

nannten See'n, sondern auch die Jurasee'n, den Zürichersee und Bodensee ähnlich entstandenen Niveauveränderungen der ausgewaschenen Tertiärthäler beimisst, denen sich auch noch seitliches Schichtengefäll beigesellt.

Lang spricht auch von Wellenbewegungen, die sich in der Umgebung von Solothurn ¹⁰ auf die angrenzenden Molassegesteine erstreckt haben, sich als flache Wölbungen in den Molassehügeln des Gäu's u. A. zeigen.

II.

Die Geschichte der Verbreitung der alten Gletscher in der Schweiz und in Schwaben und ihres Schwindens.

Vorgetragen in der wissenschaftlichen Sitzung am 25. Juni 1875.

Lassen wir nun die Spuren in ihrer zeitlichen Folge sprechen, so entrollt sich uns ein Bild unserer Erdgeschichte innert des verhältnissmässig kleinen Umfanges der Schweiz und der angrenzenden Länder, so überraschend, gewaltig, wie das nach allen Seiten endlose Meer, ein Eismeer, dessen Ufer wir ebenso wenig übersehen, in dem die höchsten Spitzen und Gräte der Alpen, der Voralpen und des Jura gleich Inseln mit schroffen Ufern sich erheben, dessen Grenzen sich von Turin bis nahe an die Donau bei Ulm, von Süd nach Nord erstrecken. Eis soweit das Auge reicht! Während sich nach Süden von den Centralalpen nur 3 grosse Gletscher in das jetzt so sonnigwarme Oberitalien herabbewegten, sind es nach Norden 5 Riesengletscher, die mit ihren Seitenmulden die gesammte Schweiz in einen eisigen Mantel einhüllten. Dies sind der Rhonegletscher, dem sich westlich der Arvegletscher anschloss, der Aar-, der Reuss-, der Linth- und der Rheingletscher, an den sich östlich der Illergletscher, überhaupt die Eismassen der Tyroler und bayerischen Alpen anschlossen, während am nordwestlichen Ende vom Schwarzwald Eisströme südwärts drängten. Unter den durch ihre Blockspuren mehr charakterisirten Gletschern der Voralpen sind etwa mehr hervorzuheben die des Pilatus ¹⁸ und des Sentis ⁴⁶.

Von den 3 südlich von den Schweizeralpen in die lombardische Tiefebene sich ausdehnenden quartären Gletschern ist der mächtigere der des Südabhanges des Montblanc ⁴ und des Monte Rosa, ² der aus dem engen Thale von Aosta hervorbrechend das Land mit Schuttmassen bedeckte, die gegenwärtig Hügelzüge bis zu 1500' Höhe bilden. Ihm schlossen sich der Tessingletscher und der Addagletscher an, von welchen der erstere aus dem Toce- und Ticinothal über den Langensee ⁶⁵ vordrang, während der Addagletscher vom Splügen herunter, aus dem Bergell und hauptsächlich dem Veltlin entstammend, den Comersee ⁶⁶ überbrückte und die, ebenfalls von Desor so anziehend beschriebene, jetzt so paradiesische Moränenlandschaft in der Brianza ⁶⁷ zwischen den 2 Armen des Comersees ⁶⁶ schuf, die zum Unterschiede von den oben beschriebenen Moränenlandschaften des Aargaus und Oberschwabens durch die hochragenden weissgipfligen Alpen, als nahezum fast unvermittelten Hintergrund bevorzugt ist, abgesehen davon, dass der Glanz der italischen Sonne und die Mannigfaltigkeit der Bodencultur ihr einen Reiz verleiht, den jene nicht erreichen können. Auch der Lago d'Iseo ⁶⁸ und der Lago di Garda waren mit Eismassen erfüllt, an deren südlichem Ende bedeutende Moränen sich anhäuften. Bekanntlich ist die Schlacht bei Solferino auf der Moränenlandschaft des Gardasees geschlagen worden.

Erheben wir uns im Geiste zu jener fernen Zeit auf einen der höchsten Bergriesen, so muss sich ein Bild unserem staunenden Auge bieten, wie es sich s. Z. auf der Fronalp mir, ehe der Sonnenball über den Horizont emporsteigend die Nebelmassen zerstreute, so lebhaft ins Gedächtniss einprägte. Alles, das ganze, weite Hügelland zu meinen Füßen bis an die Abhänge des Jura war unter einem weiten Nebelmeer untergetaucht, aus dem nur die höheren Gipfel hervorragten. In eine kurze Zeitspanne drängten sich die Veränderungen während der Jahrtausende dauernden Eiszeit bis auf den heutigen Tag. Von der Kraft der Sonne zerflossen die Nebelmassen, und das Auge konnte sich an dem entzückenden Anblick des so vielgestaltigen Hügellandes mit seinen Seen, Städten, Wäldern und saftigen Wiesen erfreuen.

Wohl ungefähr zu gleicher Zeit, denn die Quellgebiete des Rhone-, Reuss-, und Rheingletschers liegen sich ja so nahe, nahm, gewiss auch aus denselben immer noch in ungewisses Dunkel gehüllten Ursachen, das Wachsthum derselben seinen Anfang. Es

füllten sich in der Centralmasse des Hochgebirges die Firnmulden bis zu 9000—10,000' Höhe mit Eismassen; so weit sind im Wallis die Thalgehänge durch die alten Gletscher abgerundet, moutonnirt (Studer und Desor), und wie der Schnee, der Firn, das Eis sich vertical häufte, im selben Maasse dehnte es sich, dem Zug der Schwere folgend, thalwärts.

Enorm ist das Quellgebiet des Rhonegletschers¹, des am längsten und besten bekannten — sind doch in seinem Gebiete die so lange ungelösten Räthsel des erratischen Phänomens und der Diluvialgebilde gelöst worden — und die ausserordentliche Mächtigkeit desselben harmonirt denn auch mit den ihn speisenden Quellen der höchsten, umfangreichsten, an Schneegipfeln und tiefen Thälern reichsten Centralmasse, die auch jetzt noch ein Eisbehälter ist, dem keiner gleichkommt. Es sind die Gebirgsstöcke des Monte Rosa², des Matterhorns, der Hintergrund des Eriangerthales und Bagnethales⁴⁴ etc. Tributpflichtig schlossen sich diesen, den südlichen Walliserthälern entströmenden Eismassen, die der Südostseite der Berneralpen und des Ober-Wallis und wenigstens zur Zeit der grössten Ausdehnung die des Mont Blanc⁴ an. Er bedeckte das ganze obere Thal der Rhone vom Galenstock¹ bis zum Genfersee, erfüllte und überbrückte denselben, überschob das ganze Waadtland, bis sich ihm in seiner westlichen Richtung die Höhenzüge des Jura entgegenstellten, denen er, einer zähen Masse gleich, sich anbequemt und nun in zwei mächtige Zungen getheilt, theils südwestlich über Genf⁸, den Mont Salève (1374 M. oder ca. 1000 M. über dem Seespiegel) überdeckend bis in die Umgebung von Lyon sich ausdehnte, theils nördlich sich wandte. Hier an dieser Bifurcationsstelle besass die Gletscheroberfläche noch eine absolute Höhe von nahe 5000' (Chasseron 4820', Favre.) Strahlig, in langgezogenen, divergenten Reihen marschirten auf der grossen Heerstrasse des Eisstromes nach ihrem Durchmarsche in mindestens ca. 7000' zwischen dem Dent du Midi⁶ und Dent de Morcles⁵ sich ausbreitend, die einzelnen den grösseren Seitenthälern der Rhone entstammenden Mittelmoränen westwärts und nordwärts, die im Rhonethale als dunkle, fast parallele Bänder (Mittelmoränen) sich nun bei der Ausbreitung des Eisstromes ebenfalls mehr und mehr von einander entfernen.

Die linke Flanke nehmen die Schuttmassen des Mont Blanc⁴ ein, unter welchen die von den nördlichen Ausläufern dieser

Gebirgsmassen, namentlich von der Crête d'Orny und der Westseite des Col de Ferret, wohl auch aus den Quellgebieten des Trientgletschers stammenden, ziemlich grobkörnigen, oft protoginartigen Granite die Hauptrolle spielen. So stellen sie an den Abhängen des Jura gegen das schweizerische Hügelland eine ununterbrochene Zone dar, dringen jedoch nur wenig tief in den Jurathälern vor, erreichen auch keine so beträchtliche, nördliche Verbreitung wie die andern Walliser Gesteine, welche Umstände Gujot zu beweisen scheinen, dass nur erst während der grössten Ausdehnung der Eismassen des gesamten Rhonegletschers die Eisströme der Nordseite des Mont Blanc, zum Theil vielleicht sogar über den Col de Balme, ins Rhonegebiet eingebrochen seien. Während dieser Zeit gelangten die Montblanckblöcke ins Weite, bei geringem Rückzug des Gletschers dagegen blieb dieser Zuzug zum Rhonebassin aus. Es waren eben zu dieser Zeit der grössten Mächtigkeit die höchsten Gebirgstöcke allein, welche Blöcke und Schuttmassen in die Ferne entsandten, während sich beim Rückgang des Gletschers auch die tieferen Abhänge an diesen Lieferungen beteiligten, die zuvor durch den Gletscher selbst vor Verwitterung geschützt waren.

Die rechte, östliche Flanke nimmt die mit den merkwürdigen nach ihren pflanzlichen Einschlüssen der Steinkohlenperiode angehörigen Quarzconglomerate (Valorsinconglomerat) des Südabhanges des Dent de Morcles⁵ etc. gekennzeichneten Seitenmoräne ein, deren Elemente sich u. A. in Gestalt gewaltiger Valorsinblöcke oberhalb und östlich von Chatel St. Denis (Canton Freiburg) unter dem Dent de Lys und Mont Corbettes in einer Höhe von 4634', ja noch weiter östlich, in den Thälern fanden, indem sich die von der Diablerets und dem Oldenhorn niedersenkenden Eiszungen diesem grössten quartären Gletscher anschlossen.

Dieser Trümmerlinie schliesst sich nach Westen diejenige an, welche die Arkesine, chloritischen Gneisse, Chlorites granuleux und Chloritschiefer zusammensetzen, die ihres Ursprungs halber von Gujot, dem man vor Allem die Klarstellung, wenn ich so sagen darf, der Reagentien auf die einzelnen Gletschergebiete verdankt, die penninischen Felsarten genannt wurden. Diese Längsmoräne scheint einer Zeit etwas geringerer Mächtigkeit, aber verhältnissmässig langer Dauer in ihrem Bestande ihre Entstehung zu ver-

danken; Gujot will diese Felsarten stets tiefer als die Granite des Montblanc angetroffen haben.

Noch weiter östlich oder mit ihnen vergesellschaftet bilden die Felsen der nördlichen Abhänge des Monte Rosa² und die Granite des Oberwallis eine fernere Zone; es sind die aus dem Saasgrat stammenden, in den Alpen sonst so seltenen Eklogite und Euphotide und die Serpentine des Monte Rosa.

Ihre Verbreitung geht jedoch nicht entfernt soweit, als die der chloritischen Felsen; in ihrer nördlichen Verbreitung überschreiten sie kaum das bei Aarburg in das Aarthal einmündende Wiggerthal, wo sie zu den Seltenheiten gehören. Ueberhaupt mehr nach Norden mischen sich die Felsarten, die am Durchgang bei Martigny⁷ jedenfalls ziemlich scharf nach Mittelmoränen geschieden waren, mehr und mehr; so fand ich z. B. am Born bei Aarburg auf Jurafels aufsitzend die chloritischen Gneisse etc. mit den Graniten des Montblanc einträchtlich zusammen. Ausser den genannten Felsarten begegnet man noch einer Unmasse verschiedener Gesteinsarten, deren Heimat meist kaum aus ihrem Ansehen erkannt werden könnte*), wäre ihren Begleitern nicht der Heimatschein auf der Stirn geschrieben; überhaupt so mannigfaltig die Felsen sind, aus denen die Alpen aufgebaut sind, so vielartig sind die grösseren und kleineren Trümmer in ihrer Mischung, aus denen der glaciale Schutt besteht. An der Hand solcher Fragmente ist es nun möglich, die Bewegung des Gletschers zu verfolgen und sogar im Einzelnen die Phasen seiner Entwicklung zu erkennen, wenn man die Gesteinsschrift scharf genug ins Auge fasst.

Mehr und mehr senkte sich der Eisstrom, nahm aber trotzdem noch über die verschiedenen Einsattelungen des Jura seinen Weg, so dass sich Blöcke bis auf die zweite Jurakette verbreiteten; selbst westlich über den Jura hinaus bis auf französisches Gebiet z. B. bis Morteau und Pontarlier sind die erratischen Blöcke der Alpen gewandert. Mit einem geringen Gefäll von 0,5—0,7 % überfluthete er den Canton Solothurn, dann den Canton Aargau und Baselland, immer noch in einer Höhe, dass einzig die höchsten Spitzen des

*) Unter den hier mehrfach sich findenden Trümmern weisen Verrucanoartige Gesteine nach der Gegend von Sitten und grüner oder grauer Taviglianazsandstein nach den Diablerets etc. als ihrer Heimat.

Solothurner und Aargauer Jura aus dem Eismeer hervorragten und trifft endlich noch 500'—670' mächtig den Rhein bei Basel¹² und Kaiserstuhl. So war der Weissenstein⁴⁵ unter Eis; denn bei Solothurn reichen die Walliser Blöcke bis 4057' hoch, somit 2630' über der Thalsole; nahe unterhalb Aarau gehen sie bis 2160' hoch an der Gysulafue¹¹ hinauf, also hier noch ungefähr 1000' über dem Aarspiegel; nahe Basel kamen u. A. beim Schloss Wildenstein in einer Meereshöhe von 1290' alpine Gesteine beim Brunnengraben zum Vorschein (Albr. Müller); es ergibt sich hieraus, wie schon gesagt, eine Minimalmächtigkeit von 500' über dem jetzigen Baseler Rheinspiegel. Mühlberg verzeichnet sogar den Fund eines Dioritblockes von 50 Cub.-F. auf dem Buschberg bei Wittnau, etwa 1 Meile südlich des Rheines, in einer Höhe von 2330', also ca. 1300' über dem Rheinspiegel bei Säckingen. Der nördlichste Punkt in östlicher Richtung, in dessen Umgebung Walliser Blöcke aufgefunden wurden, ist der Einfluss der Aare in den Rhein. Besonders sind es die chloritischen Felsen der penninischen Alpen, welche die äusserste, glaciale Tirailleurreihe einnehmen, begleitet aber auch ziemlich weit nach Norden von wenigen Valorsinconglomeraten (Sulz im Frickthal), Euphotiden (Benken bei Aarau), ja auch von den Porphyren der Pisse vache (Hungerberg bei Aarau); der östlichste Punkt, an dem u. A. ein dem Monte Rosa² entstammender Euphotidgabbro angetroffen wurde, ist nur etwa 7 Stunden westlich von Luzern²⁵ entfernt. Eigene Beobachtungen, wie auch solche von Bachmann und Kaufmann bezeugen, dass der Gletscher über Burgdorf, das Emmenthäl westlich vom Napf für lange sich soweit nach Osten ausgebreitet habe, während in vorliegender Sammlung Piecen aus der Umgebung von Zofingen, die von Herrn Prof. K. v. Fritsch bestimmt sind, die Bedeckung des Wiggerthales und der niederen Hügel entlang desselben bis nahe an die Aare durch den Reussgletscher während einer späteren Zeit ausser Zweifel stellen. Rhone- und Reussfündlinge finden sich hier somit nebeneinander aufgestreut.

Sehr befremdend ist der Mangel von Rhonefündlingen nördlich des Rheines zwischen Basel¹² und Kaiserstuhl, wo der Gletscher nach der auf obige und andere Beobachtungen gestützten Berechnung doch auf die südlichen Abhänge des Schwarzwaldes aufstossen musste. Zwei Wege wurden eingeschlagen, dieses Räthsel zu lösen. Ein aus den Thälern des Schwarzwaldes her-

vorbrechender Eisstrom — ein Schwarzwaldgletscher^{vii} — sollte jenen in seinem Vorrücken aufgehalten haben und wirklich werden zur Begründung dieser Ansicht in den Geröllmassen des nördlichen Aargaus am Nordabhange des Jura charakteristische Gesteine des Schwarzwaldes z. B. röthliche Granite gefunden. Die andere Erklärung, der ich jedoch aus mancherlei auch im Verlaufe dieses Vortrages vorgebrachten Gründen nicht so beträchtlichen Einfluss beimessen möchte, gibt die Möglichkeit einer fortgesetzten, langsamen Hebung des Juragebirges nach der Glacialzeit, die also eine geringe Höhe der Jurapässe zur Zeit der grossen Gletscher voraussetzen würde, in Erwägung.

Wenn auch eine langsam sich fortsetzende Hebung der Alpen während der Diluvialzeit nicht unwahrscheinlich ist, — ja die hier erörterten Verhältnisse mögen sie sogar sehr plausibel machen —, so würde daraus doch nicht nothwendig eine solche des Jura folgen; sind doch beide Vorgänge, die Aufrichtung der Alpen und die Faltung und Hebung des Jura, wenn auch ungefähr gleichzeitig, doch ziemlich unabhängig von einander. Mir schiene, dass dann auch eine Niveauerhöhung des gesammten südwestlichen Deutschlands gefolgert werden müsste.

Nirgends bezeichnet uns hier eine Endmoräne die Ufer des Rhonebassins in seiner grössten Ausdehnung. Bedenken wir, dass, als die Eismassen an ihrer Hauptquelle bis 9000—10,000' in die Höhe stiegen, die aus denselben hervorragenden Gebirgsmassen, resp. ihre gegen die Firnfelder abstürzenden Wände nicht entfernt so beträchtlich waren, — auch wenn wir uns die Alpen um ein ziemliches höher denken, als zur Zeit des Rückganges, der die grossen Moränen im Tiefland entstammen —; dass ferner bei dem geringen Gefäll von 5—7 pro Mille trotz der weiten Ausdehnung, über die sich der Zuwachs von Eis verbreitete, die Bewegung eine sehr langsame war, so muss gewiss der Schutt auf eine solche enorme Fläche vertheilt gegen die Ufer verhältnissmässig recht dünn gesät gewesen sein, während derselbe mehr und mehr zunimmt, je mehr wir uns dem Stammort des Gletschers nähern. Ich verkenne nicht, dass der Rheingletscher durch seine nicht unerheblichen Schuttmassen bei Biberach⁵⁸ etc. mit dem Rhonebassin in einen merkwürdigen Gegensatz geräth. Erlauben Sie, Ihnen aber in Erwägung zu geben, dass die die Rheinmoränen bereichernden Thäler bis fast zum Bodensee reichten,

dass ferner die Schuttmassen viel weiter entfernt von den Quellen in einem verhältnissmässig engen Thal gefasst, zusammengehalten waren, während der Rhonegletscher bei St. Maurice ⁷ hervorbrechend schon sofort eine ausserordentliche Ausdehnung in die Breite erhält, dass ferner die grösste horizontale Ausdehnung bis Biberach doch immerhin beim Rheingletscher nur ungefähr die Hälfte derjenigen des Rhonegletschers betrug.

In dieser enormen Erstreckung, die vom Galenstock¹ über Martigny und Solothurn¹⁰ bis an den Rhein ca. 327 Kilometer, also ca. 44 deutsche Meilen misst, wurde dieser Riesengletscher in der Nähe von Bern¹⁷ in der Flanke von dem vom Berner Oberland herniedersteigenden, mit dem Kandergletscher vereinten Aargletscher¹¹ getroffen, der so in seinem Laufe thalwärts bei Bern¹⁷ und Hasle bei Burgdorf aufgehalten, beträchtliche Endmoränen in und um Bern ablagerte und wohl in der Folge, wie mir mehrere Funde in der Umgebung von Zofingen beweisen, dem mächtigeren Walliser Strom Theile seiner Trümmer zum weiteren Transport übertrug. Aus dem Quellgebiet der Aare, aus den Thälern der Lütshinen, Kander und Simme hervorquellend lehrt uns die Höhe, bis zu welcher die berühmt gewordenen Brombergerhörner am heutigen Aargletscher polirt und gerundet sind, über die ebenfalls colossale verticale Mächtigkeit der Eismassen des doch verhältnissmässig nur ein kleines Gebiet bedeckenden Aargletschers. Die schroffen Höhen, die den Thuner- und Brienersee umfassen, 2800' über ihrem Spiegel, auch sie waren im weiten Eismeere untergetaucht, ja es reichen sogar Blöcke hier bis zu einer Höhe von 6000—6300'; (im Haslithal sind die Felswände 2000' über der gegenwärtigen Thalsole geglättet).

Auf seinem Rücken trug er Mittelmoränen, die durch ihre charakteristischen Gesteinsarten, nach den einzelnen Thälern, denen sie entstammen, zurückweisen und sich endlich zu einer mächtigen Endmoräne vereinigen. Nun nimmt es uns nicht mehr Wunder, sondern ist uns ein neuer Beweis des von Gujot am Rhonegletscher aufgefundenen Gesetzes der Verbreitung der Felsarten, wenn auf der rechten Seite vorherrschend die Granite der Grimsel und die Gadmengneisse, auf der linken dagegen Fündlinge aus Lauterbrunnen und dem Kanderthal angetroffen werden. Aber auch nur die Gletschertheorie bietet in allen Détails für die

thatsächlichen Erscheinungen die glaubwürdigste, zweckdienlichste Erklärung. Wie sollte es einem Anhänger der unter Sartorius von Waltershausen wieder aufgetauchten Hypothese, dass der Moränenschutt durch schwimmende Eisschollen hergeführt worden sei, gelingen, diese reihenweise Aufstellung von durch ihre Gesteine gekennzeichneten Längsmoränen zu erklären?! Wie wäre endlich anzunehmen, dass die schuttbeladenen Eismassen dicht nebeneinander, alle in gleichem Abstand vom Ufer des See's, auf dem sie herumvagierten, Halt gemacht und geschmolzen seien?! Abgesehen davon können aber auch keine Spuren von einem das Festland überschwemmenden, kalten Meere während der nachtertiären Periode gefunden werden. Bedürfte es eines weiteren Beweises, eine mir letzten Herbst von Prof. Bachmann in Bern gewordene briefliche Mittheilung würde die Einwürfe zerstreuen, indem es ihm im Gebiete des Aargletschers, am Längenberg¹⁶, 3 Stunden von Bern¹⁷, gelang, prächtige und z. Th. colossale Strudellöcher oder Riesentöpfe aufzufinden. Neben Fündlingen, Moränen, geritzten Steinen und Rundhöckern bilden diese in harte Molasse eingesnagten bis 14' tiefen Kessel mit spiralig ausgeschliffenen Wandungen einen überzeugenden Beweis der Action quartärer Gletschermühlen.

Während so der Hauptarm von einem mächtigen, von Süden kommenden Eisstrom eingeschränkt, vielleicht sogar überschoben und bei Seite gedrängt wurde, entsendete der Aargletscher noch nach Norden über die Einsattelung des Brünigpasses¹⁴ (3350') nach Obwalden einen zweiten Arm. Auf dem Brünig findet man nach Osten gerichtete Ritzen auf den wohlpolirten Kalkfelsen. Hoch den Sarnersee überbrückend — Blöcke von Grimselgranit sind Zeugen seines Durchpasses —, drang er nordwärts, den Pilatus zur Linken, — von dessen zackigen Höhen selbst Gletscherströme nach Westen sich ergossen —, bis er durch den vorspringenden Winkel des Stanzerhorns¹⁹ nach Westen sich wendend auf den von Osten über den Vierwaldstädtersee ausgebreiteten nach Westen sich senkenden Reussgletscher^{III} stiess und nun mit ihm verschmolz, so dass ihre Trümmer nun vereint ihre Wanderung thalwärts fortsetzten. Die von der Centralmasse des Gotthard²⁰ aus den Thälern des Cantons Uri, aus dem Engelberg- und Muottathal herabfliessende, mächtige Eismasse, die u. A. die Kalkfelsen zwischen Brunnen und Gersau glättete, ja stark polirte und nicht selten

mit horizontal verlaufenden Ritzen versah, ist es, die in ihrer westlichen Grenze dem Rhonegletscher seine östliche Grenze setzte.

Doch greifen wir nicht vor. Aus dem engen Thale zwischen Pilatus¹⁸ und Stanzerhorn¹⁹ hervortretend sehen wir den Rossberg²³ und Morgartenberg, auch die Hochflue²¹ und Rigikulm²² als Inseln aus dem sie umfassenden Eismeer hervorragen. Bis 4125' am Rigi²², ja an der Hochflue²¹ bis 4670', also 3500 bis 4100' über dem Boden des Luzernersee's, reichen die Blockmassen, die nun eine ganz andere Zusammensetzung, ein anderes Aussehen annehmen. Es sind die aus dem Eis hervorragenden Gipfel zu den Seiten des Reussthal's, des Muottathal's etc., deren Fragmente nun den breiten Eispfad bezeichnen. Besonders charakteristisch sind für das Reussbassin die Porphyre der Windgelle mit rother, grauer oder grüner Grundmasse, eine Felsart, die übrigens auch im Rhonegebiet, nach Favre von der Pissevache in Unterwallis stammend, gefunden wird. In viel grösserer Menge treffen wir dann oft in sehr bedeutender Höhe die Granite und Gneisse des Gotthard²⁰ und des oberen Reussthal's, die beim Volk den Namen »Geissberger« führen.

Bedenkt man, welch' endlose Mannigfaltigkeit die verschiedenen Granit- und Gneissabänderungen darstellen, wie viele allmähliche Uebergänge in verwandte krystallinische oder unvollkommen krystallinische Gesteine innerhalb des elastischen Rahmens des vulgären Schulbegriffes von Gneiss statt haben, so können diese Gesteine auch für das geübte, kundige Auge ihrer Heimat nach zweifelhaft sein. Wenn überhaupt unter den Trümmern der einzelnen Gletscherbassins solche sehr ähnlichen Aussehens sich finden, so kann das nicht befremden, da ja in den Centralmassen des Gotthard und Finsteraarhorn sich so zu sagen diese Gebiete, gleichwie die Quellen der Rhone, der Aar, Reuss und des Rheines berührten, so dass die östliche Seite desselben Gebirgsstockes seine Trümmer nach Norden entsandte, während die der westlichen Seite in weiter Ferne von jenen im Westen ihren zeitweiligen Ruhepunkt fanden.

Aber auch die mächtigen Kreide-Voralpen der Unterwaldner, Urner, Schwyzer und Glarner Gebirge stehen den krystallinischen Alpenzacken als Blockspender nicht nach, und hiezu gesellen sich noch die bunte und Kalk-Nagelflue des Rigi und Rossberg und die eocänen Taviglianazsandsteine etc. Daher sind denn auch die

Reussfündlinge nicht entfernt so charakteristisch; es ist beim Reusschutt mehr das Ensemble, das Zusammensein mehrerer Felsarten, das ihn kennzeichnet. Doch lässt sich auch hier eine zonenartige Anordnung der Erratica nicht verkennen. Im westlichen Theile des Reussgebietes spielen die grünen Alpengneisse und dunkeln Kalke, im östlichen dagegen, oft in enormer Grösse, die Granite des Gotthard die Hauptrolle. Die Porphyre der Windgelle fehlen zwar im Westen nicht ganz, kommen aber, wie die Nagelflue hauptsächlich in Begleit der Gotthardgranite vor.

In breitem Strome westlich des Rigi's²² wieder vereinigt, dehnt sich nun die Eiswüste, die sich bald nach dem Heraustritt aus dem Reussthale durch Hochflue und Rigi in zwei Arme getrennt hatte, über den Canton Aargau. Keiner der Molasseberge, die bis 3000' Meereshöhe erreichen, entbehrt auf seinem Gipfel des erratischen Reusschuttes, keiner sah somit aus dem Eise hervor. Dem Lauf der Wigger und Aare entlang staute er sich endlich an dem von Süden kommenden Rhonegletscher, begrenzte diesen in seiner östlichen Ausdehnung und verschmolz mit ihm, wodurch u. A. Reussblöcke sich sogar bis auf die Höhen des Kettenjura verirrten. In's Limmatthal schob er sogar eine Zunge vor und erreichte mit seinem nördlichen spitzen Ende nahezu den Rhein, überholt und in die Mitte genommen von dem Wallisergletscher^I und dem von Osten anrückenden Linthgletscher^{IV}, mit dessen Schutt die Reusserratica in ziemlich breitem Streifen gemengt sind, so dass sich eine Grenzlinie kaum ziehen lässt. Auch ihm gebrechen grössere moränenartige Anhäufungen an seinem Ufer, so dass der Schluss wohl kaum gewagt ist, dass dem colossalen, langsamen, ersten Wachsthum ein relativ ziemlich rasches Abschmelzen folgte.

Die rothen Ackersteine, Sernfconglomerate bezeugen ein neues Gletschergebiet, dessen Spuren uns an die Abhänge des Linth- und Sernfthales⁵⁶ führen. Kaum wollen sich die in diesen Firnmulden angehäuften, vom Glärnisch und Tödi sich herabsenkenden Eisströme ins Weite entfalten, so vereinigen sie sich mit dem über den Wallensee⁵⁵ ins schweizerische Tiefland sich ergiessenden linken Arm des Rheingletschers^V, dessen Quellgebiet dasjenige des den ganzen Canton Glarus erfüllenden Linthgletschers weit übertrifft; sie werden nach links geschoben und dringen in ihrer südwestlichen Erstreckung bis zum Gubel⁴⁷, an dem sich Verrucanoblöcke bis 3330' hoch erheben und sich die Seitenmoräne des

Linthgletschers und des vom Rossberg²³ und Morgartenberg kommenden Gletschers vereinigt und vermengt haben. Hier auf dem Plateau von Neuheim²⁴ bei Menzingen²⁴ zeichnen sich die Diluvialgebilde wieder ganz eigenthümlich durch ihre Oberflächengestaltung aus. Man zählt circa 50 kleinere und grössere, unregelmässig gestellte und gestaltete, nach oben oft schmal auslaufende Hügel, zwischen denen nicht selten flache sumpfige Niederungen Platz nehmen. Der Schutt aus Sand, Kies, rundlichen und eckigen Blöcken zusammengesetzt, Sand und Kies meist deutlich geschichtet, ist von meist faust- bis kopfgrossen, gerundeten Steinen gekrönt. So erhält, wie Gujot treffend bemerkt, dieses kleine Plateau das eigenthümliche Aussehen einer vulkanischen Gegend. Näher untersucht sind aber diese Gebilde erst recht nur Wassergebilde. Das aus vielen gröberen, widerstandsfähigeren Geschieben, Blöcken gebildete Dach schützte und erhielt den unterliegenden feineren Schutt vor den tiefer nagenden, zerstörenden Wirkungen der Wasser und es entstanden Hügel in derselben Weise, wie die bekannten Erdpyramiden bei Botzen in Südtirol.

Während sich also die Trümmer des Sernf- und Linththales links halten, der Albis und Ütliberg unter dem Eis verschwinden, welches die Trümmer bis Lenzburg²⁹ im Aargau verbreitete, überdecken die des Rheinthaales mit jenen die Hügelgegend des Cantons Zürich und Thurgau. Welchen Umfang und welche Höhe diese vereinten Eisströme einnahmen, zeigt zur Genüge, dass sie nur wenige hundert Fuss unter dem Gipfel der Lägern³², deren Höhe 2870' ist, vorbei nach Norden weit ins Gebiet des Grossherzogthums Baden vordrangen, wo nahe dem Rhein der Gletscherschutt sich noch auf Höhen findet, die um 700—800' sich über das benachbarte Aar- und Rheinthal erheben. Diesem von Süden und Südosten kommenden Eisstrom glaube ich den im ersten Vortrag erwähnten Schliff auf anstehendem Jurakalk bei Jestetten, in der Nähe von Schaffhausen³⁴, zuschreiben zu dürfen, der den Irchel³³ 2153' überschiebend mit Schutt bedeckte, welcher sich in der Folge zu löcheriger Nagelflue verkittete. Ihm entstammen auch die colossalen Sernifitblöcke des Klettgau's, von denen Schill, Merklein und Girtanner berichten. Der für die erratische Verbreitung der linken Rheinseite charakteristische sog. Pontegliasgranit bezeichnet vor Allem diese vom Rheingletscher westlich eingeschlagene Richtung. Mit grossen Sernifitblöcken, auch Nagelflueblöcken

zusammen findet er sich auch in den auf seinem Rückzug abgelagerten Moränen des Riedthales und bei Würenlos zwischen Lägern³² und Altberg.

Doch kehren wir ins Mutterthal dieses Eisstromes zurück, so ergiesst sich uns entgegen, indem wir uns von Sargans südlich wenden, ein Gletscher, dessen Quellen in ihrem oberen Verlauf hart an die des Reuss- und Linthgletschers hinstreifen, in ihrem höchsten und südwestlichsten Ursprung nur wenig von den östlichen des Rhonegletschers entfernt sind, die sich auf der östlichen rechten Seite über weit entwickelte, bis zur mächtigen Silveretta-⁵²gruppe hinaufreichende Thalschaften ausbreiten, in ihrer südlichsten Erstreckung, das Oberhalbsteinthal hinauf bis zum Julier⁴⁹ erheben. Dies ist der ungeheuere Rayon, innerhalb dessen alle die fremdartigen Gesteine der Bodenseegegend und Schwabens vom Quarzkorn an bis zum erratischen Block, der tausende von Centnern wiegt, einmal einen Theil des festen Erdgerüsts als anstehender Fels gebildet haben müssen. Breite Gletscherzungen senken sich aus dem Prättigau⁵¹ und dem Montafun⁵⁰ dem Hauptstrome zu, dessen grösste Entwicklung noch immer sehr eingeengt sich nun, nachdem er den oben schon besprochenen, schmalen linken Arm über den Wallenstadter See⁵⁵ entsendet hatte, nordwärts richtet, vorbei am Sentisstock⁴⁶ über den Gäbris⁴¹ 3890' westlich sich weit über den Canton St. Gallen und Thurgau ausbreitend und seine Schuttmassen, einzig dem linken, blockspendenden Ufer entsprechend, von Ost oder Südosten her bis Schaffhausen³⁴ hinaus zerstreuend. So war der vom Sentis⁴⁶ und den Churfürsten entspringende, bis zum Speer und der Hörnlikette sich erstreckende Gletscher, der Sentisgletscher^{VI}, von allen Seiten von seinem viel bedeutenderen Nachbarn, dem Rheingletscher umfasst und begrenzt. Seine Gesteine leitete er wohl auf jenen über, was die Nummulitenkalke Oberschwabens zu beweisen scheinen. Das Gefäll des Sentisgletschers berechnete Gutzwiller auf ca. 1,5 ‰ (51' 32''), während das des Rheingletschers ungefähr 0,4 ‰ betrug. Endlich tritt der Rheingletscher von allen Seitenthälern mit Blockmassen bereichert, bei Werdenberg noch zu einer Höhe von 4300—4500' reichend in einer Mächtigkeit von über 3000' über den Bodensee und das Appenzeller Vorland und verbreitet sich im Osten von den Vorbergen des Bregenzerwaldes und Algäu — davon geben u. A. auch die schön polirten Sandsteinfelsen am

südlichen Absturz des Gebhardsberges³⁹ und der grossartige, bei der Riedenburg⁴⁰ bei Bregenz aufgefundene Gletscherschliff*) Zeugniß — und den jenem entfließenden Eismassen, dem Illergletscher begrenzt, in enormer Ausdehnung über Schwaben, überschleibt auf seinem Weg die höchsten tertiären Höhen, trifft die auf mehr als 2000' Meereshöhe sich erhebende Meeresmolasse, vielleicht etwas durch sie gestaut, und erreicht nördlich von Biberach⁵⁸ ungefähr bei Warthausen seinen nördlichsten Punkt.

Ob, wie Prof. Steudel, der sich um die Erforschung der erratischen Verhältnisse Schwabens so viel bemüht, vermuthet, die an der rauhen Alb sich zerstreut findenden Quarzblöcke alpinen Ursprungs sind, so dass sich die nördlichste Grenzlinie von Schaffhausen³⁴ nach Ulm zöge, möchte ich kaum glauben; sind uns doch im Rhonegebiet z. B. die gneissigen Gesteine der soweit entfernten Walliserthäler erhalten. Warum sollten die an den Ufern des Rheingletschers deponirten grösseren Trümmer mit einziger Ausnahme der Quarzite bis auf den letzten Block den atmosphärischen Einflüssen erlegen sein? Dr. Schill leitet dieses Quarzgerölle von zerstörter, tertiärer Nagelfluhe ab, die in Oberschwaben kaum vorhanden, im Badischen beträchtlich sein soll.

Im Gegensatz zum Rhonegletscher etc. ist die weiteste nördliche Grenze des Rheingletschers, indem die Scheitel des Tertiär-

*) Das sogenannte Gletscherfeld von Rieden⁴⁰ bei Bregenz gehört auch, wie der Gletschergarten bei Luzern²⁵ und am Längenberg¹⁶ in die Kategorie der vereinigten Gletscher- und Wasserwirkungen; nicht allein, dass der niedrigere vorliegende, auch nach Norden sich mit ca. 30° Gefäll senkende Molassesandsteinrücken auf weit hin, nachdem man zum Zweck der Anlegung eines Steinbruches die Humusdecke abgehoben hatte, geglättet erscheint; in die geschliffene Fläche sind in verschiedenen Abständen 1 bis 4 Fuss tiefe, 1 bis 2 Fuss breite und mehrere Fuss lange, in der Richtung der Bewegung des Gletschers, also Süd-Nord verlaufende Furchen mit sanfter gerundeten Randflächen und Kanten eingeschnitten. Höchst auffallend sind ähnliche Rinnen, die jedoch auf die Richtung der oben beschriebenen senkrecht verlaufen, so dass die ganze Fläche zum Theil in grössere oder kleinere meist viereckige Felder getheilt erscheint. Wie in der Schweiz die Denkmäler der Eiszeit, oft mit erheblichen Kosten, vor dem Untergang bewahrt werden, so möchte es doch wohl die Pflicht der k. k. Regierung sein, dieses so hoch interessante Phänomen der Nachwelt zu erhalten. Jetzt ist das Gletscherfeld in dem Besitze der Gemeinde Rieden und rüstig ist man daran, gelegentlich der Ausbeutung dortigen Sandsteines, die Ausdehnung desselben mehr und mehr zu verringern.

randes regelmässig von einer vielfach steilen Stirn diluvialer Nagelflue von mässiger, wechselnder Mächtigkeit überdeckt sind, durch einen bis 60' hoch sich aus der Hochebene erhebenden Wall, eine wirkliche Endmoräne bezeichnet, die freilich von den Gletscherabwassern zum Theil umgemodelt wurde, was sich aus dem Profil einer Kiesgrube bei Biberach, von Hauptmann Bach mitgetheilt, ergibt:

Geschichteter Kies	30'
Nagelflue	2'
Ungeschichteter Kies mit geritzten Steinen und Blöcken	10'
Schlammschicht mit geritzten Steinen (Grundmoräne)	15'
Tertiärer Süsswassersand, sog. Pfosand	12'

Da die Nagelflue, resp. der mehr geschichtete Schutt, und ihr örtliches Vorkommen eine Stauung anzeigen, so erklärt sich, wie Probst hervorhebt, daraus leicht hierorts eine mächtigere Schutthanhäufung. Mit dem Zurückschmelzen wohl mehr sind die Lager Blocklehm in Zusammenhang zu vermuthen, die sich in regelmässiger Folge an die sich nach Norden auskeilende Nagelflue anschliessen, mit meist breitem Rücken, Kies und erratische Blöcke überdeckend, die Hügel gleich einem Mantel einhüllen wie z. B. am Scharben bei Essendorf. Wie wenn die Blöcke in dem wassergetränkten Schlamm tiefer eingesunken wären, stecken sie im Lehme und geben ihm den durch seinen Namen bezeichneten Charakter. Dass dieser Detritus nur in nächster Nähe der Moränen, also des wirklichen Gletschers entstehen konnte, im Gegensatz zu dem in den neuen Wasserrinnen in die Ferne entführten, der Blöcke entbehrenden Schlamm, ist einleuchtend. Die Schmelzwasser wuschen eben den feinen Gletschersand und Schlamm in die moosbewachsenen Tümpel.

Ein Nachweis von Längsmoränen, charakterisirt durch die petrographische Natur ihrer Gesteine, ist für dieses Gebiet nicht entfernt so gelungen, wie im Reuss- und Rhonebassin, was besonders darin seinen Grund hat, dass die Sedimentgesteine der linken Seite des Rheinthaales sich in die rechte Thalseite hinüberziehen. So mannigfaltig und instructiv die Erfunde der schwäbischen Kiessgruben sind, so seien doch nur der grüne Juliergranit, der Serpentin und Gabbro des Oberhalbsteinthaales und die für das Prättigau⁵¹ charakteristischen Gneiss- und Hornblendeblöcke genannt; jedenfalls entstammen die dortigen Fragmente alle nach

den Bestimmungen des sachkundigsten Geologen ihrer Heimat, des Prof. Theobald, der rechten Rheinseite, während hier die Ponteglias⁴³granite und die choritischen Felsarten von Dissentis und Tavetsch gänzlich fehlen.

Wenden wir uns nach Westen, so sind es wohl nur der Kopf des Hohentwiel³⁵, Hohenbawen und die Höhe, auf welcher das Stettener Schlösschen, Neuhewen, die Heimat Ekkehards liegt, die aus der breiten Eishülle hervorragten: denn bei Engen noch wurde in 2041' Höhe von Merklein ein sehr grosser erratischer Block von schwarzem Thonschiefer mit noch mancherlei kleineren Alpengesteinen gefunden. Am Eingang des Sommerkellers auf Hohentwiel³⁵ bemerkte Merklein auf Blöcken auch Streifen, ganz ähnlich, wie auf dem Hohenbawen. Auch der Schienberg oberhalb Oeningen ist mit diluvialer Nagelflue bedeckt. Auf der Knauermolasse des Kohlfirst bei Schaffhausen³⁴ steht Nagelflue an und darüber wieder steinreiche Erde. Die jurassische Randenbarrière, in deren Thälern sich noch vielfach Gletscherschutt, jedoch nirgends über 2000' vorfindet, liess den Rheingletscher nicht an den Schwarzwald herankommen, wie anderseits dieselbe sich dem Schwarzwaldgletscher in seinem südlichen Vordringen als Grenzstein setzte.

So vereinigten sich die 4 Riesengletscher fast in derselben Gegend, wo sich, mit Ausnahme der Rhone, die ihnen entstammenden Flüsse jetzt treffen, und ihre Geschiebe mussten daher denselben Weg machen, den diejenigen des von Westen mit einer Zunge sich nähernden Rheingletschers einschlugen. Alle atmosphärischen Niederschläge der Nordseite der Alpen, wie auch gegenüber die der Südseite des Schwarzwaldes schufen sich im Rheinthale ihren Abzugscanal oder arbeiteten sich denselben vielmehr aus, um ihn dann wieder im Verlaufe der Eiszeit und besonders beim stetem Rückgang der Gletscher mit Geschieben der verschiedensten Art zu erfüllen. Bis Heidelberg herab konnte Prof. Sandberger alpines Gerölle nachweisen. Wann und wie, sagt Sandberger, die Dämme von Schaffhausen und Freiburg zerstört worden sind, und so der Fluss nach Norden freie Bahn erhielt, ist zur Zeit noch nicht zu sagen, wohl aber dass die Herstellung des jetzigen Flussbettes eine sehr lange Zeit erfordert hat und bereits zu Anfang der Eisperiode im Gange war.

Nachdem ich nun in einiger, vielleicht zu grosser Ausführ-

lichkeit die grösste Ausdehnung des Gletschermeeres zur frühsten Quartärzeit beschrieben, mag es mir erlaubt sein, nur in wenig Worten dem allmäligen, gewiss oft auch durch erneutes Anwachsen unterbrochenen Abschmelzen zu folgen, in wenig Worten um so mehr, da eben jene im ersten Vortrage beschriebenen Moränenlandschaften Schwabens, des Aargaus und die der Umgegend von Menzingen²⁴ das Product dieses langsamen, allmäligen Rückganges sind. Eine Abnahme der Niederschläge und damit eine Milderung des Klima, doch wohl bedingt durch eine auf unser Gebiet influirende veränderte Vertheilung von Land und Wasser, hat zur Folge, dass der Zuwachs, den die Eismassen erhalten, geringer ist, als die Menge, welche wegschmilzt. Immer mehr und mehr Gipfel werden wieder sichtbar. Die auf dem Eis zerstreuten Schuttmassen bleiben am Ende des Gletschers liegen oder sinken einfach vertical nieder, oder endlich sie werden von den Schmelzwassern, die als trübe Fluthen durch die Thäler rauschen, weiter geführt.

Nehmen wir das Maass am Rhonegletscher, so muss das Zurückweichen nicht bloß ein verhältnissmässig ziemlich rasches, sondern ein beträchtliches gewesen sein, denn erst auf Solothurner- und Bernergebiet finden sich mächtige Moränen, hinter welchen sich die Seebecken von Aeschi und Bolken entwickelten; nördlich von dieser Linie sind dagegen diese Schuttanhäufungen dünn gesät. Dieser Periode des ersten Abschmelzens entstammen auch horizontal geschichtete gerundete Geschiebehaufen, herbeigeführt von dem Gletscher entfliessenden Wassern während eines einige Zeit dauernden Stillstandes. Im ganzen weiten Gletschergebiete finden sie sich und nehmen zumeist ein sehr hohes Niveau ein. Ehe nun ein langdauernder Stillstand, dessen Zeugen eben jene Moränen von Solothurn¹⁰, Aarwangen, Steinhof sind, während deren Ablagerung sich Gewinn und Verlust wieder die Wage hielten, eintrat, scheint nach dem von Morlot aufgenommenen Profil an der Dranse bei Tonon⁵⁷, in dem sich zwischen Erraticum ein 150' mächtiges geschichtetes Geröllager einschaltet, ferner besonders auch nach dem von Prof. O. Heer mitgetheilten Profil von Wetzikon³¹, wo nicht nur geschichtete Sand- und Geröllmassen, sondern sogar Kohlenflötze auf Süßwasserschnecken führendem Lehm liegend — zweifellos ehemalige Torfmoore — von Geröllagern mit gekritzten Kalksteinen und grösseren Blöcken unterteuft (Messi-

komer), aber auch von Erraticum bedeckt sind — scheint hier-
nach eine noch viel weitere und längerdauernde Reduction statt-
gefunden zu haben. Zusammengehalten mit dem Wetzikonprofil
machen dies auch die Profile von dem benachbarten Dürnten und
Utnach glauben, in welchen Heer ausser dem geschichteten
Schutt von ca. 35' in 2 Lagern Kohlenflötze von 2—5' Mäch-
tigkeit unter Erraticum gelegen angibt. Einen ähnlich freilich nicht
so weiten Rückzug beweisen auch im Rheingebiete erstlich das
von Ertingen bei Biberach, durch Hildebrand aufgenommene
Profil, das zwischen Erraticum ein Zwischenlager von 5—6' mäch-
tigem feingewaschenem Kies und unter der unteren Schlamm-
Moräne 20' gewaschenen Kies, zum Theile mit conträrer Schichtung
zeigt; dann auch das von Mörschweil im Canton St. Gallen, von
Prof. Deicke aufgenommen, in welchem sich Letten mit Schiefer-
kohle einmal von 6', dann von 8' Dicke zwischen Geröll von
17', 13' und 16' Mächtigkeit einschaltet.

Lassen wir nun einzig nur die in dem eben beschriebenen
Gebiete vorgefundenen Gebilde sprechen, so hat unter Vorgang
Morlot's vor allen Heer und A. Escher geglaubt, wegen
dieser, zwischen specifisch glacialen Ablagerungen eingeschoben-
geschichteten Lager, bei deren Formation die Wasser allein Herr
und Meister gewesen zu sein scheinen, diese durch Jahrhunderte
vielleicht viele Jahrtausende getrennten Gletscherformationen als
zwei Gletscherperioden, als zwei Eiszeiten unterscheiden zu
müssen. Mit dem Aufschlusse bei Wetzikon, dessen Mächtigkeit für
die einzelnen Schichten mir unbekannt ist, sich aber mit denen
von Dürnten und Utnach in Parallele gezogen, nicht unbedeutend
ergibt, ist vor Allem ersichtlich, dass die sich einschiebenden,
geschichteten Lager von sehr verschiedener Mächtigkeit sind, so
dass immerhin dem bisher in diesem Maasse vereinzelt dastehenden
Profile von der Dranse vor der Hand nur eine locale Bedeutung
beigemessen werden darf; weiter, dass ein Rückblick auf die
bisherige, zeitliche Entwicklung, besonders im Rheingebiete sich
eine solche scharfe Scheidung kaum rechtfertigt. Schwinden der
Gletscher, denen ein erneutes Wachsthum folgte, also Schwan-
kungen, wie sie auch heute allerdings in viel geringerem Grade
statt haben, involviren daher kaum die Annahme zweier, durch
lange Zeitenräume total veränderten Klima's, getrennter Eiszeiten.
Die Bildung von Torfmooren resp. Schieferkohle, die stets von

Letten unterteuft ist, macht nicht die geringste Schwierigkeit, da sich niedere Wasseransammlungen hinter den abschmelzenden Gletschern nothwendig bilden mussten, und solche sich jedenfalls bald wieder mit Pflanzen bevölkerten. Der Zeitraum von 2400 Jahren, den Heer, allerdings als Minimum, für die Bildung der Schieferkohle von Dürnten verlangt, ist immerhin ein geringer, wenn es sich um geologische Epochen handelt. Um 100 Millionen Jahre, sagt man, sind seit dem Anfange der geologischen Erscheinungen verflossen und 156 Milliarden Jahre stellen die Zeitdauer dar, seit die Erde zu erkalten anfang, bis der Mittelpunkt derselben dieselbe Temperatur besitzt, wie die Oberfläche. Wenn jedoch nur gut unterschiedene Phasen in der Entwicklung der Gletscherformation verstanden werden wollen, ohne dass sich wie in Schottland, Schweden und Grönland, wo nach neuesten Beobachtungen verschiedene Arten arktischer Muscheln im Moränenthon vorkommen, somit eine Doppelperiode der Eiszeit, (nämlich beträchtliche Niveauschwankungen zwischen den beiden Eiszeiten) nachgewiesen ist, ohne dass sich die Physiognomie des Reliefs in der Zwischenzeit ganz wesentlich verändert hat, so mag ja immer diese Unterscheidung gemacht werden, obwohl es zu Missverständnissen führen kann. Favre bemerkt ganz richtig, dass die Gletscher des Chamounix, welche 2000' gegen ihren Stand von 1808 zurückgegangen sind, sich deshalb jetzt ebenso wenig in einer anderen geologischen Epoche befinden müssten, wie wenn der Gletscher z. B. wieder wüchse und auf die auf glaciale Schutt liegende, geschichtete Ablagerung der Zwischenzeit sich nun solcher absetzte. Dass das Wachsthum der alten Gletscher keine so ausserordentlichen Zeitperioden verlangt, als sie vielfach, besonders auf astronomische Betrachtungen gestützt, geglaubt werden, so bedenke man, dass am Montblancgletscher in feuchten Jahren ein Wachsthum von 12 M. beobachtet wurde, so dass bei dreifacher Feuchtigkeit nur 5000 Jahre zum Vorwärtsschreiten um 180 Kilometer, ungefähr die Erstreckung des Rheingletschers, ausreichen, wobei freilich die nach der Tiefe immer mehr zunehmende mittlere Temperatur und die in derselben Richtung sich mehrende Ausdehnung in die Breite etc. unberücksichtigt ist.

Kehren wir nach dieser mehr speculativen Abschweifung zu den rein thatsächlichen Verhältnissen zurück. Während der

Rhonegletscher nach dem beträchtlich raschen Abschmelzen von Neuem nur bis über Solothurn sein Wachsthum bethätigte, haben der vereinigte Rhein- und Linthgletscher und der Reussgletscher, dessen Zusammenhang mit dem dem Berneroberland entfließenden Eisstrom jedenfalls noch lange bestand, — was uns die exotischen Halbkerengranite in den Moränen von Grosswangen⁴⁸ und Triengen, wie in den bei Herrgottswalde am Pilatus¹⁸ beweisen, — endlich auch der schwäbische Arm des Rheingletschers bis fast an ihre früheren Ufer sich hinausgewagt und für diese ihre Ausdehnung in Gestalt nach Höhe, Breite und Länge bedeutender Stirnmoränen unzweifelhafte Documente hinterlegt. Möchte vielleicht dieses verschiedene Verhalten in der nördlicheren Lage der hauptsächlich speisenden Firmulden des Rhein- und Reussstromes seinen Grund haben? Der einzige Grund ist dies wohl gewiss nicht. Sollte es uns vielleicht ein Fingerzeig sein, dass die Erhebung der Sahara aus dem Meere, mit welcher doch mit Wahrscheinlichkeit das Schwinden der Gletscher überhaupt in ursächlichen Zusammenhang gebracht wird, von Westen nach Osten hin stattgefunden habe? An sich sollte man eher das Gegentheil erwarten, da die Abnahme der Gletscher überhaupt unter sonst gleichen Umständen um so rascher erfolgt, je kleiner das Eisbassin ist, das dieselben entsendet, während eine solche an den Gletschern der grossen Eisfelder weniger merklich wird. Ausserdem ist aber auch nicht zu übersehen, dass, wenn auch Reuss- und Linthbassin etc. zur Zeit ihres längst dauernden Bestandes in ihrem Umfange wenig sich vermindert, die verticale Mächtigkeit der Eismassen dagegen sich ausserordentlich verringert hatte; die jetzigen Uferlinien waren ja ehemals von mehr als 1000' hohem Eise bedeckt. Wenn nun auch die westliche und nordwestliche Schweiz sammt dem ganzen Jura von Eis geräumt war, und die Molassehügel zum Theil ganz und gar aus dem Eismantel hervorsahen, so überragten die höchsten Gipfel der Kreide- und Nagelfluveoralpen immerhin noch das von Südost nach Nordwest über Hunderte von Quadratmeilen ausgedehnte Gletschermeer auf lange Zeit nur um wenig mehr als 2000'.

Doch nicht stetig, sondern mehr ruckweise, durch Perioden des Stillstandes unterbrochen, vielleicht sogar unter zeitweiligem geringem neuem Anwachsen traten allmählig die mächtigen Eisströme, indem sich auch ihr bisheriger Zusammenhang löste, von ihrer Jahrhunderte langen Excursion in die Weite den Heimweg

an. Der Erfahrung gemäss bilden sich ja dergleichen Moränen, wie ich sie oben beschrieben, bei ununterbrochener Verkleinerung des Gletschers nicht; sie sind die Stationen, an denen der Gletscher in seinem Umfang einen mehr oder weniger langen Aufenthalt machte.

Oberhalb jener Querwälle werden wir Längsmoränen wieder aufsuchen und finden. Hierher gehört unter vielen anderen, auch mächtigeren, die auf dem Rigi, 2000' ungefähr noch über dem See, sich ca. 7000' dehnende Mittelmoräne, die die mächtigen Endmoränen speisen half. Auf der nordwestlichen Seite des Rigi senkt sie sich mit Nagelflu, Kalk und Granitblöcken gespickt etwas von Südost nach Nordost und gab 20—35' mächtig in der Folge zu einer Wasseransammlung auf dem horizontalen Plateau, »Seeboden« genannt, Veranlassung.

Ist auch die immense Menge losen Schuttes, der zu dieser Zeit sich am Fusse der Alpen absetzte, ganz erstaunlich, — man muss es gesehen haben, um den Betrag zu ermessen, — so erklärt er sich doch abgesehen von der langen Dauer, welche die Gletscher einhielten, gerade aus der geringeren Mächtigkeit derselben, auch an den Quellen derselben, wodurch die aus dem Firnmeere hervorragenden Gebirgsmassen an Höhe und Breite bedeutend zunahmen; auch das nun stärker werdende Gefäll musste die abgebröckelten Trümmer rascher abwärts befördern.*)

Nachdem für viele Jahrhunderte die äquatorialen Wasser in den Alpen feste Form erhalten und bewahrt hatten, kehrten sie zu ihrem Ursprung, dem Meere wieder zurück, während die Gletscher heutigen Tages eine relativ so minutiöse Ausdehnung besitzen, die nur geringfügige Schwankungen erfährt und im Ganzen immer noch im Abnehmen begriffen ist.

Wo alles zuvor vom Eise starrrte, belebt sich wieder die Natur, die Pflanzen rücken vom Thal her mällig wieder in ihre früheren Gebiete ein und finden zum grössten Theil einen ihrem Gedeihen so sehr förderlichen Boden. Gerade eben den doch meist alpinen

*) Ueber die mechanischen Wirkungen unterhalb des Eises und durch dasselbe, die gewiss bei bedeutenderer Mächtigkeit erfolgreicher sich erweisen mussten, sind die Acten immer noch nicht geschlossen; bezüglich der Schuttbildung mögen sie doch immerhin weit überragt werden von der durch die Atmosphärischen Wasser und Eis, Kohlensäure und Sauerstoff, Hitze und Kälte, Sturm und Regen bewirkten Gebirgsertrümmerung.

Gesteinen verdankt in Folge der mannigfaltigen Mischung der Schweizer Bauer und der Schwabens und Bayerns die Fruchtbarkeit ihrer Aecker und Wiesen. Vielfach wurde mir von Landleuten versichert, dass sie Felder, in denen Steine, eben Erraticum, stecken, höher schätzten. Der Kali- und Phosphorsäuregehalt der alpinen Gesteine muss nothwendig die Fruchtbarkeit erhöhen. Bachmann erwähnt gewiss mit Recht, dass, wo 70—200' mächtiger Gletscherschutt den Untergrund bilde, der Bauer getrost sagen dürfe: »Unter meinem Acker liegt noch ein zweiter«.

Andere Pflanzen dagegen, ehemals vom Eise verjagt, verbleiben in ihrer neuen Heimat. Wir können sie als Findlinge der Pflanzenwelt betrachten, die uns in ähnlicher Weise von der Geschichte der Jahrtausende, die unserer historischen Zeit vorausgingen, erzählen, wie die steinernen. Ich erwähne diesbezüglich nur den arktischen Charakter der von Martins beschriebenen Flora der Torfmoore in den Hochebenen des Jura, das ganz locale Vorkommen einiger Alpenpflanzen auf dem Jura, wie die vereinzelt Colonien von Alpenpflanzen in verschiedenen niedrigen Gegenden der Schweiz, von denen Heer ausführlich berichtet.

Insbesondere über die auf erratischen Blöcken gefundenen alpinen Kryptogamen hat Prof. L. Fischer in Bern interessante Mittheilungen gemacht. In der berühmten Rennthiergrube bei Schussenried⁵⁹ wurde ein Moosteppich gefunden, welcher nach Schimper's Bestimmung aus zwei hochnordischen Moosen bestand — *Hypnum sarmentosum* und *Hypnum fluitans* var. *Groenlandicum*.

Uebrigens dürfen wir uns nicht vorstellen, als ob in diesem Gebiete während der Zeit der grössten Vergletscherung alles organische Leben erstarben wäre; die nicht von Eis bedeckten Jurakämme, der Napf, der Pilatus, der Rigi etc. etc. waren gewiss zur Sommerszeit von einer ähnlichen Vegetation besiedelt, wie ja auch heute alpine Moränen und Gletscherinseln mit dem freundlichsten Farbenschmuck ausgestattet sind. Solche Gletscherinseln der Eiszeit sind uns noch heute erhalten; ich denke nicht daran, dass z. B. der Jura und das Hügelland viele alpine Pflanzen jetzt beherbergt, sondern mehr an die ausgesuchten Plätzchen, die eine ganz eigenartige Pflanzenbevölkerung haben, unter den gewöhnlichen Jurapflanzen eine ansehnliche

Anzahl ganz isolirter Alpenpflanzen z. B. im Circus des Creux du Vent, ein wahres Eldorado für den Botaniker.

Auch die Fauna änderte sich bedeutend. Das Murmelthier, der Steinbock und die Gemse behaupteten das Hochgebirge; das Rennthier, dessen Jagd unsere armseligen schwäbischen Vorahren, die Menschen der Eiszeit, deren Kampf um's Dasein gewiss ein sehr mühseliger war, nährte, wich mit dem Fiälfrass, dem Gold- und Eisfuchs etc. allmählig in die Polarländer zurück, während Wolf und Bär sich noch fast bis zum heutigen Tage in unserem Vaterlande aufhalten. Der Singschwan verlegte seine Brutplätze weiter nordwärts nach Lappland und Spitzbergen. Wieder eine Anzahl, darunter das zottige Mammuth, das auf seinen weiten Excursionen auch hieher kam, und dessen Reste ziemlich häufig im Diluvium der besprochenen Gegenden gefunden werden; dann das wollhaarige Rhinoceros, der *Equus fossilis*, Stammvater unseres Hauspferdes, ferner der Riesenhirsch, der Höhlenbär und die Höhlenhyäne sind ganz ausgestorben. Dagegen wanderten zu den früheren Bewohnern unserer Gegend dem Wiesent, dem Auerochs und Elenn etc. allmählig in das ehemalige Gletschergebiet die Thierarten ein, die jetzt Schweiz und Oberschwaben bewohnen und schon zur Zeit der ältesten Pfahlbauten an den Ufern des Bodensee's, Wauwylersee's und in der Nähe des Zürichersee's etc. von den Menschen geschlachtet und verspeist wurden. Nur nebenbei möge noch erwähnt sein, dass Knochenreste aus Schichten, die wohl dem glacialen Diluvium gleichaltrig sind, beweisen, dass im nordwestlichen und mittleren Europa, entfernt von den Gletschern der Alpen und Pyrenäen, ein beträchtlich höheres Klima zeitweise herrschte, als in ihrer Nähe, so dass das Europa von damals ganz bedeutend verschiedene Klimate besessen haben muss, Klimate, wie sie uns die Januar- und Juli-Isothermen für Nordasien und Nordamerika ungefähr illustriren; denn in ein und derselben Schichte finden sich, fast gemischt, Reste von Thieren, von denen die einen in einem strengen, die anderen in einem gemässigten, ja warmen Klima leben.

Zu den schwierigst zu beantwortenden Fragen gehört es gewiss, woher die mannigfaltige Fauna der See'n, die doch innerhalb so vieler Jahrhunderte ganz zu Eis erstarrt waren, einge-rückt ist, wie sie die Mannigfaltigkeit erlangte, die sie heute besitzt; sind doch die Bewohner der See'n nicht wie die der Bäche

und Flüsse ausgerüstet, gegen den Strom zu schwimmen. Und doch müssen sie aus solchen hervorgegangen sein. Erstorben war ja auf die lange Dauer der Eiszeit jedes organische Leben Wasser bewohnender Thiere. Die früheren waren ausgestorben oder ausgewandert und erst in verhältnissmässig nahe liegender Zeit zogen wieder solche Thierformen in die Schweizersee'n ein, sich den Umständen anbequemend. Doppeltes Interesse bieten die Forschungen Forel's, existirt doch zwischen dem Genfer-, Neuchâtel-, Thuner- und Bodensee keine Seeverbindung. *) Diese Forschungen werden im weiteren Verlaufe sicher in die so hochinteressanten Fragen über die Abstammung der Thiere, besonders über den Einfluss des Mediums, in dem sie leben, auf ihren Bau und ihre Functionen, mehr Licht bringen und die Kenntnisse über die sog. Anpassung beträchtlich bereichern.

Zum Schluss sei mir nur noch erlaubt, nachdem ja schon hie und da auf die Factoren des Wachstums und des Schwindens der Gletcher hingewiesen wurde, kurz geologische Hypothesen zu berühren, die ein so enormes und weitverbreitetes Anwachsen des Eises erklären können. Indem ich nur solche berücksichtige, die sich auf der Erde thatsächlich beobachteten, in der Gegenwart fortwirkenden Erscheinungen ausschliessen, ohne astronomische Betrachtungen ausschliessen zu wollen, so handelt es sich natürlich nur darum, von welchen Seiten her eine Erniederung der Klimate bewirkt werden konnte. Mir scheint vor Allem, dass man nicht einem Factor den Vorrang geben dürfe, sondern dass sich mehrerlei Veränderungen in der Vertheilung von Land und Wasser seit der Tertiärzeit zu so ausserordentlichen Erscheinungen vereinigt haben mögen. Besonders sind es die fast gleichzeitigen Hebungen der höchsten Gipfel der Alpen und Pyrenäen, des Kaukasus, des Himalaya und der Cordilleren, die während der jüngeren Tertiärzeit stattfanden und wohl auch bis in die Diluvialepoche hinein fort dauerten. Als in die höheren Luftregionen hineinragende Condensatoren wurden sie nun erst zu Bildungsheerden von Gletschern. — Daneben muss das Niedersinken grosser Continente innerhalb der warmen Zonen unter das Niveau des Meeres, des alleinigen Heerdes der Dampfbildung — also die absolute Vermehrung des Wasserdampfes — zum allmäligen

*) In jedem derselben musste die Differenzirung der Thierformen besonders, gesondert stattfinden.

Wachsthum der Schnee- und Eisanhäufungen das Seinige beigetragen haben. Ein solches Festland ist z. B. das in der Südsee versunkene, dessen ehemaliges Hervorragen u. A. die weitverbreiteten Koralleninseln bezeugen, die nach der Hypothese von Dana noch die Streichungslinie von ehemaligen Cordillerenkämmen verrathen sollen. Auch Australien, an dem man neuerdings ein Emporsteigen beobachtete, muss ehemals viel geräumiger gewesen sein; dann deutet ebenfalls der an Inseln so reiche Ost- und Südostrand Asiens einen Länderverlust an. Während der Vergletscherung Europa's nahm jedenfalls der äquatoriale Golfstrom seinen Weg zwischen Nord- und Südamerika, einer Meerenge von Panama*) hindurch, und das von Whitney constatirte Fehlen erratischer Erscheinungen auf der Westseite von Nordamerika möchte doch wohl damit im Zusammenhang stehen, während die veränderte Richtung, welche durch die Hebung der Landenge Panama's sich für diese warme Strömung ergeben musste, nicht das geringste zur Entgletscherung des nördlichen Europa's beitrug. Wenn der Vermehrung von Wasserdampf das Wachsthum des Meeres in, dem Aequator nahen, Regionen förderlich sein muss, so muss wieder dasjenige von Ländermassen in hoher geographischer Breite, wie des nördlichen Russland's bis zum Baikalsee, die mittlere Temperatur gedrückt haben.

Entgegengesetzte Vorgänge, wie die Vermehrung der Continente in der wärmeren Zone müssen ein Schmelzen der Eismassen selbstverständlich befördert haben. Für unser Gebiet ist es vor allem interessant, dass grosse Räume der nördlichen Sahara vom Meere noch in der jüngsten geologischen Vergangenheit bedeckt gewesen sind, was Desor und A. Escher von der Linth auf ihrer Wanderung zur Entdeckung der Heimat des Föhnwindes, des Schneefressers der Aelpler, vor jedem Zweifel gesichert haben; ferner, dass diese Forscher Spuren auffanden, die ähnliche bedeutende Schwankungen, wie sie bei den alten Gletschern stattgehabt, auch bei der Trockenlegung der Sahara mehr als wahrscheinlich machen. Musste also ein früheres seichtes Saharameer das Wachsthum der Alpengletscher wesentlich fördern, indem seine Dämpfe in den Alpen feste Form annahmen, so trug das totale Schwinden dieses Meeres doppelt dazu bei, jene Schnee und Eismassen wieder zu verflüssigen.

*) Die Korallen und Mollusken in den oberen Miocänschichten auf der Seite des atlantischen und der des pacifischen Gestades gehören denselben Arten an.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Bericht über die Senckenbergische naturforschende Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1875

Band/Volume: [1875](#)

Autor(en)/Author(s): Anonymus

Artikel/Article: [Die Geschichte der Verbreitung der alten Gletscher in der Schweiz und in Schwaben und ihres Schwindens. 105-129](#)