

Der alte Rheingletscher auf dem Alpenvorlande.

Von Prof. Dr. Albrecht Penck in Wien.

Bereits mehrmals war von Seiten Schweizer Geologen, namentlich von ~~Bucher~~ von der Linth,¹⁾ ausgesprochen worden, dass der alte Gletscher des Rheinthaales sich weit über das Alpenvorland erstreckt haben müsse, bevor Steudel²⁾ auf deutschem Boden die Vergletscherung der Bodenseegegend behauptete, während durch die badische Landesuntersuchung keine Klarheit hierüber gewonnen worden war.³⁾ Den Arbeiten von Steudel folgten bald die Untersuchungen von Bach⁴⁾ und Gerwig,⁵⁾ weiter die Studien von Probst,⁶⁾ Miller,⁷⁾

1) Ueber die Gegend von Zürich in der letzten Periode der Vorwelt. Zürich 1852.

2) Steudel. Ueber die Heimat der oberschwäbischen Geschiebe. Württ. naturw. Jahresh. XXII. 1866. S. 104. Notice sur le phénomène erratique au nord du lac de Constance. Arch. d. sc. phys. et nat. de Genève. 4. XXIX. 1867. Ueber die erratischen Blöcke Oberschwabens. Württ. naturw. Jahresh. XXV. 1869. S. 40. Schrift. d. Vereins zur Geschichte des Bodensees. Bd. II S. 115—141. Gletscherfeld von Lauterach. Ebenda. Bd. III.

3) Schill. Geologische Beschreibung der Umgebungen von Ueberlingen. Karlsruhe 1859. Geologische Beschreibung der Umgebungen von Waldshut. Karlsruhe 1867. Zittel und Vogelsang. Geologische Beschreibung der Umgebungen von Möhringen und Mösskirch. Karlsruhe 1867. (Bilden Hefte der Beiträge zur Statistik der inneren Verwaltung des Grossherzogtums Baden.) Vergl. auch Schill: Die Tertiär- und Quartärbildungen am nördlichen Bodensee. Württ. naturw. Jahresh. XV. 1859.

4) Die Eiszeit. Ein Beitrag zur Kenntnis der geologischen Verhältnisse von Oberschwaben. Württ. naturw. Jahresh. XXV. 1869. S. 113—118.

5) Das Erratische in der badischen Bodenseegegend. Verh. naturw. Verein. Karlsruhe V. 1871. S. 89—105.

6) Beitrag zur Topographie der Gletscherlandschaft in württemb. Oberschwaben. Württemb. naturw. Jahresh. XXX. 1875. S. 40—85. Schriften des Vereins für Geschichte des Bodensees V. 1874. S. 92.

7) Ueber die geognostischen Verhältnisse von Meersburg und die Entstehung des Bodensees. Schrift d. Vereins f. Gesch. des Bodensees. H. IX. 1879. S. 103. Die geologischen Bildungen am Untersee und Höhgau. Ebenda. X. 1880. S. 145. Die 17 grössten erratischen Blöcke Oberschwabens. Württ. naturw. Jahresh. XXXVII. 1881.

sowie eine populäre Schilderung von Grube,¹⁾ mancherlei neue Daten in einer anregenden Schrift von Kinkelin²⁾ und schliesslich die kartographischen Aufnahmen der württembergischen geologischen Landesaufnahme.³⁾ Nachfolgende Angaben beruhen teilweise auf diesen älteren Arbeiten, teilweise auf eigenen Studien, welche 1881 und 1882 vorgenommen, aber bisher nicht veröffentlicht wurden, wiewol diese Aufzeichnungen schon vor einiger Zeit gemacht worden waren.

Der alte Gletscher des Rheinthales trat aus den Alpen als ein mindestens 500 m mächtiger Eisstrom, dessen Oberfläche 1200 m Höhe überschritt. Das Land bis zu diesem Niveau bedeckend, flutete er über die eigentlichen Gehänge des Rheinthales, einen grossen Theil der Appenzeller Alpen im Westen und grosse Partien des Bregenzer Waldes im Osten bedeckend, nachdem er bereits einen Zweig über den Walensee in das Linthgebiet und einen Ausläufer nördlich der Churfürsten in das Thal der Thur gesandt hatte.⁴⁾ War der Eisstrom unterhalb Sargans zwischen Churfürsten und Scesaplana auf 7 km Breite eingezwängt gewesen, so hatte er sich im Norden über den ganzen Raum zwischen den Ausläufern des Säntis und dem Westabfall der algäuer Rindalphornkette in einer Breite von 40 km ausgebreitet, und dieser auf beiden Seiten noch von Bergen eingedämmte Gletscher war es dann, welcher, seiner Ufer beraubt, sich fächerförmig über das Vorland der Alpen verbreitete. Von der Stelle, wo heute der Rhein in den Bodensee mündet, schob sich das Eis nach Norden 75 km vor; es erstreckte sich nordostwärts 40 km weit an dem Fusse der Alpen entlang, während nach Westen hin der Gletscher dem Bodensee und Rheinthale 80 km weit folgte. Ein im Nordwesten etwas eingedrückter Halbkreis mit 60 km Radius um Romanshorn umgrenzt ungefähr das Areal, welches der Rheingletscher auf dem Vorlande der Alpen einnahm; die einzelnen

1) Grube. Vom Bodensee, früheren Rheinthalgletscher und aus dem Bregenzer Walde. Stuttgart 1875. S. 45.

2) Ueber die Eiszeit. Bericht über die Senckenbergische naturforschende Gesellsch. 1874—1875. Frankfurt 1876. S. 77.

3) Quenstedt. Begleitworte zur geognost. Spezialkarte von Württemberg. Atlasblätter Ehingen, Biberach, Laupheim, Ochsenhausen 1876. Tuttingen, Fridingen, Schwenningen 1881.

Fraas. Begleitworte zur geognostischen Spezialkarte von Württemberg. Atlasblatt Hohentwiel 1879. Atlasblätter Leutkirch und Inny 1882. Atlasblätter Ravensburg und Tettnang 1883.

4) Vergl. hierzu A. Favre. Carte du terrain sur le versant nord des Alpes suisses. Gutzwiller. Der Sentisgletscher zur Eiszeit. Ber. d. St. Gallischen naturf. Gesellsch. 1871—72.

Orte, bis zu welchen hin seine Spuren verfolgt wurden, sind von Westen nach Osten: Thiengen unweit Waldshut am Rhein, Schaffhausen, Stadt Blumenfeld, Engen und Mösskirch in Baden, Sigmaringen und Riedlingen an der Donau, Biberach und Legau unweit Memmingen auf dem schwäbischen Alpenvorlande. An letzterem Orte berührte der Rheingletscher den Illergletscher, von welchem er weiter südlich vom Kemptener Walde getrennt war, während er zwischen Thiengen und dem Rhein aufwärts gelegenen Eglisau sich mit dem Linthgletscher traf. Es erhellt aus diesen Daten, dass im Westen der alte Rheingletscher gleich seinen westlichen schweizerischen Nachbarn das ganze Land zwischen Alpen und Jura einnahm und zwischen Schaffhausen und Riedlingen sich überdies ein Stück weit auf den letzteren hinaufschob, während er im Osten gleich den Eisströmen der Deutschen Alpen mitten auf dem Alpenvorlande endete, wo er sich etwas weiter als längs des Jura von seinem Ausgangsorte entfernte, indem er hier die Wasserscheide nach der Donau überschritt und sich eine Strecke weit in das Gebiet der letzteren hin erstreckte. Die merkwürdige, in der Westschweiz entgegengesetzte Thatsache, dass auf dem Alpenvorlande der Eisstrom teilweise aus dem Gebiet desjenigen Flusses heraustritt, dessen Thale er in den Alpen folgte, wiederholt sich also auch hier; wie der Rhonegletscher einen Teil seiner Eismassen in das Rheingebiet sendet, schiebt sich der Rheingletscher teilweise in das Donaugebiet, und ebenso wie das Mittelmeergebiet einen Teil seiner Niederschläge in das Bereich der Nordsee abgibt, verliert letztere einen Teil der ihr angehörigen Eismassen an das Gebiet des Schwarzen Meeres, so dass dieses allein es ist, welches bei der eigentümlichen Verschiebung der Wasserscheiden gewinnt.

Der tiefste Punkt, welchen der alte Rheingletscher an seinem Rande aufwies, liegt entsprechend den Oberflächenverhältnissen des Landes am Rheine unterhalb Waldshut in etwas über 300 m Höhe, in beträchtlich höherem Niveau endete er längs des Jura, so z. B. unweit Engen in 674 m, bei Neuhaus zwischen Tuttlingen und Stockach in 700 m, unweit Mösskirch in derselben Höhe (Quenstedt), zwischen Sigmaringen und Riedlingen in etwa 650 m Höhe. Die Donau verlässt das Gebiet des alten Rheingletschers zwischen Riedlingen und Munderkingen in etwa 500 m Höhe und im Mittel kann gesagt werden, dass derselbe am Schwäbischen Jura bis zur Höhe von 650—700 m anstieg, also beträchtlich weniger hoch als der Rhonegletscher am Schweizer Jura. Weiter im Osten endete der Rheingletscher bei Biberach in 600—630 m Höhe und

schliesslich zwischen Ochsenhausen und Legau in ungefähr 700 m Höhe. Versucht man auf grund dieser Angaben sich ein Bild von dem Gefälle des alten Gletschers zu machen, so stellt sich heraus, dass dasselbe gerade im Raume zwischen Jura und Alpen am geringsten war (1:140), während es nach Westen zu, nach Schaffhausen und im Norden gen Riedlingen oder Biberach stärker (1:110) war. Es dachte sich also der Rheingletscher nicht völlig gleichmässig ab; gerade nach der Seite hin, wo sein Verbreitungshalbkreis eine kleine Einbiegung erleidet, ist auch sein Gefälle gemindert. Der Jura hat nicht nur die Verbreitung des Eises gehindert, sondern dasselbe auch aufgedämmt; ebenso wie der Rhonegletscher längs des Schweizerischen Jura aufgestaut war, war es der Rheingletscher längs des Schwäbischen, nur in viel geringerem Maasse.

Nach diesen Gefällverhältnissen ist zu mutmassen, dass der Gletscher alle die Unebenheiten, welche innerhalb seines Verbreitungsbezirkes auf dem Alpenvorlande liegen, bedeckte, mit Ausnahme vielleicht der unmittelbar an seinem Saume gelegenen Basaltkuppen Hohenstoffeln und Hohenhöwen, an deren Abhängen jedoch noch nicht versucht ist, die Höhe seiner Spuren zu verfolgen. Er verhüllte jedoch den 710 m hohen Schienerberg, welcher sich zwischen den Ausläufern des Zeller Sees erhebt, er bedeckte den 654 m hohen Phonolithkegel des Hohentwiel, er erstreckte sich über die 700 m hohen Rücken von Bodmann zwischen dem Zeller- und Ueberlinger-See, seine Spuren sind auf dem 820 m hohen Sennberge und dem benachbarten Högster (840 m)¹⁾ unweit Heiligenberg zu verfolgen, ebenso wie im Alldorfer Walde bei 770 m Höhe; andererseits ziehen sich seine Spuren auch bis unter den Spiegel des 394 m hoch gelegenen Bodensees, so dass also der ganze, vom Gletscher eingenommen gewesene Raum mit Glacialbildungen bedeckt ist, nur lokal sind dieselben von postglacialen Ablagerungen verhüllt und bloss an steilen Gehängen kommen die Schichten des älteren Untergrundes zum Vorschein.

Die Glacialspuren des alten Rheingletschers umfassen, wie diejenigen aller alter Gletscher, folgende Ablagerungen:

- 1) Grundmoränen,
- 2) Endmoränen und Ufermoränen,

1) Gerwig, a. a. O. S. 100 gibt an, dass bei Glashütte eine Molassen- (soll wohl heissen Nagelfluh-) Kuppe über das Erratische reicht. Ich habe diese Stelle nicht besucht. Der Angabe widerspricht Paulus, Das Königreich Württemberg, 1882, S. 271 auf das bestimmteste, indem er schreibt: „Dieser Högster (südwestlich Zussdorf, nordöstlich Glashütte) ist noch überdeckt von mächtigen Irrblöcken.“

- 3) Erratische Blöcke und Riesentöpfe,
- 4) Fluvioglaciale Bildungen,
- 5) Interglaciale Bildungen,
- 6) Aeltere Postglacialbildungen.

1. Die Grundmoränen

des alten Rheingletschers weichen in bezug auf Struktur und generelle Charaktere nicht ab von den sonst auf dem Alpenvorlande entfalteten Grundmoränen; sie erscheinen durchweg als eine mehr oder weniger lehmige Ablagerung, in welcher unregelmässig verschieden grosse, gekritzte Geschiebe eingebettet sind. In bezug auf ihr Material erweisen sie sich jedoch als ein spezifisches Gebilde. Sämmtliche Gesteine des Rheinthaales sind in ihnen vorhanden. Man findet Granite und granitische Gneisse von der Albula (Gegend von Ueberlingen, Schill) Juliergranite (Gegend von Radolfzell, Penck), Puntaiglasgranit (Schwaben, Fraas), allerhand Hornblendegesteine des Silvretta- und Gotthardgebietes, Eklogit mit roten Granaten des Prättigan (Schwaben, Steudel), Serpentin (Schwaben), Casannaschiefer (Schwaben, Steudel); dazu gesellen sich Fragmente von Verrucano sowie des Sernftkonglomerates (Gegend von Ueberlingen, Schill), Steinsberger Triaskalk (Schwaben, Steudel), ferner Kalke und Dolomite der Gegend von Chur (Schill und Steudel), Bündener Lias (Steudel), in grosser Zahl Sewer Kalke, Schrackenkalk, Flyschgesteine und Molassengesteine.

Steudel¹⁾ hat sich im Verein mit Theobald der mühsamen Arbeit unterzogen, die Heimat der in württembergisch Oberschwaben auftretenden Geschiebe zu ermitteln. Er fand, dass sich die bei weitem überwiegende Mehrzahl derselben aus den Bündener Alpen herleiten lässt, und es war ihm möglich, die Heimat einiger derselben auf ein ganz enges Gebiet zu beschränken. Sohin wären in regelmässigster Weise die Gesteine des rechten Rheinthalgehanges auf die rechte Seite des Gletschergebietes gebracht worden. Leider fehlen für die untere Bodenseegegend ähnliche Untersuchungen, was um so mehr entbehrt wird, als der Hegauer Phonolith gelegentlich in nordöstlicher Richtung transportiert worden ist, und Steudel gelegentlich auch durch Findlinge in Schwaben an das linke Rheinthalgehänge erinnert wurde;²⁾ auch Fraas fand am

1) Ueber die Heimat der oberschwäbischen Geschiebe. Württ. naturw. Jahreshfte XXII. 1866. S. 104. — Die erratischen Blöcke Oberschwabens. Württ. naturw. Jahreshfte. XXV 1869. S. 40.

2) Württ. naturw. Jahreshfte XXV. 1869. S. 40.

Hohentwiel so vorwaltend Thurgauer Gesteine, dass er von einem Vorrücken des Gletschers von Thurgau nach dem Hegau sprach.¹⁾

Ausserdem sind Versuche, bestimmte Verbreitungsbezirke einzelner dieser genannten Gesteine zu ermitteln, noch nicht gemacht worden und es liegt hier noch eine äusserst interessante und dankbare Aufgabe für die Zukunft vor. Zu den alpinen Gesteinen gesellen sich in den Grundmoränen als Abkömmlinge des Untergrundes noch Fragmente der löcherigen diluvialen Nagelfluh, welche allenthalben an der Peripherie des alten Gletschers gefunden werden (Gegend zwischen Stockach und Tuttlingen, Penck; Gegend von Ueberlingen und Heiligenberg, Schill; Gegend von Leutkirch, Fraas); ferner streuen sich die Phonolithe des Hegau in die Moränen des westlichen Teiles des Fächers und werden hier gelegentlich in gleich hohem und höherem Niveau als ihr Ursprungsort (z. B. bei Neuhaus zwischen Tuttlingen und Stockach in 700 m Höhe, Penck) gefunden; sie sind sowohl nach Westen, nach Schaffhausen, als auch nach Norden und Nordosten, nach Mösskirch, Sigmaringen, selbst nach Ehingen an der Donau verbreitet.²⁾ Am Abfalle des Jura verleiben sich zahlreiche Bruchstücke des weissen Jura den Moränen ein (Gegend zwischen Stockach und Tuttlingen, Penck; bei Mösskirch, Zittel und Vogelgesang); ferner, ungefähr in derselben Gegend, gesellt sich aus dem Obermiocän Quarzgeröll in die Moränen, und manchmal entnehmen dieselben ihre lehmige Grundmasse grösstenteils dem obermiocänen Mergel des Untergrundes. Im Osten gehen vielfach Gerölle des obermiocänen Konglomerates in die Moränen über. Von allen diesen, auf dem Alpenvorlande der Moräne beigesellten Materialien verdienen insbesondere die Basalte und Phonolithe des Hegau Beachtung. Nach der Lage ihres Ursprungsortes wäre anzunehmen, dass sie entsprechend der fächerförmigen Ausbreitung des Gletschers vorzüglich nach Westen transportiert worden seien; thatsächlich wurden sie aber auch nach Norden und sogar nach Nordosten verbracht. Wenn auch ein Teil dieses Transportes auf die Wirkungen des fliessenden Wassers entfallen könnte, ganz ist er durch die letzteren nicht erklärbar und der eigentümliche Weg, welchen die Blöcke jener Gesteinsarten am Jura entlang eingeschlagen haben, lässt erkennen, dass ebenso wie der Rhonegletscher durch den Schweizerischen Jura nach Norden, auch der Rheingletscher durch den Schwäbischen

1) Erläuterungen zu Blatt Hohentwiel. S. 11.

2) Fraas. Erläuterungen zu Blatt Hohentwiel. S. 12.

Jura nach Nordosten abgelenkt worden ist. Der Geschiebe-transport steht in vollem Einklange mit der Thatsache, dass der Rheingletscher in seiner fächerförmigen Verbreitung durch den Jura gehindert und von demselben aufgestaut worden ist.¹⁾

Die Grundmoränen sind durch das ganze Gebiet verbreitet, wengleich ihre Mächtigkeit namentlich auf den hochgelegenen Teilen eine äusserst geringe ist. Als fehlend können sie nur an den steilen Gehängen des Ueberlinger- und Zeller-Sees bezeichnet werden, vielfach sind sie jedoch von jüngeren Gebilden, namentlich von Endmoränen, bedeckt.

2. Die Endmoränen

zeigen in bezug auf ihr Material keine Abweichung von den Grundmoränen, sie unterscheiden sich indes vielfach von letzteren durch ihre Textur, vor allem aber durch ihre Oberflächenform. Selten nur sind sie so völlig ungeschichtet, wie die Grundmoränen, meist lassen sie mehr oder weniger deutliche Spuren von unregelmässiger Anordnung des Materials nach seiner Grösse erkennen; vielfach tritt die thonige Grundmasse zurück, und die Ablagerung wird stark kiesig. Zugleich stellen sich in schwankender Menge eckige Fragmente ein, wengleich gekritzte Geschiebe nie völlig fehlen. Nach allen diesen Charakteren werden die Endmoränen in Württemberg als Schuttmoränen bezeichnet. Gelegentlich des Baus der Eisenbahnen von Kislegg nach Wangen wurden in den mächtigen Endmoränen des Kaibacheinschnittes Stangen von *Cervus tarandus* und ein Stosszahn von *Elephas primigenius* gefunden.²⁾

Höchst eigentümlich ist die Oberflächenbeschaffenheit dieser Endmoränen; sie bilden langgedehnte, parallel angeordnete Hügelzüge, welche sich bald nähern, bald wieder entfernen und so jene unregelmässige Landschaft bilden, die Desor „Moränenlandschaft“ nannte. Trotz dieser ausgesprochenen Charaktere als Endmoränen hat Probst³⁾ versucht, den Verlauf derselben als die Hauptbewegungsrichtungen des Gletschers zu

1) Diese Thatsache erkannte Fraas in ihrer vollen Bedeutung (Blatt Hohentwiel. S. 12), erst später nahm der verdiente Forscher an, der Rheingletscher habe sich gegen den Juragletscher gestaut und sei durch diesen abgelenkt worden. Das Königreich Württemberg, X. Bd. I S. 397.

2) Fraas. Erläuterungen zu Blatt Leutkirch und Isny. S. 16.

3) Beitrag zur Topographie der Gletscherlandschaft in württ. Oberschwaben. Württ. naturw. Jahreshäfte 1874. XXX. p. 40—35. — Schriften des Vereins für Gesch. des Bodensees. V. 1874. p. 92.

deuten, indem er als Hauptzug des Gletschers die Richtung der stärksten Materialanhäufung desselben ansieht.

Die Moränenlandschaft des Rheingletschers reicht, wie dies allgemein in der Schweiz und auf dem deutschen Alpenvorlande der Fall ist, nicht bis zur äussersten Grenze des Moränengebietes, sondern bleibt im allgemeinen 10–20 km weit hinter derselben zurück. Dabei stellt sich zugleich heraus, dass ihre Konturen durchaus nicht parallel denen der Moränenverbreitung überhaupt sind, sondern vollkommen unabhängig von letzteren verlaufen. Während das von Gletscherspuren bedeckte Territorium im allgemeinen eine äusserst gleichmässige Umgrenzung aufweist, welche wenig von der eines Halbkreises abweicht und nur ganz gelegentlich, wie z. B. zwischen Sigmaringen und Riedlingen, Ein- und Ausbuchtungen zeigt, die sich dem Relief des Landes derart anschmiegen, dass die Höhe zwischen beiden Städten keine Gletscherspuren trägt, während solche in den Thälern vorhanden sind, zeigt das Gebiet der Moränenlandschaft eine ganz eigenartige Zerlappung, welche die deutlichste Abhängigkeit von der Konfiguration des Bodens erkennen lässt.¹⁾

Die Moränenlandschaft besitzt drei grosse Ausbuchtungen nach der Peripherie des Gletschergebietes, in welchen sie sich dessen Saume bis auf 10 km nähert, und zwischen welchen sie sich von dem letzteren bis auf 30 km entfernt. Diese Ausbuchtungen entsprechen der Gliederung des Reliefs innerhalb des Gebietes; sie folgen Thälern, welche sich nach dem Bodensee herabsenken und 3–400 m tief in das Land einschneiden. Die westlichste dieser Ausbuchtungen erfüllt jenen Streifen tief gelegenen Landes, welcher durch die beiden westlichsten Ausläufer des Bodensees, den Unteren See und Ueberlinger See, angedeutet ist; die nördliche Ausbuchtung ist durch das Thal der Schussen vorgezeichnet, welche etwa 50 km nördlich des Bodensees entspringt, und sich unweit Friedrichshafen in denselben ergiesst. Die östlichste Ausbuchtung endlich folgt dem Thale der Argen. Es schmiegt sich also die Verbreitung der Moränenlandschaft genau den Unebenheiten des Bodens an, sie erstreckt sich in den Vertiefungen am weitesten nach aussen und meidet die dazwischen gelegenen Höhen. Sie bezeichnet jedoch hierbei keine bestimmte Isohypse, sie findet sich z. B. westlich des Bodensees bei Radolfzell und Singen in 450 m Höhe und steigt unweit Heiligenberg auf 750 m Höhe an,

1) Diese Lappenbildung ist seither durch E. Brückner beschrieben worden in: Vergletscherung des Salzachgebietes. Geogr. Abhandlgn. Bd. I, H. 1. S. 147 und 180.

während sie sich bei Schussenried in 550 m Höhe und darunter findet. Es lässt sich das von der Moränenlandschaft eingenommene Areal vielmehr besser durch einen flachen Kegel umschreiben, welcher über der Rheinmündung in 1200 m Höhe seine Spitze hat und sich mit einem Gefälle von 1 : 80 senkt; die Schnittlinie seines Mantels mit dem unregelmässig auf und niederwogenden Terrain bezeichnet den äusseren Saum der Moränenlandschaft, deren Verbreitung sohin anderen Regeln gehorcht, als die des Moränengebietes überhaupt. Entsprechend dieser Entwicklung zeigt die Moränenlandschaft noch zahlreiche andere kleinere Ein- und Ausbuchtungen, indem sie sich in jede Bodenfalte schmiegt. Bei näherer Betrachtung zeigt sich, dass ihre westlichste Ausbuchtung im grunde genommen in deren drei zerfällt, entsprechend den drei Ausläufern des Bodensees, und auch die nördliche Ausbiegung gliedert sich in drei einzelne, welche durch die Orte Ostrach, Althausen und Waldsee bezeichnet werden. —

Diese mehrfachen Ein- und Ausbuchtungen der Moränenlandschaft machen die eigentümliche Anordnung der einzelnen Moränenzüge verständlich. Letztere sind zunächst der äusseren Kontur der gesammten Landschaft parallel, und folgen genau der von letzterer beschriebenen Wellenlinie. Dementsprechend stellen sich die Endmoränen an den Flanken der Ausbuchtungen longitudinal und erscheinen als deutliche Ufermoränen oder Längsmoränen nach Mühlberg's Bezeichnung, während sie an den Enden der Ausbuchtungen sich querstellen, also die für Endmoränen charakteristische Lage einnehmen. An den Stellen, wo sich zwei Ausbuchtungen trennen, vereinigen sich die einzelnen Moränenzüge derselben und verschmelzen mit einander; zugleich macht sich auch eine besondere Häufung des Materials geltend und es entstehen hier sehr beträchtliche Ablagerungen glacialer Bildungen. Dies ist namentlich der Fall am Gehänge des Sennberges unweit Heiligenberg, der sich als Grenzpfiler zwischen die westliche und nördliche Ausbuchtung der Moränenlandschaft einschaltet. Sein Abfall ist überdeckt mit Moränenmaterial, das sich terrassenförmig abstuft und so in einzelne Wälle gliedert. Diese Verhältnisse wiederholen sich genau am weiter südlich gelegenen Göhrenberg.¹⁾ Aehnliche Häufungen von glacialen Ablagerungen werden an der Grenze zwischen der nördlichen und östlichen Ausbiegung der Moränen-

1) Diese Verhältnisse fielen besonders Gerwig auf und er hat dieselben auf zwei Kärtchen, welche seine Arbeit begleiten, dargestellt. Er deutet dieselben als Furchen des überwundenen Widerstandes. A. a. O. S. 99.

landschaft wiederum angetroffen. Hier drängen sich namentlich in der Gegend von Waldburg die Endmoränen derart dicht auf einander, dass sie förmlich zu einem einzigen Komplex verschmelzen. Dies ist der Waldburger Hauptzug von Probst, welcher somit als eine verwickelte Moränenlandschaft, abgelagert am Ende des Gletschers, aufzufassen ist und nicht als „Hauptzug“ desselben. Ähnliche Häufungen von Moränenmaterial finden sich am Schienerberge am Zeller-See, sowie auf den Höhen zwischen letzterem und dem Ueberlinger-See, wo dieselben eine besonders klare Anordnung erkennen lassen.

Folgen die äussersten Moränenwälle der Moränenlandschaft genau den Ein- und Ausbiegungen der letzteren, so entfalten sich die inneren in grösserer Unabhängigkeit; die Bogen, welche sie beschreiben, werden einfacher und meiden zunächst alle sekundären Biegungen, indem sie sich ausschliesslich in die grossen Thalmulden, welche sich zum Bodensee herabsenken, einstülpen; die innersten Endmoränen endlich meiden selbst diese Ausbiegungen und ziehen parallel mit dem nördlichen Seegestade, so z. B. in der Gegend von Meersburg und Lindau.

Analog diesen Verhältnissen auf dem Alpenvorlande ist auch die Entwicklung der Moränenlandschaft in den subalpinen Zonen der jüngeren Süsswassermolasse. Die Gehänge des Rheinthales überflutend, hat sich der Rheingletscher ein Stück weit über den Bregenzerwald hinweg erstreckt und namentlich auch die Bergzüge von Bregenz, selbst den Pfänder (1056 m) und seine Ausläufer bedeckt, so dass das ganze Gebiet der Weissach und Rothach, zweier Nebenflüsse der Bregenzer Ach, mit erraticem Materiale bis an die Zuflüsse der Donau bedeckt ist. Allein wenn also auch die Höhen die Spuren einer ehemaligen Vergletscherung tragen, so halten sich doch die Endmoränen in den Thälern. Sie bekleiden die Gehänge des Rothach- und Weissachthales und schliessen jene Thäler in Form ungemein mächtiger Wälle deutlich ab, welche zugleich die Wasserscheiden gegen das Gebiet der oberen Argen bilden. Dies sind die bedeutenden Moränen, welche die Eisenbahn zwischen Lindau und Kempten unweit Rothenbach und Stiefenhofen durchschneidet.

Alle die angeführten Daten, so mannigfaltiger Art sie auch sind, ordnen sich leicht in ein übersichtliches Gesamtbild, wenn man die einzelnen Endmoränenzüge als Haltstellen des Gletschers während seines Rückzuges ansieht. Der Umfang der Moränenlandschaft bezeichnet ein bestimmtes Stadium in der Entwicklung der Vereisung. Nicht wie früher ein gewaltiger, in seiner Verbreitung vom Schwäbischen Jura gehemmter Eisfächer ist vor-

handen, sondern ein unregelmässig zerlappter Gletscher, welcher, den Unebenheiten des Bodens folgend, sich in allen Vertiefungen desselben ausbuchtet. Langsam schreitet diese Masse rückwärts, jeder Moränenwall markiert eine Periode des Stillstandes; am meisten fühlbar wird der Rückzug an den Ausbuchtungen, bald sind dieselben an Umfang bedeutend reduciert, mehr und mehr beschränkt sich der Gletscher auf die niedere Umgebung des Bodensees und schliesslich auf den letzteren selbst, dessen Spiegel die weiteren Rückzugstadien verhüllt.

Die auffälligen Unterschiede in der Verbreitung der Grundmoränen sind zuerst Bach¹⁾ aufgefallen und er hat aus den dadurch bedingten Verschiedenheiten in der Terraingestaltung auf zwei verschiedene Eisbedeckungen geschlossen. Dem entsprechend unterscheiden die Blätter der geologischen Karte von Württemberg ältere Grundmoränen und jüngere Schuttmoränen. In der That wird man kaum zweifeln können, dass im Gebiete des Rheingletschers die Moränenlandschaft einer späteren Vergletscherung angehört als die ausserhalb gelegenen Grundmoränen; nur wird man natürlich nicht der einen Vergletscherung die Eigenschaft zuschreiben, bloss Grundmoränen zu bilden, während die andere bloss Endmoränen, bezüglich Schuttmoränen ablagerete. Es hat vielmehr jede Vereisung beide Morärentypen hinterlassen, nur ist die Moränenlandschaft der ersten Vergletscherung bereits durch die Denudation nivelliert, wodurch die Grundmoränen blossgelegt worden sind.

3. Die erratischen Blöcke und Riesentöpfe.

Einen auffälligen, wenn auch nur accessorischen Bestandteil der Glacialerscheinungen bilden die erratischen Blöcke oder Findlinge, welche in namhafter Zahl über das Bereich des alten Rheingletschers gebreitet sind.

Die 17 grössten erratischen Blöcke Oberschwabens hat K. Miller zusammengestellt²⁾ und zwar diejenigen, deren Kubikinhalt 10 cbm übersteigt. Dieselben sind;

- | | | | |
|--------------------------------|----------|-------------|---|
| 1) Spilit bei Weingarten | 12,2 cbm | 480 m hoch, | der Laurastein, ursprünglich 245 cbm gross. |
| 2) Gneiss bei Franken-
berg | 65,5 " | 700 m " | in 2 Blöcke gespalten. |
| 3) Gneiss von Waldbad | 55 " | 470 m " | |
| 4) Gneiss von Nonnen-
horn | 49,2 " | 400 m " | im Bodensee gelegen. |

1) Württ. naturw. Jahreshfte 1869. S. 113—128.

2) Württ. naturw. Jahreshfte. XXXVII. 1881. S. 305.

5) Split von Stadelholz	44,6 cbm	700 m hoch	
6) Pseudo-Saussurit v. Waldsee, mindestens	35	600 m	„Der Saussurit von Waldsee“.
7) Gneiss von Eggen	34,6	680 m	„
8) Gneiss v. Steinhaus	30	595 m	„
9) Gneiss von Baiders	26	670 m	„
10) Gneiss v. Stadelholz	17,2	660 m	„
11) Gneiss von Walters- hofen	15	660 m	Heiligenstein genannt.
12) Gneiss von Sigmars- hofen	13	550 m	„
13) Hornblendeschiefer von Arnach	12	660 m	Unser Herrgott in der Ruh genannt.
14) Gneiss von Kickach	11,7	490 m	„
15) Molassesandstein v. Remette	10,8	550 m	„
16) Gneiss von Laimnau	10,6	500 m	„
17) Gneiss von Rossberg	10	650 m	„

Dazu kommt noch der Hexenstein bei Lindau, 9 cbm gross. Verschwunden sind der grosse Stein bei Haslach, unweit Tettngang und der grosse, mindestens 70 cbm haltende Stein bei Katzheim, Gemeinde Schlier.

Als weitere Blockvorkommnisse können genannt werden: bei Unter-Lauchringen an der Wutach unweit Thiengen in 420 m Höhe; Blöcke von Bündner Schiefer bei Thiengen; Verrucano- und Flyschblöcke im Klettgauer Walde in 650 m Höhe. (Vergl. Schill, Umgebung von Waldshut.)

Verrucano-Blöcke bei Mindersdorf und Liggersdorf unweit Schwakenreuthe, bei Sauldorf, ebenda in 650 m Höhe. (Schill, Umgebung von Ueberlingen);

Hornblendegestein bei Mösskirch (Zittel und Vogelgesang, Umgebung von Möhringen und Mösskirch, Gerwig a. a. O.) im Wildparke bei Sigmaringen (Gerwig);

Gneissblöcke unweit der Schiesstände bei Konstanz, 0,5 cbm gross, geschrammt (Penck);

bei Meersburg 4 cbm grosser Block von weissem Steins- herger Kalk. (Studel.)

Am Bodensee hebt das Grundeis vielfach erratische Blöcke, so z. B. am 4. Januar 1880 bei Wasserburg einen 1,64 cbm grossen Block eocänen Sandsteins;¹⁾ sehr zahlreiche Blöcke begleiten das Seegestade, welche Grube und Kinkelin erwähnen.²⁾

Riesentöpfe wurden in prächtiger Entfaltung auf dem

1) Fraas. Begleitworte zu den Blättern Ravensburg und Tett- nang. 1883. S. 15.

2) Grube. Vom Bodensee. S. 45. Kinkelin. A. a. O. S. 85 u. 95.

Molassehügel von Lauterach unweit Bregenz aufgedeckt¹⁾ und werden dort in ähnlicher Weise konserviert, wie zu Luzern. Auch in der Nähe von Ueberlingen will man Riesentöpfe wahrgenommen haben.²⁾

4. Fluvioglaciale Gebilde.

Im Gebiete des alten Rheingletschers beschränken sich die fluvioglacialen Gerölllager im allgemeinen auf den Saum der Vergletscherung und sondern sich hier in mehrere deutlich geschiedene Glieder. Vergeblich wird man an den Ufern des Bodensees selbst nach derartigen Schottermassen suchen; wo hier die Moränenbedeckung aussetzt, treten tertiäre Schichten zutage und die Schotterbildungen werden erst hoch über dem Seespiegel in der Nähe des alten Gletscherrandes gefunden.

Am Nordufer des Sees, in einer Entfernung von 10—15 km von demselben, hebt sich zunächst in Form eines ziemlich steilen Anstiegs eine 30—40 m mächtige diluviale Nagelfluh hervor. Dieselbe ist am deutlichsten bei Heiligenberg entfaltet, wo sie in circa 750 m Höhe auftritt; von hier ab lässt sie sich mit geringfügigen Unterbrechungen bis Hohenbodmann verfolgen, und weiterhin folgen die isolierten Vorkommnisse von Sipplingen am Nordufer des Ueberlinger-Sees und bei Weihenreute zwischen letzterem und dem Zeller-See. Hier erreicht die Nagelfluh nur noch Höhen von 660—670 m, so dass dieselbe also von Heiligenberg an ein unzweifelhaftes Fallen nach West erkennen lässt. Entsprechendes lässt sich nach Osten zu beobachten. Es lässt sich in dieser Richtung die Nagelfluh ziemlich fortlaufend über Aulendorf, Essendorf nach der Gegend von Leutkirch verfolgen, wo sie bei Ober-Zeil nur noch 680 m Höhe erreicht. Alle diese einzelnen Nagelfluhvorkommnisse am Nordrande des Bodensees stellen den Rand einer einheitlich entfalteten Decke dar, welche sich zwischen Donau und Iller, ferner darüber hinaus bis zum Leche verfolgen lässt. Die Höhenverhältnisse erweisen, dass die Decke nördlich vom Bodensee die Anordnung eines flachen Schuttkegels besitzt.

Gegenüber diesen zusammenhängenden Vorkommnissen im Norden des Sees ist das Auftreten der Nagelfluh im Westen und Süden ein durchaus verschiedenes. Hier ist keine zusammenhängende Decke mehr zu beobachten, sondern es finden sich lediglich vereinzelte, zum Teil weit von einander entfernte

1) Vergl. Baron Seiffertitz u. Steudel, über das Gletscherfeld von Lauterach. Schriften d. Vereins z. Geschichte d. Bodensees. Bd. III.

2) Vergl. Mittheil. d. deutsch. u. österr. Alpenvereins 1884. S. 276.

Vorkommnisse, welche aber wie die Decke der Nagelfluh durchweg die Höhen des Landes krönen. Die Niveauverhältnisse dieser Gebilde sind jedoch ziemlich verschieden. Die einen wie z. B. auf der Höhe des Irchel südlich von Schaffhausen (680 m), sowie am Kaiserstuhl bei Zurzach (600 m) entsprechen dem Niveau nach den westlichsten Ausläufern der Decke nördlich vom See; andere aber, welche den letzteren weit mehr benachbart sind, beschränken sich auf tiefere Niveaus, wie z. B. die Nagelfluhvorkommnisse bei Schloss Stein (606 m), am Schlossberge bei Friedingen (550 m), am Heilsberge bei Gottmadingen (590 m), am Buchberge bei Thalingen (560 m), auf der Kohlfirst bei Schaffhausen (570 m). Es sind dies Verhältnisse, wie sie weiter südwestlich in der Schweiz entgegentreten; möglicherweise erklären sie sich daraus, dass, wie Brückner¹⁾ mutmasst, die Nagelfluhvorkommnisse unmittelbar westlich vom Bodensee jene beiden verschiedenen Stufen, nämlich den Deckenschotter und den Hochterrassenschotter des bayerischen Alpenvorlandes umfassen, welche sich weiterhin im Klettgau deutlich von einander sondern lassen.²⁾ Würde diese Anschauung sich bei weiteren Untersuchungen bestätigen, so würden sich in den Gefällsverhältnissen der diluvialen Nagelfluh und der Deckenschotter längs des Rheines merkwürdige Unregelmässigkeiten ergeben. Es würden beide zwischen Bodensee und Schaffhausen nahezu horizontal lagern, der Deckenschotter in 680 m, der Hochterrassenschotter in 560 m Höhe, dann würden beide im Klettgau sich ausserordentlich rasch senken, ein Verhältnis, welches durch eine Dislokation, eine Hebung des Jura, erklärt werden könnte, und welches daher noch besondere Aufmerksamkeit verdient. Jedenfalls vollzieht sich im Gebiete des alten Rheingletschers ein Uebergang zwischen der für das deutsche und für das schweizerische Alpenvorland charakteristischen Ausbildung der älteren Glacialschotter; die Decke der diluvialen Nagelfluh verschwindet, an ihre Stelle treten einzelne isolierte Vorkommnisse auf den kulminierenden Höhen in verschiedenen Niveaus, welche möglicherweise verschiedenen Alters sind.

Wenn aber auch in bezug auf die geologische Entwicklung Unterschiede zwischen den Nagelfluhvorkommnissen südwestlich und nördlich vom Bodensee zu machen sind, so

1) Vergletscherung des Salzachgebietes. S. 137.

2) Penck. Zur Vergletscherung der Deutschen Alpen. Leopoldina 1885.

zeigen dieselben doch hinsichtlich ihrer petrographischen Zusammensetzung bemerkenswerte Uebereinstimmung. Ihr Material stammt aus den Alpen, von welchen sie durch das tiefe Becken des Bodensees getrennt sind. Namentlich treten allerhand Kalkgerölle entgegen, daneben fehlen aber auch nirgends solche von Urgesteinen, von Hornblendeschiefeln, Gneissen u. s. w. Diese Gerölle werden durch ein kalkiges Cement zu einer mehr oder weniger festen Nagelfluh verkittet, weswegen die ganze Ablagerung als die der diluvialen oder löcherigen Nagelfluh bezeichnet wurde.

Der Charakter dieser Bildung als fluvioglaciale Ablagerung erhellt aus dem Ort ihres Auftretens und ihrer Zusammensetzung. Ihre Lage am Bodensee und zwar sowohl rheinabwärts, als auch nach der Donau zu an Stellen, die vom Ursprungsorte ihres Materiales durch die tiefe Einsenkung des Bodensees getrennt sind und ihr Vorkommen in Form eines flachen Schuttkegels daselbst lässt sich nur durch die Annahme erklären,¹⁾ dass die diluviale Nagelfluh am Rande eines grossen Gletschers abgelagert wurde, welcher die ganze Bodenseeregion erfüllte. Mit dieser Mutmassung steht die Thatsache in bestem Einklange, dass unweit des Dorfes Bettenbrunn bei Heiligenberg am Abfalle des Sennberges die diluviale Nagelfluh gekritzte Geschiebe in ihren horizontalen Schichten birgt, die an dieser Stelle grobkörnigeres Material als sonst enthalten.

Trotzdem nun aber verschiedene Momente sich vereinigen, die diluviale Nagelfluh als fluvioglaciale Bildung erscheinen zu lassen, ist sie doch entschieden älter, als die herrschenden Moränen der Gegend, was daraus hervorgeht, dass sie häufig in Form von Geschieben in letzteren auftritt, und zwar sowohl in den Grundmoränen an der Peripherie des Gletschergebietes (Neuhaus zwischen Stockach und Tuttlingen), als auch ungemein zahlreich in den Moränen der Moränenlandschaft, soweit diese in der Nähe von Nagelfluhvorkommnissen gelegen sind. Diese Thatsache führte bereits Schill²⁾ zur Vermutung, zwei Perioden der diluvialen Flutungen, unterbrochen durch eine Periode der Thalbildung, anzunehmen; sie entging auch nicht Probst,³⁾ und wurde von mir sehr häufig wahrgenommen.

Bei Heiligenberg sieht man die diluviale Nagelfluh mehrorts deutlich auf den Sanden des Obermiocäns diskordant auflagern, ebenso unweit Leutkirch bei Schloss Zeil auf den obermiocänen

1) Vergl. hierüber Penck. Zur Vergletscherung der Deutschen Alpen. Leopoldina 1885.

2) Geolog. Beschreibung der Umgebungen von Ueberlingen etc. 1859. S. 2 ff.

3) Topographie der Gletscherlandschaft etc.

Mergeln. Bei Bodmann und Sipplingen fand Schill (a. a. O.) an der Sohle der bisherigen Nagelfluh eine glimmerige Thonlage *Helix hispida*, wodurch das diluviale Alter erwiesen wird.

Neben diesen als diluviale Nagelfluh bezeichneten, im Westen vielleicht zwei verschiedenen Bildungsepochen angehörenden fluvioglacialen Ablagerungen gibt es in der Bodenseegegend wie allenthalben auch sonst weit jüngere Schottermassen, welche als fluvioglaciale Bildungen zu bezeichnen sind. Während die Nagelfluh, hoch über dem Spiegel des Sees gelegen, die oberste Kante des Seegehänges bildet und alle jene Höhen krönt, welche die Entwicklung der Moränenlandschaft in so merkwürdiger Weise (S. 4 und 8) beeinflussen, erfüllen jüngere Schotter die zwischen jene Höhen eingesenkten Thäler und treten ausserhalb des Bereiches der Moränenlandschaft in Form grosser, meist öder Schotterflächen zutage. Eine derartige Schotterfläche lässt sich rheinaufwärts bis zu den Endmoränen von Singen am unteren Ende des Zeller Sees verfolgen, eine weitere begleitet die Donau aufwärts, um an den Endmoränen der Gegend von Saulgau zu enden, eine dritte folgt der Riss, einem Nebenfluss der Donau, aufwärts, betritt bei Biberach das alte Gletschergebiet und lässt sich bis zu den Endmoränen bei Essendorf verfolgen; endlich wird auch die Iller von einer derartigen Schotterfläche begleitet, die bei Aichstetten den Fluss verlässt, längs der Aitrach sich in das Moränengebiet drängt und hier an den Endmoränen zwischen Leutkirch und Isny endet.

Diese weiten Schotterflächen erweisen sich durch ihr Material und ihr Auftreten als fluvioglaciale Bildungen. Sie bestehen durchweg aus grobem alpinem Geröll, welches von seinem Ursprungsorte durch den Bodensee getrennt und im Norden sogar über die Wasserscheide in das Donauegebiet transportiert worden ist. In der Gegend von Singen findet sich dies Geröll vielfach in derartiger Nachbarschaft zu den Endmoränen, dass es in das Liegende derselben zu verweisen ist. Nach analogen Vorkommnissen auf dem bayerischen Alpenvorlande wird in der That dies Geröll von Endmoränen überlagert und tritt mit deren Material in ähnliche Wechsellagerung, wie sie am Bois de la bâtie bei Genf aufgeschlossen ist. Derartige Vorkommnisse bestärken die Ansicht von der fluvioglacialen Entstehung dieser Geröllbildung. Das stratigraphische Verhalten derselben zu der diluvialen Nagelfluh lässt begrifflich erscheinen, dass sie Gerölle der letzteren enthält. (Gegend von Singen.)

5. Interglaciaie Bildungen.

Bereits Deicke¹⁾ und Heer haben das Lager der Schieferkohlen von Mörschwyl als interglacial geschildert²⁾. Dasselbe befindet sich etwa halbwegs Rorschach-Mörschwyl, nicht weit von Tübach bei den Häusern von Bühl. Hier streicht es etwa 70 m über dem Bodensee an dessen Gehänge aus. Als seine Unterlage erscheint in einem Wasserrisse zwischen Bühl und Tübach die Molasse; an einer andern Stelle sieht man hier unter den Kohlen Bänderthon. Durch den Bergbau endlich ist als deren Liegendes an einer Stelle ein steinführender Lehm aufgeschlossen. Einige der in demselben enthaltenen Gerölle zeigen deutliche Schrammungen und Kritzungen.

Die Kohle selbst ist schiefrig, sie enthält zahlreiche Baumstämme, unter welchen solche von Birken eine Hauptrolle spielen; sie ist über 2 m mächtig. Als ihr Hangendes tritt eine mächtige Moräne auf, die sie nach dem See zu abschneidet und derart verhüllt, dass sie nur in Wasserrissen zutage tritt. Die Auflagerung ist sonach eine ausgesprochene diskordante.³⁾

Nach Bach⁴⁾ fand sich am Wege von Biberach zum Jordansbade folgendes Profil von oben nach unten:

- 10 m Kies,
- 1/2 m Nagelfluh,
- 3 m Kies mit Scheuersteinen,
- 5 m Grundmoräne,
- 4 m Tertiärsand.

Der Aufschluss ist nunmehr verschüttet, sodass die Frage offen bleibt, ob hier möglicherweise der jüngere Glacialschotter in ähnlicher Weise wie bei Laufen an der Salzach, bei Tölz, bei Innsbruck und Bischofshofen von Moränen unterteuft wird.

Fraas⁵⁾ schildert, dass im Giessbachthale in der Nähe von Isny der Ries der „Jungmoräne“ unmittelbar auf der verwitterten alten Moräne auftritt, was erweisen dürfte, dass hier zwei verschiedene Moränen vorhanden sind, deren Bildung durch eine Periode der Verwitterung, also einen Gletscherrückzug, unterbrochen war.

1) Nachträge über die Quartärgebilde zwischen Alpen und Jura. Ber. d. St. Gallischen Gesellsch. 1861.

2) Näheres in Penck. Vergletscherung der Deutschen Alpen. 1882. S. 220.

3) Penck. Zur Vergletscherung der Deutschen Alpen. Leopoldina 1885.

4) Württ. naturw. Jahresh. 1869, S. 113—28.

5) Begleitworte zu den Atlasblättern Leutkirch und Isny. S. 14.

6. Aeltere Postglacialbildungen.

Mit dem Schwinden der Vergletscherung beginnt die Postglacialzeit für die betreffende eisfrei werdende Stelle; die über den Moränen abgelagerten Gebilde werden als postglaciale bezeichnet. Allein da der Rückzug der Vergletscherung kein plötzlicher war und nicht das ganze Land mit einem Male eisfrei wurde, so liegt auf der Hand, dass namentlich am Saume der alten Gletschergebiete Postglacialgebilde zur Ablagerung kamen, während die mehr zentral gelegenen Strecken noch vom Eise bedeckt waren. Die älteren Postglacialgebilde des Alpenvorlandes können daher wohl den jüngeren Glacialgebilden der Alpen entsprechen, weswegen es sich empfiehlt, sie den Glacialformationen anzureihen.

In dieser Hinsicht muss vor allem der Funde an der Schussenquelle gedacht werden. Im Hangenden der dortigen Endmoränen traf man 1866 eine Kulturschichte, in welcher namentlich Geweihe von Rentieren neben allerhand Artefakten der jüngeren Epoche der älteren Steinzeit gefunden wurden. Einige im Kalktuffe entdeckte Moose sind nordische Formen, so dass nach Fauna und Flora zugleich die Ablagerung in die Eiszeit und zwar, wie aus den Lagerungsverhältnissen hervorgeht, in die Rückzugsperiode der Vergletscherung fällt.¹⁾

Weiterhin wären hier die alten Strandmarken des Bodensees zu erwähnen.

Dicht unterhalb des Kohlenlagers von Mörschwyl erstreckt sich der mächtige Schuttkegel der Goldach, dessen Material bis 30 m über den See eine deutliche Deltastruktur erkennen lässt. Dasselbe zeigt bis zu gleicher Höhe ein Wildbachschuttkegel, der bei Bregenz in den See gebaut ist, so dass dieser in postglacialen Zeiten seinen Spiegel bei 425 m Höhe gehabt zu haben scheint. Hiemit harmonieren auch die Spuren eines höheren Wasserstandes, welche nördlich von Radolfzell erkennbar sind. Auf gleiches Niveau deutet nach Ammon²⁾ ein ehemaliger Bodenseeabfluss bei Thaingen; nach den etwas unklaren Ausführungen von Miller³⁾ entspricht keine Terrasse des Argenthales diesem Seeniveau.

1) Vergl. hierüber Fraas. Württ. naturw. Jahreshfte. XXIII, 1867, S. 49; ferner über die in Oberschwaben meist ausserhalb des Gletschergebietes gefundenen Wirbeltiere: Probst. Zur Kenntnis der quartären Wirbeltiere in Oberschwaben. Württemb. naturw. Jahreshfte. Bd. XXVII. 1881. S. 114.

2) Schriften des Vereins für Geschichte des Bodensees. Heft XIII. Citiert bei Miller.

3) Das untere Argenthal. Schriften des Vereins für Geschichte des Bodensees. Heft XIV 1863.

An der Grenze zwischen dem deutschen und schweizerischen Alpenvorlande gelegen, stellt das Gebiet des alten Rheingletschers notwendiger Weise die Stelle dar, an welcher sich Deutsche und Schweizer beim Studium des Glacialphänomens treffen werden; hier vollzieht sich jener bemerkenswerte Wechsel in den Erscheinungen, welcher bisher zu mancherlei Verschiedenheit der Ergebnisse geführt hat und welcher bedingte, dass man wohl von einer deutschen und schweizerischen Schule der Glacialgeologie reden darf. Bis an das Nordufer des Bodensees reicht jene grossartige Entwicklung der fluvioglacialen Gebilde, welche in Oberbayern so manch' klärendes Licht auf die Entstehungsursachen der Alpenseen geworfen hat. Südwestlich vom Bodensee sind nur isolierte Vorkommnisse dieser Art bekannt und begreiflich muss daher wohl erscheinen, dass man in der Schweiz solche vereinzelt Schotter als Lokalbildungen betrachtet. In der Bodenseegegend nun gliedern sich diese isolierten Gerölllager an zusammenhängende an und nahe gelegt wird, sie als Ueberreste von solchen zu betrachten. Es würde dann der Bodensee ebenso wie Ammer- und Würmsee in eine Decke fluvioglacialer Gebilde eingesenkt erscheinen. Allein daneben äussern sich auch Erscheinungen, welche mutmassen lassen, dass die für die Schweiz charakteristischen Phänomene sich in die Bodenseegegend fortsetzen, und es ist wohl zu hoffen, dass Forscher, deren Wohnort nicht gerade einen Tag Eisenbahnfahrt von Schaffhausen entfernt ist, sich bald dem Studium der Gefällsverhältnisse der Schotter zwischen Bodensee und Klettgau widmen möchten.

Wenn also die Verbreitung einzelner Gebilde in der Bodenseegegend bereits eine andere zu werden beginnt, als sie es in Oberbayern ist, so muss um so mehr betont werden, dass die Aufeinanderfolge der Ablagerungen hier wie da dieselbe ist. Es sondern sich im Gebiete des alten Rheingletschers ebenso äussere und innere Moränen, wie im Bereiche der Inn- und Salzachvergletscherung. Es lassen sich hier wie da zunächst zwei, stellenweise sogar drei einzelne Altersstufen der fluvioglacialen Bildungen unterscheiden, welche im Verein mit der erwähnten Trennung der Moränen in innere und äussere sowie jenen Aufschlüssen, welche interglaciale Ablagerungen zeigen, eine Wiederholung der Vergletscherung zur Gewissheit erheben. Zwischen Rhein und Salzach ist die Aufeinanderfolge der Ereignisse während der Eiszeit vollkommen dieselbe gewesen.

Hauptkamm der Pyrenäen.

	Kammlänge	Gemessene Kampunkte	Kammprofil	Mittlere Kamm- höhe	Mittlere Gipfelhöhe
Thalgebiet der Saison	38,1 km	27	66312800 qm	1740 m	1840 m
„ „ Aspe	38,4 „	29	77335700 „	2014 „	2179 „
„ „ des Gave d'Ossau	22,0 „	16	51067200 „	2312 „	2592 „
„ „ des Gave de Pau	56,8 „	73	159424400 „	2807 „	2925 „
„ „ der Aure	36,1 „	34	98946700 „	2741 „	2898 „
„ „ der Garonne	86,8 „	42	222225300 „	2561 „	2839 „
„ „ Salat	47,6 „	39	121022800 „	2542 „	2665 „
„ „ der Ariège	83,3 „	51	220830600 „	2645 „	2745 „
„ „ der Aude	23,0 „	14	48118400 „	2092 „	2250 „
	<u>432,1 km</u>	<u>325</u>	<u>1064773900 qm</u>	<u>2464 m</u>	<u>2650 m</u>
	Mittlere Pass- höhe	Höchster Gipfel	Tiefster Pass	Mittlere Schart- ung	Tiefste Schart- ung
Thalgebiet der Saison	1577 m	2348 m	1350 m	263 m	998 m
„ „ Aspe	1600 „	2442 „	1640 „	579 „	802 „
„ „ des Gave d'Ossau	2149 „	2978 „	1795 „	443 „	1183 „
„ „ des Gave de Pau	2595 „	3290 „	2283 „	330 „	1007 „
„ „ der Aure	2543 „	3114 „	2482 „	355 „	632 „
„ „ der Garonne	2479 „	3004 „	1872 „	360 „	1132 „
„ „ Salat	ca. 2325 „	2865 „	2052 „	ca. 340 „	813 „
„ „ der Ariège	ca. 2486 „	3073 „	1931 „	ca. 259 „	1142 „
„ „ der Aude	1987 „	2626 „	1577 „	273 „	1049 „
	<u>2327 m</u>	<u>Mittel 2860 m</u>	<u>Mittel 1887 m</u>	<u>323 „</u>	<u>Mittlere tiefste Schartung 973 m</u>

*) Durch ein Versehen unterblieb leider der Abdruck dieser Tabelle im vorigen Jahresbericht. D. R.