherschliffe und Rundhöcker zeigen, die bis auf 500 Fuss über dem Niveau der Thalsohle stehen. Bei Lengenfeld vereinigte sich mit diesem Gletscher, der aus dem Griesthale — und unterhalb Oetz der aus dem Ochsen-gartenthale kommende Zufuss.

Wenn wir nun die Frage stellen, welche Länge diese Gletscher erreicht haben, so kommen wir auf Grund unserer bisherigen Erfahrungen über das Gletscherphänomen, zu nachfolgenden Ergebnissen. In den Gletschern des Oetzthals steht, nach meinen eigenen Untersuchungen, die Ablationsfläche des Gletschers, d. h. die in den warmen Monaten schneefreie Eiszunge, zu seiner Firnfläche im Verhältnisse wie 1 : 37, vorausgesetzt, dass die Dicke der jährlich sich auflagernden Firnschichte 1 Meter, und die jährliche Ablation 2·5 Meter beträgt. Nehmen wir nun, nach Obigem, die Dicke der Firnschichte zu 5 Meter, die jährliche Abtragung hingegen, wegen der weit tieferen Lage der Gletscherzunge zu 20 Meter an*), so ergibt sich das Verhältniss zwischen Ablations- und Firnfläche für die Diluvialgletscher dieser Gegend mit 1 : 6**), und daher die Area der Eiszunge des diluvialen Oetzthalgletscher mit $\frac{15}{6}$ oder $2\frac{1}{2}$ Quadratmeilen in runder Zahl. Setzen wir sofort die mittlere Breite der grösseren Alpenthäler = 1000 Toisen, so erhalten wir als die beiläufige Länge dieses Gletschers nicht weniger als 10 Meilen. Hiebei ist selbstverständlich angenommen, dass der Gletscher sein Bett mit keinem anderen Gletscher theile, was jedoch schon wegen der Nähe des Pitzthales nicht vorausgesetzt werden kann. Aber auch ohne Theilung des Bettes mag der Oetzthalgletscher bis in der Nähe von Innsbruck vorge drungen sein.

Noch weit grossartigere Verhältnisse mussten die diluvialen Gletscher-Erscheinungen im Rhonethal an den Tag gelegt haben. Hier war die Schneelinie im Hauptthale schon ungefähr bei Niederwald anzutreffen, und der hier auftretende Gletscher musste nach und nach durch die zahlreichen, von den penninischen und den Berneralpen herabkommenden Zuflüsse, zu einer Eismasse von wahrhaft ungeheuren Dimensionen verstärkt werden. Das Rhonethal hat viele grosse und stark gegliederte Nebenthäler, unter denen das Nicolaithal $7\frac{1}{2}$, das Bagnethal 6, das Eringerthal $4\frac{1}{2}$, das Turtmann-, Aletsch- und Lötschenthal 4 Meilen lang sind, und noch etwa sechs andere Thäler haben eine Länge von 2—3 Meilen. Im Saasthale verschnitt sich die Schneelinie mit dem Thalgrunde schon etwa bei Zenschmieden, im Nicolaithale bei St. Nicolaus, im Turtmannthale bei Gruben, im Eringerthale vor Evolena, im Bagnethale bei Frignolay, im Val d'Entremont bei Rovattaz u. s. f. Es war demnach auch hier der weitaus grösste Theil der Oberfläche perpetuirlich mit Schnee bedeckt, woraus sich ein Schluss auf die Mächtigkeit

*) Dieser Betrag der Ablation wurde durch das Verhältniss der Summen der positiven Temperaturgrade ausgemittelt. Es ist nämlich gegenwärtig die Mittelhöhe der eigentlichen Gletscher des Oetzthales 7500', und die dieser Höhe entsprechende Summe der positiven Temperaturgrade im Minimum 16°; die Mittelhöhe des diluvialen Oetzthalgletschers aber betrug 2700', daher seine mittlere Jahreswärme $10\frac{1}{2}^{\circ}$ und die Summe der positiven Temperaturgrade 125—128 Grade R. Das Ablationsvermögen ist daher im zweiten Falle etwa 8mal grösser und die jährliche Ablation sonach $2^m 5 + 20^m$.

**) Sind bei einem Gletscher der jährliche Substanzzuwachs und der Substanzverlust bekannt, so lässt sich das Flächenverhältniss des eigentlichen Gletschers und seines Firnfeldes leicht auffinden. In jedem Falle muss nämlich der eigentliche Gletscher so gross sein, dass seine jährliche Ablation ungefähr gleich sei, dem jährlichen Substanzzuwachs des Firnfeldes. Ist nun das specifische Gewicht des Gletschereises = 0·897, das des Firnschnees = 0·613; bezeichnet ferner X den Flächeninhalt des eigentlichen Gletschers und A den Flächeninhalt des Firnfeldes, so ist $2 + 0·897 + X = 5 + 0·613 + A$ demnach in runder Zahl $X = A/6$.

der aus diesen Thälern hervorbrechenden Eisströme ziehen lässt. Erwägt man ferner, dass in den Schweizeralpen nicht bloß die Summe der jährlichen, sondern auch die relative Menge der winterlichen Niederschläge namhaft grösser ist als in den östlichen Alpen, wesshalb auch dort, bei gleich grosser Schneebedeckung, die eigentlichen Gletscher nothwendig grösser und länger werden müssen, wie hier, und bedenkt man endlich, dass die Area des Rhonethales bis zum Genfersee über 100 Quadratmeilen umfasst, von denen zur Diluvialzeit, nach der oben als wahrscheinlich angegebenen Höhe der Schneelinie, etwa deren 80 mit Schnee bedeckt waren, so wird man es vielleicht nicht mehr so ganz unbegreiflich finden, wie aus dem Rhonethal ein Eiskörper hervorwachsen konnte, der seine Moränenblöcke bis in die Gegenden der heutigen Kantone von Waadt, Freiburg und Neuchâtel tragen und dort absetzen konnte.

Aehnliche, wenngleich weniger grossartige Erscheinungen mögen die Thäler der Aar, Reuss und Linth dargeboten haben. Noch riesenhafter aber als der des Rhonethales, muss der Gletscher des Rheinthales gewesen sein, was aus der Grösse seines erratischen Ablagerungsgebietes hervorgeht. Die Ursache liegt offenbar nur in dem noch weit bedeutenderen Umfange des hieher gehörigen Firnfeldes, das nebst vielen kleineren Thalfurchen, die grossen und vielverzweigten Thäler des Vorder- und Hinter-Rhein und der Landquart, dann das vorarlbergische Kloster-Montafonthal umfasste.

Es erübrigen uns nunmehr nur noch zwei Fragen, u. z. 1. warum das Diluvium nicht früher schon eingetreten sei, und 2. wie es kam, dass jene gewaltigen Gletscher wieder verschwanden. Die Antwort auf beide Fragen ergibt sich aus dem Gesagten beinahe von selbst. Es ist gewiss, dass es eine Zeit gab, wo alle Theile der Erde, der Aequator so gut wie die Pole, eine gleiche Temperatur hatten, was selbst nach Beginn der Abkühlung, mit alleiniger Rücksicht auf die Hydrometeore, noch sehr lange dauerte. Als dann später die Abkühlung weitere Fortschritte machte, waren die Gegenden um die Pole herum diejenigen, wo die Temperatur am niedrigsten stand, wo daher die Luft am dichtesten und ihre Elastizität am grössten war, und von wo demnach auch der erste Anstoss zur Hervorbringung von Luftströmungen in horizontaler Richtung ausging. Aber der Druck der kälteren Luftmassen an den Polen gegen die warmen in den tieferen Breiten war anfänglich, theils wegen des geringen Betrages der Temperaturerniedrigung und theils wegen des geringen räumlichen Umfanges der abgekühlten Luftmasse, gewiss nur ein schwacher und daher auch seine Wirkungssphäre eine beschränkte. Beide mussten sich jedoch vergrössern als die Abkühlung immer mehr vorrückte und als die Temperatur-Differenzen zwischen entfernten Gegenden sich steigerten. So kam es, dass sich die Winde ein immer grösseres Gebiet eroberten, während sie gleichzeitig auch an Intensität zunahmen. Wo nun diese Luftströmungen zuerst auftraten, da begannen selbstverständlich die aus der Mischung verschieden erwärmter Luftmassen hervorgehenden Regen. Ich habe weiter oben den Anfang dieser Regen in die Tertiärzeit gesetzt; ihre grösste Intensität aber, oder was dasselbe heisst, ihre diluviale Periode, erreichten diese Regen an einem gegebenen Orte zu jener Zeit, wo der Unterschied der Spannkraft des Wasserdampfes für die Temperatur dieses Ortes und der Temperatur der von Norden vordringenden kalten Winde am grössten war. Es ist leicht

erklärlich, dass die Breite in der dieser Fall eintrat allmählig von Norden gegen Süden vorrückte, und dass demnach das Diluvium in den höheren Breiten früher eintrat als in den niedrigeren. In dieser Antwort auf die erste Frage ist die Antwort auf die zweite bereits enthalten.

II.

Topographisches Postlexicon der österr. Monarchie.

Besprochen in der Versammlung der k. k. geographischen Gesellschaft
am 10. December 1861,

von **Joseph Alex. Freih. v. Helfert**,

Ausschussmitglied dieser Gesellschaft.

I.

Das Gebiet der österreichischen Vaterlandskunde erfährt seit einigen Jahren immer neue, immer werthvollere Bereicherungen, von denen die k. k. geographische Gesellschaft nie versäumt hat Act zu nehmen. Es sei mir erlaubt, einiger hierher gehöriger Schriften, die im Laufe des nun ablaufenden Jahres erschienen sind, mit kurzen Worten zu gedenken.

Dem Gebiete der Monographie gehört das zweibändige Werk „der Oetscher und sein Gebiet“ an, von dem vielverdienten Mitgliede unserer Gesellschaft, k. k. Schulrath Dr. M. Becker, in wetteiferndem Vereine mit mehreren, zumeist dem Oetschergebiete selbst angehörigen Männern zu Stande gebracht, eine mit begeisterter Liebe begonnene, mit ausdauernder Liebe zum Abschlusse gebrachte Arbeit; eine dem Touristen wie dem Manne der Wissenschaft, dem Natur- wie dem Geschichtsfreunde gleich willkommene Gabe; eine Ausbeutung und Nutzbarmachung des überraschend reichen Stoffes nach allen Seiten, der erdkundlichen, der naturhistorischen, der ethnographischen, der culturhistorischen, der topographischen. Und wer einmal das wild-romantisch gelegene, in gothischem Style erbaute Kirchlein von Neuhaus, nach P. Urlinger's Messung 3168 Fuss Seehöhe, besucht hat, und wer da weiss, dass dieses Kirchlein dem Buche und das Buch diesem Kirchlein einen Theil seines Daseins verdankt, der wird mit erhöhter Wärme dem Verfasser und dessen literarischen Freunden für diesen schönen Beitrag zur Heimatskunde Niederösterreichs und Obersteiers Dank wissen.

Einen ungleich ernsteren, ja betrübenderen Ursprung und Hintergrund hat eine andere, gleichfalls der monographischen Richtung angehörende, erst vor wenigen Tagen in die Oeffentlichkeit getretene Schrift: „Die Erwerbsverhältnisse im böhmischen Erzgebirge“ von Maximilian Dormizer und Dr. Edmund Schebek (Prag, Heinrich Mercy, 1862). Wer hat nichts von der fast Jahr aus Jahr ein wiederkehrenden Noth im Erzgebirge gehört? Wer hat ihn nicht vernommen, diesen wahrhaften Schmerzensschrei im Gegensatze zu den vielen geheuchelten und erlogenen Schmerzensschreien, die von Zeit zu Zeit ihre Entenflüge, ihre Tartarenzüge durch die Zeitungen Europa's unternehmen? Das wegen