

Die
alten Gletscher der Südalpen.

Von

Edmund von Mojsisovics Mojsvár.

Vorgetragen in der Versammlung des österreichischen
Alpenvereines am 18. Februar 1863.

(Separat-Abdruck aus den Mittheilungen des Alpenvereines, I. Heft.)

Wien, 1863.

Wilhelm Braumüller

k. k. Hofbuchhändler.

Von den mannigfaltigen Objecten, welche die Alpenwelt birgt, äussern die Gletscher auf den Alpenwanderer die meiste Anziehungskraft. Seit Ende des vorigen Jahrhunderts, seit man also überhaupt die Alpen bereist, bieten die Gletscher dem Laien als wunderbare und eigenthümliche Wesen des Hochgebirges einen Gegenstand des Staunens und einer gewissen Ehrfurcht, dem Forscher aber ein weites Feld der Beobachtung und ernsten Studiums.

Eine Reihe der ausgezeichnetsten Geologen, vor allen Saussure, Agassiz und Forbes studierten mit allem Aufwand von Geist und Ausdauer ihre physikalischen Verhältnisse und die Beziehungen, in welchen sie zu den sie begleitenden Erscheinungen stehen.

Die gewonnenen Erkenntnisse geben einen einfachen Schlüssel zum Verständniss gewisser Ablagerungen und der Art des Transportes der sogenannten erratischen Blöcke.

Seit den ältesten Zeiten war man auf zerstreute, oft riesige Felsblöcke aufmerksam geworden, die als

von entfernten Lagerstätten herstammend erkannt wurden. Man nannte sie Findlinge oder erratische Blöcke. Namentlich fielen die vielen Blöcke, die hoch an den Abhängen des Jura sich finden, auf; man erkannte, dass sie aus den Alpen stammen. Die Frage ihres Transportes beschäftigte durch lange Zeit alle Geologen, man erging sich in den abenteuerlichsten und gewagtesten Hypothesen, von denen die der Schlammströme den meisten Anklang fand. Die Entstehung dieser Schlammströme sollte in der plötzlichen Erhebung der Alpen und der dadurch bedingten Zerstückelung und Zersprengung des Gebirges dessen Trümmer und Schutt durch die Fluthen der sich zurückziehenden Meere fortgeschwemmt wurden, ihren Grund haben.

Playfair, Venetz, v. Charpentier, letzterer Anfangs selbst ein eifriger Verfechter der Schlammtheorie, kamen durch aufmerksames Beobachten endlich zu der heutzutage allgemein verbreiteten Ansicht, dass der Transport der erratischen Blöcke nur durch Gletscherströme naturgemäss und befriedigend zu erklären sei. Die Beobachtung alter Moränen und anderer Erscheinungen, die wir sogleich auseinandersetzen werden, befestigte diese Ansicht. — Man hat nun in der Schweiz diese Erscheinungen weiter verfolgt, und gefunden, dass die Gletscher zu Anfang der heutigen Epoche einen weiten Verbreitungsbezirk hatten.

Wir wollen nun vorerst die durch die heutigen Gletscher hervorgebrachten Bildungen erörtern, um die Richtigkeit der Prämissen darzuthun, auf welche wir die einstmalige ungeheure Gletscherausdehnung überhaupt und in den Südalpen insbesondere stützen.

Von den das Gletscherthal begränzenden Felswänden (einer schützenden Decke entbehrend und daher den atmosphärischen Einflüssen ganz preisgegeben), fallen, je nachdem die Gesteinsarten der Verwitterung Widerstand leisten, mehr weniger Felstrümmer und Schutt auf die seitlichen Theile des Gletschers. So entstehen Schuttwälle, welche den Gletscher bei seiner fortschreitenden Bewegung thalwärts begleiten. Man nennt sie Seitenmoränen oder Gandecken. Stossen zwei Gletscher in demselben Thalbette zusammen, so vereinigen sich die einander zugeneigten Seitenmoränen zu einer Mittelmoräne oder Guferlinie, welche als langer Steinwall auf der Gletscherfläche, entfernt von den beiden Gletscherufern, sich thalwärts zieht. Je nach der Anzahl der sich vereinigenden Gletscherströme, bilden sich auch mehrere Mittelmoränen*).

Spaltet sich das Gletscherthal durch eine in zwischen aufragende Felsmasse, so theilt sich der

*) Der Gornergletscher zählt 8 scharf markirte Mittelmoränen, der Aargletscher ebenfalls 8, deren jede durch eigene Felsarten ausgezeichnet ist.

Gletscher in zwei Arme. Die vorhandene Mittelmoräne häuft an der Stelle des sich bietenden Hindernisses eine grössere Masse von Schutt (sog. *moraine d'obstacle*, die man in das Deutsche übersetzt *Stau wall* oder *Staumoräne* nennen kann*), und theilt sich schliesslich wieder in zwei Seitenmoränen.

Die Felstrümmer, welche auf den Gletscher gefallen sind, werden von demselben, wie auf einem Schlitten, fortgetragen und behalten daher ihre scharfen Ecken und Bruchflächen.

Die längs der Seitenmoränen durch Randklüfte auf den Boden des Gletschers gefallenen Felstrümmer gleiten auf demselben abwärts. In Folge des Druckes der auflastenden und sich fort bewegenden Gletschermasse zermalmen sie sich theils gegenseitig zu Sand und Gries, der mit den Schmelzwassern durchdrungen dann den Gletscherschlamm bildet, theils runden sie sich ab zu Geschieben, die durch parallele Streifen und Ritzen auf ihrer Oberfläche ausgezeichnet sind. Die Ritzen, oft so scharf, als wären sie mit einem Grabstichel gravirt, werden von den hart aneinander gezwängten Steinen hervorgebracht; sie geben ein sicheres Unterscheidungsmerkmal der Gletschergeschiebe von den im fliessenden Wasser abgerollten Geschieben. Man nennt die unter dem

*) Macugnaga Gl. beim Belvedere.

Gletscher fortgeschobene Masse von Schlamm, Kies und geritzten Geschieben: Grundmoräne*).

Am Gletscherende häufen sich die Materialien der Grundmoränen mit den vom abschmelzenden Gletscher herabkollernden Trümmern der Seiten- und Mittelmoränen, und bilden einen grossen mit der convexen Seite thalabwärts gerichteten bogenförmigen Wall, der nunmehr aus unregelmässig durch einander lagernden scharfeckigen Trümmergesteinen, geritzten Kalksteinen, Sand und Schlamm besteht, und Stirnwall oder Endmoräne genannt wird. Diese Ablagerungen zeigen durchaus keine Schichtung; die Gesteine derselben sind nicht nach der Schwere gesichtet; ein wirres Durcheinander von grossen und kleinen Blöcken und Geschieben, oft in den kühnsten Stellungen, allen Gesetzen der Schwere und des Gleichgewichtes Hohn sprechend. Es sind dies spezifische Charaktere der Gletschergebilde, welche sie mit gar keinem anderen Gebilde theilen.

Da vermöge der Bewegung des Gletschers die Trümmer aller Gesteine, die im Thale anstehen,

*) Wie gross die Masse von Schlamm und Kies sei, kann man daraus entnehmen, dass ein Cubikmeter Wasser aus der Aar unterhalb des Gletscherthores geschöpft 142 Gramm Kies in Suspension enthält. Da nun im Monate August, wo die Schmelzwasser am reichlichsten sind, die Aar täglich 2 Millionen Cubikmeter Wasser liefert, so ergibt sich als die während 24 Stunden fortgeführte Sandmasse das Quantum von 284374 Kilogrammen.

thalwärts geschlittet werden, so bilden die Moränen förmliche Sammlungen aller im Thale anstehenden Gesteine. Reichen die Zuflüsse eines Gletschersystemes in geognostisch verschiedene Gegenden, so kann man, da die Mittelmoränen zwei oder mehrere nebeneinander fortfließende, immer scharf gesonderte Seitenmoränen darstellen, aus den Bruchstücken der Moränen, je nach ihrer Anordnung, auf die geognostische Beschaffenheit der Stammorte, und umgekehrt aus der geognostischen Beschaffenheit der Moränenmaterialien auf die Stammorte schliessen. Durch Anwendung der letzten Schlussfolgerung sind wir im Stande aus alten Moränen auf das Gebiet des einstigen Gletschers zu schliessen.

Zieht sich der Gletscher zurück, das heisst überwiegt die Masse des am Gletscherende abgeschmolzenen Eises der von den oberen Gletschertheilen nachrückenden, so bleibt die Endmoräne zurück. Bieten die Abhänge der Thalseiten genügende Stützpunkte, so bleiben bei langsamen Zurückziehen des Gletschers die Seitenmoränen in gewisser Höhe über dem Thalgrunde liegen; neue Endmoränen bezeichnen die Etappen des langsam sich zurückziehenden Gletschers. Bei schnellem Zurückweichen lässt der Gletscher auf dem Boden nur horizontale Ablagerungen aus der Schlammschichte und den Rollsteinen zurück, nur hie und da einzelne Blöcke darauf streuend.

Die Physiognomie des vom Gletscher verlassenen Thalbettes ist eine eigenthümliche. Sowohl die Seitenwände als auch der mit der Schlamm- und Schotterdecke bedeckte Thalboden sind geglättet, polirt. Sodann bemerkt man geradlinige 1 Zoll bis 1 Fuss breite, horizontale oder nur schwach geneigte Furchen, und gröbere und feinere, mehr oder minder parallele Ritzen im geglätteten Felsen. Diese Furchen und Ritzen folgen der Richtung, in welcher der Gletscher sich fortbewegt. Man kann daher aus ihrer Richtung auf die Bewegungsaxe des Gletschers schliessen. — Hervorgebracht werden diese Erscheinungen durch die Grundmoräne; während die grösseren Gesteinsfragmente Ritzen hervorbringen und die scharfen Ecken abstossen, wirkt der feine Gletscherschlamm unter dem Drucke der Gletschermasse als ausgezeichnetes Polirmittel. — Die geglätteten Felsen sind oft mit sogenannten Rundhöckern, kugelsegmentförmigen Erhabenheiten und Vertiefungen verbunden. Das sind dann die sogenannten „roches moutonnées.“

Die in Kürze hier erwähnten Gletscherbildungen, die Moränen mit ihren Bestandtheilen und ihren steilen, nach aussen bauchigen Formen, die scharfeckigten Blöcke, die geritzten Rollsteine, die polirten, gefurchten und geritzten Felswände sind dem Gletscher ganz eigenthümlich. Wo man daher solche Bildungen, wie wir sie soeben als das Werk heutiger Gletscher kennen lernten, trifft, da kann man mit Fug folgern, dass da ein Gletscher existirt haben

muss, der diese Spuren zurückgelassen hat; und je nach der Conservirung der Gletschergebilde kann man seine einstmaligen Gränzen mehr weniger sicher reconstruiren.

So verlockend es nun gewesen wäre, an den alten Schweizer Gletschern die Geschichte dieses Theiles unseres geologischen Wissens mitzutheilen, so müssen wir es uns dennoch versagen, um zu dem eigentlichen Gegenstande unserer Mittheilung, den der jüngsten Zeit angehörenden Studien über die alten Gletscher in den Südalpen, zu gelangen. Dort haben Gastaldi, Martins, Omboni, de Mortillet und Andere, angeeifert durch die Resultate der Untersuchungen der Schweizer Geologen, mit grossem Fleisse die Spuren alter Gletscher verfolgt, und ihre ehemaligen Gebiete studiert.

Wir wollen die von ihnen erforschten alten Gletscher der Reihe nach von West nach Ost verfolgen.

Der alte Gletscher der Stura de Coni*). Dieser, im südwestlichen Theile der italienischen Alpen, entsprang an der Pointe Bernardo und am Col de la Madelaine, durchfloss das Valle della Stura de Coni und endigte nach einem 46 Kilometer langen Laufe bei Casali, wo sich auf einer Diluvialterrasse die Reste einer aus Gletscherschlamm und mehr we-

*) G. de Mortillet: Carte des anciens glaciers du versant méridional des Alpes. Atti della soc. ital. di scienze. Vol. III.

niger eckigen Blöcken zusammengesetzten Moräne finden.

Die alten Gletscher de la Varaita, des Po und des Pellice *) entsprangen am Massiv des Monte Viso, erreichten aber keine Bedeutung. Ihre Länge mag bei 18—20 Kilometer betragen haben.

Der alte Gletscher des Val Chisone**). Er erstreckte sich bis in die Gegend von Perosa, nördlich von Pinerolo.

Der alte Gletscher der Dora Riparia***). Vom Mont Tabor, Mont Cenis und Mont Genève flossen Gletschermassen in das Thal, vereinigten sich bei Susa zu einem gewaltigen Gletscherstrom, welcher durch das Thal der Dora Riparia bis Rivoli in die Po-Ebene sich erstreckte. Der Mont Tabor ist 80 Kilometer von Rivoli entfernt. Bei Saint Nicolas am Mont Cenis sind die Felswände mit ausgezeichneten Buckeln und thalwärts gerichteten Ritzen bedeckt. Mehr oder minder deutlich sind ähnliche Spuren durch das ganze Thal zu verfolgen. Martins und Gastaldi beobachteten am Felsen, der das alte Schloss von Avigliana trägt, zwei Systeme von Ritzen, welche einen Winkel von 45° einschliessen, und erklären diese interessante

*) **) G. de Mortillet: Carte des anciens glaciers du versant méridional des Alpes. Atti della soc. ital. di scienze naturale. Vol. III.

***) Martins et Gastaldi: Essai sur les terrains superficiels de la vallée du Pô. Bull. de la soc. géol. de France, 1850.

Thatsache auf folgende Weise. Zur Zeit der grössten Entwicklung des alten Gletschers, als die Endmoränen von Rivalta abgelagert wurden, war der Felsen vom Gletschereise ganz bedeckt. Als später der Gletscher abschmolz und minder mächtig war, bildete der Felsen von Avigliana wahrscheinlich eine aus dem Eise aufragende Insel, ähnlich dem „jardin“ des heutigen „glacier de Talèfre“ bei Chamonix. Der eine Gletscherarm hatte dann eine südliche Richtung gegen Trama und bewirkte die nach Nord-Süd gerichteten Ritzen. Der andere nach Süd-Ost fliessende Gletscherarm brachte die gegen Nord-West-Süd-Ost gerichteten Ritzen und Streifen hervor.

Die Reste der Endmoränen bilden förmliche Hügelreihen bei Rivalta, Trana, Rivoli und Alpi gnano; sie enthalten grosse Blöcke, die man lange Zeit für anstehende Felsen hielt.

Der alte Gletscher der Stura de Lanzo war nach Gastaldi aus drei Zuflüssen gebildet und mochte sich bis Lanzo erstreckt haben.

Der alte Gletscher der Dora Baltea*) war einer der bedeutendsten; er erreichte eine Längenausdehnung von 130 Kilometern; seine Seitenmoränen erheben sich 650 Meter über die Thalsole. Besonders interessant wird er dadurch, dass seine Zuflüsse in die gewaltigen Massen des Mont Blanc und Monte

*) Martins et Gastaldi l. c.

Rosa hinaufreichen, wo heute noch zahlreiche Gletscherzungen in das Thal reichen.

Bei Courmayeur*) vereinigten sich die aus Val Ferret und der Allée blanche fließenden Gletschermassen zum Hauptstrom des alten Gletschers. Auf seinem Thalwege nahm er zahlreiche Zuflüsse auf. Auf dem rechten Thalufer ergossen sich Gletschermassen durch das Vallée de la Thuile, vom kleinen St. Bernhard und Mont Ruytor, durch Val Grisanche von der Sassièrè und dem Col de Rhèmes, durch Val de Rhèmes vom Mont Iséran, durch Val Savaranche vom Glacier Monei, durch das Val de Cogne von der Lavina und Roesa de Bianchi. Bei Aosta empfing der alte Gletscher einen mächtigen Zufluss auf dem linken Ufer, vom grossen St. Bernhard, Mont Velan, Grand Combin, Mont Collon und Dt. de Rong. Südlich vom Hospiz St. Bernhard beobachtet man an den Gneissfelsen des Plan de Jupiter südgerichtete Ritzen, welche bis Saint Remi anhalten.

Im Thale von Aosta selbst findet man die Gletscherritzen überall, wo das Thal sich verengt, so bei St. Vincent, am Monte Jovet, am Fort du Bard.

*) Aus der Rückzugsperiode der alten Gletscher datiren die alten Moränen unterhalb des Trioletgletschers, deren eine 2050 Meter vom heutigen Gletscherende entfernt ist. Auch unterhalb der Gletscher der Allée blanche finden sich in bedeutenden Entfernungen von den heutigen Endmoränen alte Moränen.

Bei Chatillon mündet auf der linken Thalseite das Val Tournanche. Durch dasselbe floss dem alten Dora Gletscher ein bedeutender Gletscher vom Matterhorn und den umliegenden Spitzen zu. Gut erhaltene Spuren beweisen dies. Unterhalb der heutigen Gletscher des St. Théodul Passes, bei Fourneaux (3111 Meter) trifft man die linkseitige Moräne des alten Gletschers, und verfolgt sie bis zu den ersten Hütten von Breuil. Sie enthält feinen Sand, wenig abgerundete und auch eckigte und geritzte Steine des Matterhornes. Zur Zeit ihrer Ablagerung war der Gletscher bereits im Rückzuge begriffen, und hatte eine Mächtigkeit von 300—350 Metern. Thalabwärts findet man allenthalben erraticen Schutt chaotisch zerstreut; an einem Punkte ist ein Serpentinfels ausgezeichnet polirt und mit Ritzen bedeckt. An der Thalmündung findet man eine grosse Menge von erraticen Blöcken angehäuft, die ihrer ursprünglichen Lagerstätte nach theils dem Mont Blanc, theils dem Matterhorn angehören*).

*) E. Collomb gibt hierüber eine sehr befriedigende Erklärung. Ein Gletscher, der bis zu 4—500 Metern ein Thal ausfüllt, versperrt den Materialien, welche ein Zufluss ihm bringt, den weitem Weg, besonders, wenn er unter einem rechten Winkel, wie hier, zusammenstösst, und bedeutend mächtiger als der Zuflussgletscher ist. Nothwendigerweise mussten unter solchen Umständen gewaltige Spalten sich bilden, welche sowohl die auf dem linken Ufer des Dora Gletschers transportirten Blöcke, als auch die des Zuflussgletschers aufnahmen.

— Sie sind scharfeckig, manche erreichen ein Volumen von mehreren Hunderten von Kubikmetern. Auf dem rechten Ufer nahm der Dora Gletscher noch zwei vom Massiv des Monte Rosa durch die Thäler von Challant und von Gressoney herabfliessende Zuflussgletscher auf.

Die gewaltige Eismasse des Dora-Gletschers ergoss sich aus den Thalengen zwischen Quassolo und Nomaglio, die kleinen Diorithügel von Ivrea überfluthend*), in die Ebene und lagerte hier in weitem Bogen ihre Moränen ab.

Die Hügelreihe „La Serra“, welche sich von Andrate, wo sie 650 Meter über die Dora sich erhebt, nach Salluzola und N. S. d'Ansasco erstreckt, ist die linkseitige Endmoräne des alten Dora-Gletschers**). Die Hügel von Brosso lehnen sich, ebenso wie die der Serra, an die Ausläufer der Alpen

*) Sowohl die Felswände der Thalengen, und zwar diese bis zu 600 Metern über die Thalsohle, als auch die Diorithügel von Ivrea sind an vielen Orten polirt und mit Ritzen bedeckt.

***) Die Einwohner von Borgofranco graben sich vortreffliche Weinkeller in die alte Moräne. Die zwischen den grossen eckigten Blöcken eingeschlossene Luft hat eine viel geringere Temperatur, als die äussere freie Luft, im Sommer. Ohne Unterlass weht ein kühler Wind von der Basis dieser Trümmerhaufen. Martins und Gastaldi versichern, dass am 12. Juli 1849 die freie Luft 28° C. zeigte, während in der „Balmette“ das Thermometer nicht mehr, als 7.5° C. zeigte.

an; ihre Entstehung danken sie dem auf dem rechten Gletscherufer transportirten Schuttmateriale — sie stellen die rechtseitige Endmoräne des alten Gletschers vor. Die Chiusella trennt dieselbe von der eigentlichen Stirnmoräne. Mehrere unter sich parallele Hügelreihen von der Chiusella über Caluso bis zum See von Viverone, wo die linkseitige Endmoräne endet, bilden die stark convexe Stirnmoräne. Bei Madonna d'Aglié erreicht dieselbe eine Höhe von 330 Metern über der Dora *).

Die Gesteine, aus denen die einzelnen Abtheilungen der Endmoränen zusammengesetzt sind, entsprechen vollkommen den Mittel- und Seitenmoränen, die existirt haben mussten.

Der alte Tessingletscher **) reichte aus dem Innersten der Alpen, vom Nufenen Pass und vom St. Gotthard durch das Val Leventina und den Lago maggiore in die lombardische Ebene bis Borgo Manero und Varallo Pombia. Seine Längenerstreckung beträgt über 150 Kilometer. Einer

*) Nach den Traditionen, welche die Urkunden des 14. Jahrhunderts uns aufbewahren, war die innerhalb dieses Moränenbogens befindliche Gegend in historischer Zeit ein grosser See. Kleine Seen und Torfmoore finden sich heute noch vor.

***) Omboni, I ghiacciaj antichi e il terreno erratico di Lombardia. Atti della soc. ital. di scienze nat. Vol. III. — Zollikofer, Th. v., Beiträge zur Geologie der Lombardei. Amtlicher Bericht der 32. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in Wien.

seiner zahlreichen Zuflüsse, der Gletscher der Toce war bei 100 Kilometer lang.

Der alte Gletscher entsprang im Val Bedreto am südlichen Abhange des St. Gotthard Massives. Die Granitfelsen des Passes selbst haben das Ansehen der echten roches moutonnées, und sind mit vielen parallelen, südnord streichenden, feinen Ritzen bedeckt. Der Pass war daher zur erratischen Zeit ganz vergletschert, und flossen von ihm Gletscherströme sowohl nach Nord in das Reussthal, als nach Süd in das Val Leventina. Unterhalb Airolo durchschneidet die Strasse eine alte Stirn- moräne; bei Chiggiogna beobachtet man Spuren von Furchen und Schliffen.

Bei Miasca mündete durch das Val Blegno ein vom Luckmanier und Greina Passe, bei Bellinzona ein durch das Misoccothal vom St. Bernhardin abfließender Gletscherzufluss.

Wahrscheinlich communicirte der Tessingletscher über den Monte Cenere mit dem Gletscherarm des alten Addagletschers, der den Lago di Lugano bedeckte. Wenigstens deuten die abgerundeten und geglätteten Formen des Monte Cenere und das Vorkommen von erratischen Hornblende- gesehien, welche dem St. Bernhardin entstammen, am Luganersee darauf hin.

Zwischen Pallanza und Baveno am Lago maggiore mündete der gewaltige Tocegletscher, vom Pass Gries durch das Val Formazza und Anti-

gorio abfließend. Der Tocegletscher glättete und rundete auf seinem Thalwege an vielen Stellen seine Uferwände. Auf seinem rechten Ufer nahm er zwei bedeutende Zuflüsse auf; vom Simplon durch das Val di Vedro, und vom Monte Rosa durch das Val Macugnaga und Anzasca; beide erzeugten schön erhaltene „roches moutonnées“. — Unterhalb Ornavasso stellten sich dem Tocegletscher die granitischen Monte Baveno und Mont Orfano in den Weg. In Folge dessen spaltete sich der Gletscher in drei Arme. Südlich drang ein Arm zum Lago d'Orta, schliff im Süden des Sees zwei kleine Porphyberge ab, und hinterliess zwei concentrische Endmoränen und zwei Seitenmoränen, deren linke Bruchstücke des Granits vom Monte Baveno enthält. Die beiden andern Arme umflossen den Mt. Orfano und ergossen sich hierauf in den Tessingletscher. Am Mt. Baveno und Mt. Orfano häuften sich die aus Gesteinen des oberen Tocethales bestehenden Mittelmoränen zu grossen Staumoränen.

Der Tessingletscher lagerte auf seinem linken Ufer eine riesige Seitenmoräne am Monte Campo del Fiori und Monte Val grande ab. Sie erstreckt sich halbkreisförmig vom Val Cuvia bis in die Gegend von Varese, und birgt geritzte Geschiebe von Kalkstein, Gneiss, Glimmerschiefer und Hornblende, welche aus dem Val Leventina stammen.

Ferner bedeckte der Tessingletscher auf seinem linken Ufer den Monte San Quirico (bei Angera

am Lago maggiore) bis zum Gipfel mit Gletschergeschieben und lagerte am nördlichen Fusse desselben Staumoränen ab.

Bei Arona am rechten Ufer sind vier, unter einander parallele, südost streichende Seitenmoränen abgelagert.

Die Hügelreihen am Südeinde des Lago maggiore südlich von Arona, bei Borgo Ticino, Sesto Calende, Coarezza, Sesona, Corgeno, die „colline di Somma“ die Hügel von Cimbro und Cuvirone sind die Endmoränen des alten Tessingletschers. Die Moränen zwischen Arona und Borgo Ticino*) enthalten Granittrümmer vom Monte Baveno und Mont Orfano, die von Sesto Calende**) Hornblendetrümmer aus den Bergen nördlich von Locarno.

Noch müssen wir erwähnen, dass im Val Cuvia, Val Gana und bei Varese sich viele Reste von Seiten- und Stirnmoränen vorfinden, welche durch ihre Lage und die Gesteintrümmer, die sie enthalten, es höchst wahrscheinlich machen, dass von Laveno ein Arm des Tessingletschers durch das Val Cuvia, und durch das Val di Ponte Tresa und Marchirolo ein Arm des benachbarten Addagletschers vom Lago di Lugano in das Val Gana

*) Hier findet sich ein Block mit 400 Kubikmeter Vol.

**) Ein unter dem Namen „Pietra Buga“ bekannter Amphibolblock hat ein Volumen von 100 Kubikmetern.

flossen. Hier also und, wie schon oben erwähnt, über den Monte Cenere communicirten wahrscheinlich die Eisströme der alten Tessin- und Addagletscher.

Der alte Addagletscher *). Einer der mächtigsten alten Gletscher. Vom Stilfserjoch strömte er, 190 Kilometer lang, bis in die Brianza, welche er mit seinen Endmoränen ganz bedeckte. Er gliederte sich in seinem untersten Laufe vielfach, und zerstreute auf einem weiten Terrain die Gesteinstrümmen, welche er allenthalben auf seinen Rücken geladen und verschlittet hatte.

Bei Bormio gaben ihm die Firn- und Gletschermassen von Val Viola und Val Furva seinen Ursprung. Die grauen Granite des Val Furva finden sich zahlreich hoch an den Berghängen ober Bormio zerstreut. Schon bei Sondalo empfing er einen Zufluss aus dem Val di Rezo **).

Bei Grossotto beobachtet man roches moutonnées. Bei Tirona mündete in den Addagletscher ein vom Bernina fliessender Gletscher durch das Valle di Puschiavo. Derselbe hinterliess unterhalb des heutigen Gletschers Palù

*) Omboni l. c. Zollikofer l. c.

***) Dioritporphyre mit schwarzer Grundmasse und weissen prismatischen Krystallen stehen in demselben an. Gesteine desselben Gesteins finden sich in der Gegend von Mailand. Auf welche Art sind dieselben über den Lago die Como transportirt worden? -- Am Ende unserer Mittheilung werden wir auf diese Frage noch zurückkommen.

eine Moräne, und polirte die Felsrücken unterhalb des Pizzo Canciano.

Im Addathale bei Porte und Tresenda roches moutonnées. Durch das Valle Malenco mündete wahrscheinlich auch ein vom Bernina kommender Gletscher; Gletscherspuren findet man übrigens in diesem Thale nicht.

Durch das Valle del Masino floss auch ein Gletscherzufluss; er erzeugte an einigen Stellen polirte Felsen.

Bei Colico am Einfluss der Adda in den Lago di Como, sind die Glimmerschieferfelsen gut polirt.

Die vereinigten Gletscherzuflüsse des Splügen und der Bregaglia ergossen sich bei Colico in den Addagletscher; deutliche Spuren der glättenden Wirkung der Grundmoränen sind in ihrem Gebiete häufig zu beobachten, besonders gut erhalten bei Chiavenna, wo die Felsen mit thalwärts gerichteten Furchen und Ritzen bedeckt sind.

Der Monte San Primo, durch welchen der Comersee in zwei Arme getheilt wird, (nach Collegno 1384 Meter über dem See) zeigt bis auf eine Höhe von 400 Metern Ablagerungen von Staumoränen, und noch 300 Meter höher liegen auf den Almen von Prato-alto voluminöse erratische Blöcke, welche von den Sennern mit besonderen Namen bezeichnet werden*).

*) Einer dieser Blöcke hält 1300—1400 Kubikmeter.

Ueber den Passo di Ghisallo (niederer, als Prato-alto) und durch das Valtegrina ergossen sich Arme des Addagletschers in das Valassina. Diese verflössten riesige Blöcke (bis zu 600 Kubikmeter Volumen) auf den Monte Pesura, der bis zu 200 Metern über die Thalsole mit Blöcken übersät ist*).

Westlich vom Comersee wurden Monte Crocione und Monte Costone von Gletscherarmen des Addagletschers umfluthet, und wurde das Becken des Luganersees von denselben occupirt. Sie hinterliessen auf dem Monte Salvatore in einer Höhe von 300 Metern über dem See ähnliche Moränenanhäufungen, wie die des Monte San Primo sind. An den Abhängen des Monte Generoso und an vielen anderen Punkten lagern grosse erratische Blöcke.

Drei weitere Arme des Addagletschers reichten in das V. Varone, V. Sassina und V. di Perledo.

Bei dieser weiten Verästelung des Addagletschers sind seine Endmoränen weit verbreitet und zerstückelt. Von St. Pietro am Brembo bis in die Gegend von Varese gruppiren sich halbkreisförmig, gegen Monza convex gerichtet, Hügelreihen, die zurückgelassenen Endmoränen des alten Addagletschers.

Der durch den Lago di Lecco fließende Arm breitete seinen Schutt und seine Blöcke seitlich und

*) Auf dem südlichen Abhänge der Corni di Canzo, 390 Meter über dem See, sah Breislack einen über 1000 Kubikmeter haltenden Granitblock. Er lieferte die Säulen zur Kirche von Valmadrera.

südlich in der Ebene aus. Bei Lecco und Olginate sind die Anhäufungen von riesigen Blöcken, welche L. v. Buch mit einem Schlachtfeld von Riesen verglich. Abgegränzte Moränen kann man hier nicht unterscheiden.

Der Gletscherarm des Valassina lagerte in der Brianza mehrere Hügelreihen von Endmoränen ab, die sich bis in die Gegend von Monza ausdehnen.

Der Gletscherarm des Comersees schob seine Moränen zwischen Erba und Como in die südliche Ebene bis in die Gegend von Cantu. Sie haben von der erodirenden Kraft der Schmelzwasser viel gelitten; eine grosse Menge ihrer Materialien ist über die Ebene zerstreut worden.

Ein Gletscherarm des Luganersee drang durch das Thal von Capolago und Mendisio zur Ebene, in welcher er zwischen Como und Malnate seine Stirn moränen absetzte.

Bei Varese vereinigten sich Arme des Adda- und Tessingletschers. Vom Luganersee ein Arm durch das Thal von Porto, aus Val Gana zwei Arme durch die Thäler von Brincio und Olona, und ein Arm vom Lago maggiore. Die betreffenden Moränen liegen zwischen Brenno, Induno und Varese.

Der alte Oglio-Gletscher*). Die Firnlager des Monte Tonale, Corno de tre Signori, Monte

*) Zollikofer l. c. G. de Mortillet l. c.

Gavia, Caresallo, Adamello und Venercolo erzeugten den 110 Kilometer langen Oglio-Gletscher.

Bei Lovere floss ein Arm des Oglio-Gletschers über die niedrige Einsattelung in das V. Cavallina, und reichte daselbst über den Lago di Spinone bis unterhalb Mologno, wo er viele Blöcke zurückliess. (Der grösste hält 40 Kubikmeter).

Der Oglio-Gletscher überschritt das Becken des Lago d'Iseo und hinterliess einen schönen Halbkreis von Moränen zwischen Adro, Provaglio, Calino und Paderno.

Der alte Etschgletscher. Der ausgedehnteste und durch seine Zuflüsse verzweigteste alte Gletscher der Südalpen, 270—280 Kilometer lang.

Der Ursprung des Etschgletschers ist im Langtaufererthale im Oetzthaler Alpenmassiv zu suchen. Zwischen Mals und Spondinig erhielt er bedeutende Zuflüsse aus dem Münsterthal vom engadinischen Gränzgebirge, aus dem Matscherthal von der Weisskugel und der Inn. Quellspez, aus dem Stilfserthal von den Trafoier und Suldener Fernern am Orteles. Weitere Zuflüsse kamen bei Tiss durch das Martellthal*)

*) Prof. Simony theilt mir freundlichst mit, dass er sowohl im Trafoier-, als auch im Suldenthal häufige Spuren der alten Gletscherbedeckung beobachtete. Am Eingange in das Martellthal fand derselbe im Thalgrunde einen grossen erraticen Granitgneissblock.

von den Orteler-Alpen, bei Naturns durch das Schnalserthal und bei Meran durch das Passeyrerthal von den Oetzthaler-Alpen, unter Meran durch das Ultenthal von den Orteler-Alpen.

Ein mächtiger Zuflussgletscher, der der Eisack, mündete in den Etschgletscher bei Botzen. Der Eisackgletscher verästelte sich vielfach in seinen Zuflussgebieten. Bei Sterzing strömten aus den Oetzthal-Stubayeralpen durch die Thäler Ratschinges, Ridnaun und Pflersch, vom Brenner durch das Eisackthal, aus den Zillerthaler Alpen durch das Pfitscherthal Gletscherströme zusammen, um den Eisackgletscher zu bilden.

Die Engen der Eisack zwischen Sterzing und der Franzensfeste zwängten den bereits ansehnlichen Gletscher ein; mühsam drängte er sich durch, und glättete und ritzte die Thalwände allenthalben bis gegen die Höhen.

In der Gegend von Brixen mündete der ansehnliche Zuflussgletscher der Rienz. Entströmend den Kalk- und Dolomitbergen von Ampezzo erreichte dieser Zuflussgletscher am Toblacher Feld die grosse Längenspalte des Pusterthales. Am Toblacher Feld nach Simony erratisches Diluvium. Wahrscheinlich communicirte er hier mit einem durch das östliche Pusterthal und das Gailthal in die Gegend von Klagenfurt reichenden Gletscher. Der Rienzgletscher erhielt Zuflüsse auf seinem rechten Ufer durch das Thal Gsies vom Deferegger Gebirge, durch das

Antholzthal von dem Riesenfernerstock, durch das Ahrnthäl vom Krimmlertauern und den Rieser- und Zillerthaler Alpen, auf dem linken Ufer durch das Thal Enneberg von den dortigen Kalk- und Dolomitbergen.

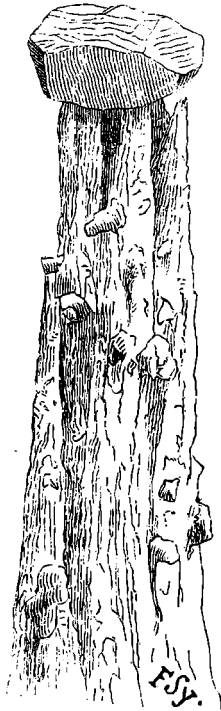
Im weiteren Verlaufe des Eisackgletschers finden wir auf der Ostseite des Rittnerhornes viele und deutliche Spuren von erratischen Ablagerungen, deren Beobachtung wir Simony verdanken*).

Die berühmten Erdpyramiden bei Kollmann sind die Reste einer Seitenmoräne des Eisackgletschers aus der Zeit des Gletscherrückzuges. Das Materiale dieser Seitenmoräne besteht aus dem Quarzporphyr des Sarntaler Gebirges, der zu einer erdigen Masse zerrieben war, und aus grösseren und kleineren Trümmern von Urfelsgesteinen aus der Brixener Gegend, welche in die Schlammmasse des Porphyrs eingebettet wurden. Durch Erosion werden die erdigen Porphyrtheile, die das grösste Contingent zur Moräne lieferten, weggeführt; es bleiben sodann nur einzelne kegelförmige Stöcke zurück, die aus compacterer Masse gebildet der Erosion einen dauerhafteren Widerstand leisten können, bis auch sie endlich der immer fort nagenden Kraft des Wassers unterliegen und verschwemmt werden. Wir theilen hier die Ansicht einer solchen Erdpyramide nach einer Zeichnung Simony's mit. Die Grundmasse derselben bildet der

*) Mündliche Mittheilungen.

zerriebene Quarzporphyr; die scharfeckigten Trümmer sind Urfelsgesteine (meist Granit und Glimmerschiefer).

Das Plateau „auf dem Ritten“ und die Gehänge des Rittnerhornes bis zur Spitze des Berges sind mit Moränenresten und zahllosen Geschieben bedeckt. Ausgezeichnete Gletscherschliffe zeigen sich allenthalben. In der Vertheilung der Gesteinsarten ist eine gewisse Regelmässigkeit zu beobachten, die mit der Anordnung der alten Moränen vortrefflich stimmt. Die Porphyrgeschiebe dominiren ausschliesslich in der Höhe über 1260 Meter. Dies entspricht der Seitenmoräne des grossen Gletschers. Abwärts mischen sich Glimmerschiefer- und Granitgeschiebe mit den Porphyren entsprechend der am weitesten rechtsgelegenen Mittelmoräne.



— Bei Unterinn auf dem Ritten finden sich Kalkblöcke, welche den versteinungsreichen Kalken und Dolomiten des Schlerngebirges entstammen. Ihr Transport datirt aus der Rückzugsperiode der Gletscher.

Wir kommen zum Etschgletscher zurück.

Unterhalb St. Michele mündete in denselben ein Zuflussgletscher, vom Tonale durch das Nocethal strömend. An der Mendola sich stauend, setzte er daselbst gewaltige Granitblöcke (vom Tonale) bis auf eine Seehöhe von 1600 Metern ab.

Bei Lavis ergoss sich ein, der Vedretta Marmolata entströmender Zufluss durch das Fleimserthal in den Etschgletscher.

Zwischen Trient und Vezzano wurde der Etschgletscher durch den Monte Bondon in zwei Arme gespalten. Die Mittelmoränen, dadurch gestaut, hinterliessen auf dem Monte Bondon bis auf eine Seehöhe von 1482 Metern (1297 Meter über Trient) zahlreiche Trümmer von rothem Quarzporphyr der Sarnthaler Gebirge, von Gneiss und Glimmerschiefer aus der Centralkette*). Der rechte Arm überfloss in das Gebiet der Sarca. Der dem Laufe der Etsch folgende linke Arm theilte sich wieder am Monte Baldo in zwei Arme**). Der linksseitige folgte dem

*) Trinker, über die Verbreitung von erratischen Blöcken in dem südwestlichen Theile von Tirol. *Ib. der geol. R. A. II. 2. pag. 74.*

***) Mortillet bringt die unter dem Namen „Slavini di S. Marco“ bekannten Schuttmassen bei Mori im Etschthale mit dem Gletscher in Verbindung, was wohl irrig sein dürfte. Allgemein hält man dieselben für die nach der Fuldaer Chronik im Jahre 883 nach Christi erfolgten Bergsturz, der den Lauf der Etsch gehemmt habe, so dass die Bewohner von Verona so lange fühlbaren Wassermangel gehabt hätten, bis die Etsch

Etschthale und mochte bis Verona gereicht haben; von Moränenablagerungen in der Gegend von Verona ist indessen bis jetzt noch nichts bekannt geworden; möglicherweise haben die Fluthen der Etsch die vorhandenen Moränen verschwemmt*). Der rechtsseitige Arm floss über die westliche Einsattelung in das Becken des Gardasees, um sich dort mit dem am Monte Bondon abgezweigten Arme des Etschgletschers zu vereinigen. Letzterer Arm hatte sich inzwischen durch einen mächtigen vom Adamello durch Giudicarien fließenden Gletscher verstärkt.

Das Gebiet des Adamellozuflusses ist besonders interessant durch den Reichthum an erraticen Granitblöcken, die dem Massive des Adamello entstammen. Massenhaft finden sie sich bei Tione am östlichen Thalgehänge, im Dalconthale, in welches ein kleiner Gletscherarm thalaufwärts reichte (bis 1200 Meter Seehöhe). Auf dem Uebergangsjoch von Tione nach Ballino, in einer Seehöhe von 1100 Metern, sind die Granitblöcke des Rendenathales so zahlreich und mächtig, dass Steinmetzen daselbst

sich wieder durch den grossen Trümmerhaufen ein neues Bett ausgewaschen habe.

*) Leider fehlen südlich vom Breitengrade des Comerathales Detailbeobachtungen dieses so interessanten Gletschers. Die Beobachtungen Paglia's betreffen nur das Südufer des Gardasees mit den gewaltigen Moränen. Auch die Stammorte der Moränenmaterialien sind noch zu wenig studirt worden.

ihre Werkstätte aufgeschlagen haben. Durch das obere Giudicarien reichte ein Gletscherarm in das Val Bona bis unterhalb des Lago d'Idro. Ostwärts von Condino sind die Granitblöcke bis auf 1300 Meter so häufig, dass man den Granit für anstehend halten möchte. Auf der westlichen Thalseite bis Brione reichen die Findlinge noch höher. Ein Arm dieses Armes communicirte durch das V. di Ledro mit dem Etschgletscher. Auch hier kommen Findlinge vor*).

Nach alledem reichten Monte Tenaro, Monte Bondon, Orto d'Abram und Monte Baldo als Inseln aus einem gewaltigen Eismeere hervor.

Die bei Riva vereinigten und verstärkten Arme des Etschgletschers erfüllten das Becken des Gardasees, an dessen Südende die in zwei- bis dreifachen Reihen von Hügeln aufgebauten Endmoränen lagern. Von Salo bis Bardolino bilden sie einen weiten Bogen, der sich südlich bis Volta spannt. Solferino, Cavriana, Pozzolengo, Valeggio und Sommacampagna stehen auf Moränenhügeln.

Der alte Brentagletscher).** Er entsprang den Porphy- und Granitbergen, welche das Val Sugana vom Fleimserthal trennen, und floss abwärts bis Primolano, wo er sich in zwei Arme zertheilte. Der nördliche breitete sich auf dem hohen Plateau nördlich von Arsié, und der südliche auf dem

*) Die hier angeführten Details rühren von Trinker l. c. her.

***) G. d. Mortillet l. c.

Kalk- und Dolomitplateau der *Sette comuni* aus, über Enego, Foza, Gallio, Asiago bis Pozzo, allenthalben Porphy- und Granit-Blöcke austreuend.

Der alte Piavegletscher*). Der Monte Paralba, an der Gränze des Venetianischen und Kärntens (Lessachthal), sandte den Piavegletscher bis Feltre hinab, wo er mit dem aus Granitbergen fließenden Cismonegletscher sich vereinigte. Letzterer, anstatt der Thalneigung zu folgen, wandte sich nordwärts bis Feltre, und ergoss zwei Arme in das Val Seren und Tegerzo. Ein kleiner Arm des Piavegletschers drang bei Capo di Ponte in das Thal des Lago di Santa Croce, wo er am südlichen Ende der Seen d'Acqua Morta und di Santa Croce schöne Kalkmoränen zurückliess.

Der alte Tagliamentogletscher).** Die Kette der Karnischen Alpen, welche Friaul von Kärnten scheidet, vom Monte Canin bis zur Cresta verde und zum Monte Paralba, sandte durch ihre südlichen Thäler ansehnliche Gletschermassen, welche bei Portis sich zu einem Gletscherstromen vereinigten, um bald darauf beim Monte Festa sich wieder zu theilen. Die beiden Arme umflossen den Monte Festa und vereinigten sich wieder zu einem Stromen, der sich in der Ebene zwischen Tagliamento und Torre bis auf $\frac{3}{4}$ Stunden von Udine ausdehnte.

*) Mortillet l. c.

**) Pirona, Antiche morene del Friuli. Atti della soc. ital. di sc. nat. Vol. II. Mortillet l. c.

In mehreren Hügelreihen setzen die Endmoränen einen weiten Bogen zusammen, von S. Daniele über Martignacco bis Tricesimo und Callalto. Die Gesteinstrümmer aller Formationen, welche im Gebiete des Tagliamento anstehen, finden sich hier gesammelt, und sind häufig mit Ritzen bedeckt.

Der Tagliamentogletscher war beiläufig 70 Kilometer lang.

Weiter nach Osten existirten auch noch Gletscher; doch sind die Beobachtungen, die darüber bekannt geworden sind, zu vereinzelt, um daraus die Gränzen der alten Gletscher mit einiger Wahrscheinlichkeit reconstruiren zu können.

Unsere Betrachtung der alten Gletscher in den Südalpen würde unvollständig bleiben, wenn wir nicht zum Schlusse einer interessanten Frage Aufmerksamkeit schenkten: dem Verhältniss der alten Gletscher zu den Seen. Wir haben gesehen, dass alle italienische Seen an ihrem Südeude von Moränen begränzt werden. Fügen wir noch hinzu, dass diese Moränen auf Diluvialgebilden liegen, dass die Materialien der Diluvialgebilde den Alpenhöhlen entstammen, unterhalb welchen sie abgelagert sind, dass genau dieselben Diluvialgebilde auch nördlich der Seen in den Alpenhöhlen vorkommen, und dass die meisten Seen der Nordalpen auch ähnliche Verhältnisse zeigen, so gewinnt die Frage, in wieferne die alten Gletscher zur Bildung der Seen beigetragen haben, erhöhtes Interesse.

Zur Diluvialzeit hatten die Alpen bereits ihre heutige Gestalt; Gebirgs- und Thalrichtungen waren vollkommen dieselben, wie heutzutage; das ist eine geologisch sichergestellte Thatsache.

Es müssen daher unsere heutigen Seebecken mit irgend einer Masse ausgefüllt gewesen sein, welche den Transport der Diluvialgeschiebe bis in die italienische Ebene über die Seebecken hinaus vermitteln musste. Man kann unmöglich annehmen, dass die Geschiebe durch die tiefen Seebecken hindurch transportirt worden wären, ohne dieselben auszufüllen.

Gewiss ist es kein Zufall, dass beinahe alle Alpenseen von Moränen abgeschlossen sind. Die alten Gletscher müssen mit der Bildung der Alpenseen in einem Causalnexus stehen. — Richtet man an uns aber die Frage, in welcher Weise die Gletscher die Bildung der Seen veranlasst haben, so müssen wir gestehen, dass bis jetzt noch keine der versuchten Erklärungsweisen einer allgemeinen Zustimmung der Gelehrten sich erfreute, und dass einer jeden Bedenken entgegen gesetzt werden können.

G. de Mortillet*) nimmt an, die Diluvialströme hätten die durch die letzte (zum Ende der

*) Carte des anciens glaciers etc. Terrains du versant italien des Alpes, comparés à ceux du versant français. Bull. de la soc. géol. de France, 2ème Série XIX,

Tertiärzeit) Hebung der Alpen entstandenen Spalten und Einsenkungen, die bis ausser die Alpen fortsetzten, mit ihren Geschieben ausgefüllt und mächtige Schuttkegel in die benachbarten Ebenen abgelagert. Die Seebecken seien also mit Diluvialgeschieben erfüllt gewesen. Allmählig änderte sich das Klima; die Gletscherperiode begann. Die alten Gletscher in einer Mächtigkeit von 300—800 Metern, was für den Quadratmeter Eis im heutigen Seeniveau einem Druck von 300—800000 Kilogramm gleich käme, wären durch die aus diesem Drucke und dem Thalschube resultirende Kraft wohl im Stande gewesen, die mit lockeren und leicht verschiebbaren Materialien ausgefüllten Seebecken bis auf eine ansehnliche Tiefe aufzuwühlen und auszuhöhlen. (Creusement des lacs. Lacs d'affouillement).

Desor und Omboni*) nehmen an, die Gletscher wären gleich zum Beginne der Diluvialzeit vorhanden gewesen, und hätten aus dem Hintergrunde der Thäler vorschreitend, immer mehr an Terrain gewonnen. Die Moränenmaterialien, die sie an ihrem Ende ablagerten, wären von den abfliessenden Schmelzwassern fortgespült, abgerundet und nach kurzem Laufe in Bänken abgelagert worden. Die Diluvialbildungen also verdankten den Moränen ihr Materiale, den Schmelzwassern der Gletscher ihre Anschwemmung.

*) Omboni, i ghiacciaj antichi etc. Omboni, il congresso dei naturalisti in Lugano. Atti del soc. ital. di sc. nat. Vol. II.

Langsam vorschreitend hätten die Gletscher, resp. ihre Schmelzwasser die oberhalb der Seen befindlichen Diluvialbänke abgelagert. Dann wären in Folge von Temperaturveränderungen die Gletscher besonders stark angewachsen, und hätten die tiefen Seebecken, damals noch nach aussen (der ital. Ebene zu) offene Spalten, mit ihrer Eismasse ausgefüllt. Am Ende der heutigen Seen wäre ihre äusserste Etappe gewesen. So wären dann die durchwegs alpinen Materialien der Diluvialmassen über die eiserfüllten Seebecken hinweg geführt, und am Südennde der Seen abgelagert worden. — Die Moränen, deren Reste wir heute am Südennde der Seen treffen, wären nur schwache Miniaturbilder der einstigen Moränen; ihre Bildung datirte von der Zeit unmittelbar vor dem Rückzuge der Gletscher. — Mit der allmäligen Besserung des Klima's, bedingt durch die allmälige Erhebung der Tiefländer und die damit zusammenhängenden Aenderungen in der Wärmevertheilung, mussten die Gletscher abschmelzen, und sich in die höheren Regionen zurückziehen. Die nunmehr offenen Seebecken füllten sich mit den Schmelzwassern. So dankten die Seen den Gletschern nicht nur ihre Speisung, sondern auch ihre Bildung! —

Die letztere Erklärungsweise entspricht in der That den natürlichen Verhältnissen am besten und einfachsten, während die geistreich ersonnene Theorie G. de Mortillet's mit den Tiefenverhältnissen der Seen und dem physikalischen

Verhalten der Gletscher sich in Widerstreite befindet.

Sorgfältige Studien über die Bodenverhältnisse der schweizerischen und oberösterreichischen Seen lehren, dass die Tiefe der Seen immer in geradem Verhältnisse zu ihrer Breite steht, während nach der Aushöhlungstheorie [die neuester Zeit von einem englischen Geologen (Ramsay) auf die Spitze getrieben wird, indem nach demselben das Gletschereis den festen Felsboden aufgewühlt und aufgerissen habe;] das Umgekehrte der Fall sein müsste. — Was die aushöhlende Kraft des Gletschereises anlangt, so scheint uns dieselbe sehr problematisch, ja geradezu im Widerspruche mit dem physikalischen Verhalten der Gletscher zu stehen.

Nach den klassischen Untersuchungen von Forbes, dessen Viscousitätstheorie unangefochten da steht und auch auf experimentellem Wege erprobt ist, ist das Gletschereis keine starre Masse; vielmehr besitzt es eine gewisse Plasticität, vermöge welcher es sich den Bodenverhältnissen anschmiegend über den Boden hinwegfließt, oder noch richtiger ausgedrückt denselben übergießt. Im Grossen betrachtet, ist die Art der Bewegung des Gletschereises ähnlich der einer strömenden oder gleitenden Flüssigkeit. Die Bewegung der oberen Gletschertheile ist aber bedeutend grösser, als die der unteren*).

*) Mousson, die Gletscher der Jetztzeit. Zürich 1854. p. 130, 131.

der Structurbänder zeigt eine progressive Bewegung der unteren Gletschertheile nach oben. In Folge der dadurch herbeigeführten Wölbung der Gletschermasse liegt gegen das untere Ende des Gletschers das Eis am Felsboden nur sehr unvollständig auf*) und bildet weitgespannte Höhlungen, die durch eindringende Schmelzwasser und warme Luftströme noch erweitert werden. — Angenommen also, das Gletschereis könne aufwühlen, so fiel diese Wirkung in den tieferen Gegenden der Gletscher, bei den alten Gletschern also in der Gegend der Seen, weg. — Abgesehen davon kann von einem förmlichen Wühlen des Gletschereises nicht wohl die Rede sein. Vermöge seiner Plasticität geht das Gletschereis auch über Alluvialboden und Grasboden hinweg, ohne dieselben aufzuwühlen; es übergießt dieselben**). — Agassiz erzählt, dass die linke Seitenmoräne des Aargletschers vom Gletschereise übergossen wird; Simony beobachtete Aehnliches an den Gletschern des Venedigers, wo die Endmoränen häufig übergossen werden***). Andererseits muss wohl zugegeben werden, dass in Fällen, wo die Bodenverhältnisse bedeutende Hindernisse bieten, das

*) Mousson, l. c. p. 50.

***) Charpentier erzählt vom Glacier du Tour im Chamonythal, dass derselbe nach vierjähriger Uebergießung (1817 bis 1822) den Rasen nicht zerstört habe.

****) Die Bildung der Eissandsteine am Fletschhorn-gletscher und der Eisconglomerate am Vieschgletscher, die Escher in den Moränen beobachtete, gehört hieher. Mousson, p. 63.

Gletschereis bis auf einen gewissen Grad auch wühlt, und Hindernisse fortschafft. Indessen hat man bei Beobachtung ähnlicher Fälle viel zu wenig auf die Moränen geachtet, die vor dem Gletscher vorgeschoben werden. Auf ihre Rechnung möchten wir in der Regel das Aufwühlen der Dammerde und die Angriffe auf Blöcke und Bäume setzen.

Wenn schon dies Alles gegen die Aushöhlungstheorie spricht, so führen wir noch schliesslich eine Beobachtung Th. v. Zollikofer's *) an, die für die Desor-Omboni'sche Ansicht, dass die Diluvialablagerungen umgeschaffene Gletscherablagerungen (depôts remaniés) seien, spricht. Am Südennde des alten Tessingletschers in den Diluvialablagerungen der Plateaux von Golasecca und Piaté und in den Diluvialterrassen von Vergiate beobachtet man abwechselnde Bänke von Sand, Grus und Rollsteinen, deutlich geschichtet (Diluvialcharakter), mit vollkommen eckigen Blöcken (erratischer Charakter).

So viel über diese interessante Frage; eingehende Studien der Gletschererscheinungen, der Diluvialgebilde und der Seebecken mögen in Zukunft dazu beitragen, in möglichst objectiver Weise dieselbe zu klären.

Schliesslich können wir den Wunsch nicht unterdrücken, unsere österreichischen Alpenforscher möchten den erratischen Erscheinungen in Zukunft mehr Beachtung schenken; abgesehen von der wissenschaft-

*) Zollikofer, Beiträge zur Geologie der Lombardei.

lichen Bedeutung der Gletscherfrage, namentlich in Hinblick auf die Entstehung der Seen, bietet sie an sich schon des Anziehenden genug. Sie versetzt uns in eine der grossartigsten Phasen der heutigen Epoche. — Und auch der Tourist von heute, der das Bedürfniss fühlt, die grossartigen Erscheinungen der wunderbaren Alpenwelt mit Verständniss zu betrachten, wird den erratischen Erscheinungen einige Würdigung und Betrachtung zu Theil werden lassen; er wird sich bei seinen Reflexionen in ferne Zeiten zurückversetzt fühlen, wo die Thäler, die heute mit ihren blauen Seespiegeln einen lachenden behaglichen Anblick gewähren, bedeckt waren vom eintönigen Winterteilde des eisigen Poles. Die Gletscher, eintauchend in einen Meeressog, sandten in denselben mächtige Eisschollen hinaus. Wo heute unter einem milden Himmel Kastanien-, Citronen- und Granatbäume gedeihen, wucherten damals längs dem Rande der mächtigen blauweissen Eisströme üppige Alpenrosen und andere Alpenpflanzen zwischen den zwerghaften Coniferenarten der alpinen Region, deren Vertreter aus dem Thierreiche damals auch in diesen Tiefen lebten!
