

Zeitschrift: Mitteilungen der aargauischen Naturforschenden Gesellschaft
Herausgeber: Aargauische Naturforschende Gesellschaft
Band: 1 (1878)

Artikel: Zweiter Bericht über die Untersuchung der erratischen Bildungen im Aargau
Autor: Mühlberg, F.
Kapitel: Ueber Beziehungen der erratischen Bildungen zur Tertiärzeit und zur Gegenwart
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-170125>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 04.05.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Molasse. Unterhalb desselben befinden sich am Abhang mehrere kleine moränenartig gereihte und hervorstehende Molassehügelchen, aber auch noch einige wirkliche Schuttwälle und Terrassen von ansehnlichem Inhalt. Es entsprechen also auch hier, wie bei Zezwyl, einer einfachen Endmoräne mehrere steil aufsteigende Längsmoränen. Die absolute Höhe des Gletschers hat sich also auch hier nach und nach vermindert, ohne daß sich das Ende selbst zugleich erheblich zurückgezogen hätte.

Ueber Beziehungen der erratischen Bildungen zur Tertiärzeit und zur Gegenwart.

Im ersten Bericht habe ich darauf hingewiesen, daß die Entstehung der Thäler im aargauischen Molassegebiet der Eiszeit unmittelbar vorangegangen sein müsse.

Ueber die Art dieser Entstehung hat Rüttimeyer in seiner bedeutsamen Schrift: „Ueber Thal- und Seebildung“ (Basel 1869, pag. 68) die Ansicht ausgesprochen, und auch in der zweiten Auflage wiederholt: „Es scheine, als ob der Lauf der Reuß zwischen Jura und Alpen successiv von West nach Ost in immer geringere Tiefen verlegt worden wäre und als ob eine weitere Bewegung in ähnlichem Sinn — nach einer fernern Untertauchung des Thals unter Wasser — sie schließlich gar in den Zürichsee lenken möchte. In diesem Sinne würde also auch die Ablenkung der Reuß von Luzern nach Gislikon nur allmählig zu Stande gekommen sein.“ Ich kann mich dieser Auffassung der Entstehung unserer Molassethäler nicht anschließen. Auch für diese Thäler muß an dem Princip festgehalten werden, daß die Erosion nicht von oben her begonnen hat, sondern von unten nach oben vorgeschritten ist. Ich gebe zu, daß die Entstehung dieser Thäler

nicht durch die Thätigkeit so kleiner Bäche, von denen sie jetzt durchflossen werden, erklärt werden kann. Allein wenn man zugibt, daß bei der Erosion unserer Molasse die am meisten erhärteten Parthien derselben als unsere jetzigen Berge stehen geblieben sind, anerkennt man auch, daß diejenigen Theile der horizontalen Sandsteinschichten, welche früher die dazwischen liegenden Thäler ausgefüllt haben müssen, von weicherer Beschaffenheit gewesen seien. In der That ist es sehr wohl denkbar, daß die weg-gewaschenen Parthien noch gar nicht durch einsickerndes kalkhaltiges Wasser zur Erhärtung gekommen waren; finden wir doch gerade in der Knauermolasse Schichten-complexe, wo erst einzelne Knollen erhärtet und die übrigen Parthien der Schichten noch fast bloßer Sand sind.

Fassen wir nun ins Auge, daß nach Ablagerung der Molasse, welche offenbar ganz im Niveau des Meeres stattgefunden hat, eine allgemeine Hebung des Landes bis auf mindestens 900 Meter über Meer (Höhe des Lindenberg's) (die Alpen auf noch bedeutendere Höhen) und zugleich eine schwache Neigung desselben gegen die Barriere des Jura stattfand, daß gleichzeitig am Uebergang von der warmen Tertiärperiode zur Eiszeit eine bedeutende Abkühlung wenigstens in diesen Gegenden der Erdoberfläche, wahrscheinlich aber auf der ganzen Erde Platz griff, während welcher Zeit die Meere noch etwas länger ihre Wärme bewahrt haben und zu starken Niederschlägen Veranlassung gegeben haben mochten, daß endlich sowohl ein Theil von Oberitalien als die norddeutsche Tiefebene damals unter Meer gesetzt waren, so daß das damalige Meer unserm Land fast ringsum viel näher war als heute,* so haben

* Siehe H. Habenicht, Europa während der beiden Eiszeiten, in Petermanns geograph. Mittheilungen 24. Band, 1878, III. Heft.

wir in alledem Faktoren genug, um uns bedeutende Auswaschungen noch weicher Schlammsschichten durch Bäche zu erklären, welche wegen der heftigern Niederschläge auch viel stärker waren als die heutigen, welche aber doch nur als die Vorläufer der jetzigen Bäche dieser Thäler zu betrachten sind. Wenn wir sehen, daß sogar die Geröllschichten auf unsern Bergen seit der Eisperiode zu Nagelfluh verkittet werden konnten, so werden wir zugeben, daß eine gleiche Erhärtung seither auch in den Molasse-schichten selbst stattgefunden hat. Wir können uns daher statt über die Größe der Erosion vielleicht oft ebenso gut darüber wundern, daß der oder jener auch heute noch aus weichen Schichten bestehende Molassehügel bei jener Auswaschung nicht ebenfalls verschwunden ist.

Uebrigens möchte ich auch hier nochmals auf die Wahrscheinlichkeit hinweisen, daß die unterhalb der Moränen der zweiten Eisperiode liegenden Thalschaften erst während der Bedeckung der oberen Thäler mit Gletschern erweitert und namentlich die Seitenthälchen erst damals entstanden seien. Die Gründe hiefür habe ich in meinem ersten Bericht pag. 167 (Festschrift pag. 237) angeführt.

Die Deutung, welche Herr Ebert in seiner Schrift: Die natürliche Entwässerung der Schweiz (pag. 25) mit der lobenswerthen Absicht, die bezüglichlichen Ansichten Peschels und Rütimeyers zu popularisiren, den Worten Rütimeyers gegeben hat, scheint mir keiner ernsten Widerlegung zu bedürfen. Es kann doch nicht im Ernst davon die Rede sein, daß die Reuß „nach langem Tasten“ durch die heutigen Thäler der Wigger, Suhre, Wyna, Aa und Bünz ihr heutiges Bett gefunden, resp. jedesmal, nachdem sie eines dieser Thäler bis in die Tiefe durchgefressen, sich an die Auswaschung eines neuen östlichen Thaies gemacht habe,

z. B. aus dem tiefen Suhrthal zum Plateau von Münster heraufgestiegen sei, um das jetzt noch weit höher gelegene Wynenthal auszufressen (Münster ca. 650 Meter, Menziken ca. 570 Meter, Niveau des Sempachersees 515 Meter). Mit der Behauptung, diese Thäler seien später vom Hauptthale dadurch abgeschlossen worden, daß der Reußgletscher später eine mächtige Seitenmoräne quer über die Köpfenden dieser Thäler angepflügt habe, stimmt die Thatsache nicht, daß die Wasserscheide zwischen diesen Thälern und dem Reußthal von Luzern bis Gislikon faktisch aus anstehenden fast horizontalen Molasseschichten besteht, welche nicht mit erheblicher Menge von Gletscherschutt bedeckt sind.

Herr E. Desor hat in seiner Abhandlung: *le paysage morainique*, auch über die Wahrscheinlichkeit zweier Eisperioden und ihre Beziehungen zu einander gesprochen. Den von ihm aufgestellten Gründen zur Annahme zweier Perioden, welche durch eine interglaciale Periode, wo z. B. die Schieferkohlen von Utnach und Dürnten aus einer mit der heutigen fast übereinstimmenden Flora gebildet worden sind und der Mensch sogar bereits diese Gegenden bewohnt hat,* getrennt gewesen sind, kann man vollkommen beipflichten. Dagegen vermag ich die Richtigkeit seiner Schlußfolgerung, daß die zweite Eisperiode ausgedehnter gewesen sei als die erste, nicht zu adoptiren.

Was zunächst die von Desor für seine Ansicht angeführten Beweisgründe anbetrifft, daß die Thier- und Pflanzenwelt, welche unter den ältesten Gletscherablagerungen begraben ist, auf ein gemäßigtes, diejenigen der interglacialen Periode auf ein mit dem heutigen ziemlich übereinstimmendes, doch etwas kälteres Klima deute, während die

* Siehe Rütimyer: Spuren des Menschen aus interglaciären Ablagerungen in der Schweiz, Archiv für Anthropologie VIII, 1875.

Ueberreste arktischer und hochalpiner Pflanzen, welche Nathorst in diluvialen Lehmschichten von Gfenn bei Schwerzenbach im Kanton Zürich gefunden hat, eine bedeutend niedere Temperatur andeuten, so stimmen dieselben vollkommen auch mit der von mir aufgestellten Reihenfolge der Erscheinungen überein. Es ist ganz natürlich, daß die Flora und Fauna der Zeit, welche der ersten Eisperiode unmittelbar voranging, den Uebergang der wärmern Tertiärzeit zu dem kalten Klima vermittelt, welches die Gegenwart so ausgedehnter Gletscher bedingte. Ebenso setzt die interglaciale Periode unter allen Umständen ein wärmeres Klima voraus, als die erste und zweite Eisperiode, ein Klima, welches etwa dem heutigen entspricht, oder auch vielleicht etwas kälter gewesen sein mag. Die zweite Eisperiode endlich erfordert die Annahme eines wieder bedeutend kältern Klimas, während dessen Herrschaft gar wohl in der Nähe dieser Gletscher alpine und arktische Pflanzen d. h. solche Pflanzen wachsen konnten, welche auch heute noch die Nähe der Gletscher lieben.

Desor betrachtet den Lehm mit den Pflanzenresten bei Schwerzenbach als postglaciär, sagt aber an einer andern Stelle genauer (pag. 52): „une couche de limon et de sable qui n'est en aucun cas plus ancienne que le lœss. Or nous avons vu que ce dernier se rattache directement à la fonte des grands glaciers, puisque il en est le produit.“ Wenn nun, was schwer zu entscheiden ist, was ich aber mit Desor annehme, diese Sand- und Lehmschichten gleichalt sind, wie der Löß, so entsprechen sie offenbar einer Zeit, wo wirklich noch in der Nähe Gletscher vorhanden waren, welche vielleicht gerade am Ende des Greifensees, eine Viertelstunde von jener Lagerstätte bei Gfenn, ihre Moränen absetzten, und kann es also gar nicht befremden, daß

die darin eingeschlossenen Pflanzenreste von solchen Species herrühren, welche gegenwärtig nur noch in kalten Gegenden, in den Alpen oder im hohen Norden vorkommen. Sie können auch natürlich keinen Maßstab abgeben für die Bestimmung des Klimas nach der zweiten Eisperiode und stehen auch mit der Annahme, daß die Gletscher der zweiten Eisperiode eine geringere Ausdehnung gehabt haben, als diejenigen der ersten und daß in der gletscherfreien Zwischenperiode Thiere und Pflanzen eines wärmeren Klimas bei uns gelebt haben, durchaus nicht im Widerspruch. Jedenfalls war während der größten Ausdehnung der Gletscher auch die Umgegend von Schwerzenbach mit Eis hoch bedeckt und können also die dort gefundenen Pflanzenreste nicht als Basis der Beurtheilung der Temperatur während der größten Ausdehnung der Gletscher benutzt werden. Wenn man aber annimmt, in der ersten Eisperiode seien die Gletscher bloß etwa bis zur Linie der deutlichen Quermoränen unserer Thäler ausgedehnt gewesen, so setzt auch diese Ausdehnung des Eises die nämlichen Temperaturverhältnisse voraus, wie die Periode des Rückzugs der hypothetisch sehr großen Gletscher der zweiten Periode, wo die Gletscher noch die nämliche Linie erreichten.

Desor nimmt an, daß sich das Klima bis zur Gletscherzeit langsam abgekühlt, daß sich also die Gletscher langsam entwickelt haben. Dies ist natürlich schwer zu beurtheilen, kann aber gestützt auf die von ihm angeführten Gründe wohl angenommen werden. Wenn man hingegen bedenkt, daß man im Eise oder besser im gefrorenen Schlamm der Lena ganze wohlerhaltene Mammuthleichen gefunden hat, so kann man die Vermuthung nicht unterdrücken, daß die zweite Eisperiode plötzlich eingetreten sei. Das Mammuth hat in der interglacialen Epoche und während

der zweiten Eisperiode auch im gemäßigten Europa gelebt. Die Thiere, welche in dem damals noch weichen Schlamm der Lena versunken sind, müssen von einer Katastrophe überrascht worden sein, welche ihnen nicht nur den Untergang brachte, sondern durch unmittelbar darauf folgendes Einfrieren ihre Kadaver bis auf den heutigen Tag erhielt. Die Erhaltung dieser Kadaver setzt voraus, daß das Eis an jener Stelle seit dem Untergang der Thiere nicht mehr aufgethaut sei.

Desor (*le paysage morainique* pag. 67) scheint anzunehmen, daß nur der Rhonegletscher den Jura (und sogar den Zusammenfluß von Aare und Rhein) erreicht habe.* Allein im östlichen Theil des Jura, namentlich auf dem rechten Ufer der Aare zwischen Brugg und Waldshut und in der Umgegend von Leuggern finden sich auch Blöcke des Reuß-, Linth- und Rheingebiets, so daß also während der ersten großen Ausdehnung der Gletscher die ganze Hochfläche der Schweiz und der ganze Aargauer Jura von der Eisfläche bedeckt gewesen sein muß. Auch im Schwarzwald findet man keine Moränen von frühern schweizerischen Gletschern, wohl deßhalb, weil zu jener Zeit der Schwarzwald selbst dem alpinen Eisstrome seine eigenen Gletscher zugeführt haben wird. Auch heute noch ist die äußerste Grenze dieses Eisfeldes absolut unbekannt. Denn die Moränen des Rhonegletschers bei Lyon sowohl als diejenigen des Rheingletschers beim Schussenried nördlich Ravensburg sind wahrscheinlich gleich alt, wie die-

* Einzelne erst seit dem ersten Bericht erschienene Karten der Verbreitung der alten Gletscher z. B. in der neuen Auflage von Vogt's Handbuch der Geologie und Petrefaktenkunde geben fälschlich noch die Umgebung von Solothurn als äußerste Grenze des Rhonegletschers an.

jenigen des Rhonegletschers bei Solothurn, die des Reuß-, Limmat- und Rheingletschers auf der Linie Dagmersellen-Mellingen-Würenlos und gehören also der zweiten Eisperiode an. Würden die Gletscher im Momente ihrer größten Ausdehnung lange verharret haben, so würde man ohne Zweifel die Endmoränen derselben schon längst aufgefunden haben. Die Grenzen auf der sonst sehr instructiven Karte von „Europa während der beiden Eisperioden“ von H. Habernicht in Petermanns geographischen Mittheilungen 24. Band 1870, Heft III, sind also im Norden der Alpen vielfach zu eng gezogen.

Dagegen beweisen die untereinander unzweifelhaft zusammenhängenden Endmoränen der Gletscher der zweiten Periode, daß diese während ihrer größten Ausdehnung bis auf die Linie Dagmersellen-Würenlos lange auf der gleichen Grenze stehen geblieben sind. Soweit daher in dieser Beziehung eine Vermuthung möglich und erlaubt ist, möchte ich die gewaltigen Moränen am Ausgang der Thäler auf der Südseite der Alpen eher mit denjenigen unserer zweiten Periode zusammenstellen und ihre kolossale Mächtigkeit durch die unzweifelhaft größere Neigung der Gletscher, die geringere Entfernung der Gletscherenden von den das Blockmaterial liefernden Abhängen, die größere Denudation der steilen Berge und den wahrscheinlich häufigen Wechsel zwischen Gefrieren und Aufthauen der Schmelzwasser an den dem Süden zugekehrten Felswänden jener Gletschergebiete erklären. In der Po-Ebene mögen die vereinzeltten Blöcke der ersten größern Eisperiode eben so gut unter den spätern Alluvionen begraben sein, als in den Thalschaften des Aargaus. Dagegen dürfte sich ihre Gegenwart da wohl noch nachweisen lassen, wo ansehnliche Boden-erhebungen nicht weit außerhalb jener Moränen auftreten.

Natürlich datirt die Ablagerung der Blöcke von Wallisergesteinsarten sowohl im Jura und im Bezirk Zofingen als bei Wasen aus der Zeit des Rückzugs des Rhonegletschers am Ende der ersten Eisperiode. Da die Gletscher in der zweiten Eisperiode, als sie ihre Endmoränen bei Großwangen, Wauwyl und Dagmersellen bis Würenlos absetzten, jenes Gebiet nie mehr erreichten, kann es gar nicht befremden, daß diese Blöcke durch diese spätern Gletscher nicht fortbewegt worden sind. Der Umstand also, daß man erratische Blöcke von Wallisergesteinsarten bei Wasen und nördlich der Linie Wasen-Willisau findet, kann also nicht wie Desor glaubt (*le paysage morainique* pag. 64) als Beweis dafür angeführt werden, daß die Gletscher in der zweiten Periode sich weiter ausgehnt haben sollen, als in der ersten. Daß die Moränen von Sempach und Baldegg, ebenso wie alle Moränen innerhalb der äußersten Moränengrenze Belege neuer Eisperioden sein sollen, ist meines Wissens nie behauptet worden (Desor l. c. pag. 65). Selbstverständlich sind dieselben nur als Momente des Stillstandes beim Rückzug der Gletscher zu betrachten.

Favre und mit ihm andere Geologen nehmen überhaupt nur eine Eisperiode an. Allein seine Behauptung: *les dépôts ne sont pas placés au dessus l'un de l'autre*, ist unrichtig, wenigstens für unsern Kanton (siehe ersten Bericht und oben). Auch ältere Autoren haben verschiedene Beispiele von Zwischenlagerungen in andern Theilen der Schweiz erwähnt. Jedoch muß man zugeben, daß sich diese Ueberlagerungen auch durch wiederholtes beschränktes Zurückgehen und Vorücken der Gletscher erklären lassen. Diesen Variationen gegenüber und mit Hinblick auf die Einlagerung der Schieferkohle von Utznach und Dürnten zwischen eigentlichen Glet-

scherschutt halte ich die Annahme zweier verschiedener Perioden für die einfachere und daher wahrscheinlichere Erklärung.*

Es ist augenfällig, wie bedeutend weiter die Verwitterung in dem nördlich der Linie Dagmersellen-Baden liegenden Gletscherschutt vorgerückt ist im Vergleich zu demjenigen des südlich gelegenen Moränengebietes. Die Blöcke und sogar die kleineren Steine der Moränen sind noch so frisch, daß man die feinsten Kritze daran mit aller Deutlichkeit erkennt. An den dunklen Alpenkalken ist höchstens eine ganz unbedeutende Verblassung der ursprünglichen schwarzen Färbung zu erkennen, welche dem Steine einen schwach bläulichen Ton verleiht, weshalb dieselben auch vom Volke zum Unterschied von den andern Gesteinsarten als Bläulinge bezeichnet werden. Auch die Granite sind noch fest und frisch. Ganz anders in dem außerhalb des Moränengebiets liegenden Gletscherschutt. Dort herrscht oft bis auf die Tiefe des anstehenden Gesteins, jedenfalls aber ein bis mehrere Fuß tief die braune Farbe stark verwitterter Gesteine vor. Ansehnliche Blöcke von ursprünglich blauschwarzem kieseligem Kalk sind oft ganz oder bis auf einen noch gesunden kleinen Kern zersetzt und (da der Kalk unter dem Einfluß des kohlenensäurehaltigen Sickerwassers ausgelaugt ist), in eine ganz leichte, poröse, beim ersten Schlag des Hammers zerfallende Masse verwandelt. Die Verwitterung hat also an diesen Ablagerungen bedeutend länger gewirkt als an dem Schutt der Moränen.

Hiemit steht wohl die Thatsache in Verbindung, daß diese Ablagerungen in der Regel nur vereinzelt und zer-

* Hiefür stellt auch Habenicht in seinem Begleitworte zur Karte Europas während der beiden Eiszeiten (Petermann's Geographische Mittheilungen 24. Bd. 1878, Heft III) einige Gründe zusammen.

streut vorkommen, und auch wenn sie mächtig sind, gewöhnlich keine weit ausgedehnte Fläche einnehmen. Ein allfällig früher bestandener Zusammenhang mag im Laufe der Zeit zerstört worden sein, während die Moränen der späteren Eisperiode, wie ich schon im ersten Bericht betont habe, noch ein so frisches, scharfkantiges Aussehen haben und so deutlich zusammenhängen, daß man oft glauben möchte, die Gletscher haben sich erst vor Kurzem davon zurückgezogen.

Man mag übrigens die Gründe für die Annahme zweier Eisperioden anerkennen oder nicht, so ist es für unsere Gegend absolut nöthig, das Moränengebiet und das außerhalb desselben liegende und unzweifelhaft ältere Gletschergebiet vereinzelter Blöcke, zerstreuter Schuttablagerungen und Schichten von alpinem lockerem Grien und diluvialer Nagelfluh aus einander zu halten. In den meisten andern Kantonen kann man dies natürlich nicht, weil ihr Gebiet wenigstens in horizontaler Erstreckung durchaus innerhalb der Moränen der spätern Periode liegt, die Verhältnisse also dort auch viel einfacher sind als im Aargau.

Da man, wie leicht begreiflich, den Zusammenhang zwischen den gerundeten, geglätteten und gekritzten Felswänden und den Blockwällen in den Alpen hoch über dem Niveau der heutigen Gletscher und den Moränen der Ebene nicht nachweisen kann, so ist es natürlich unmöglich, wie es geschehen ist, zu entscheiden, ob jene Merkzeichen eines früheren höhern Niveaus des Eismeeres der ersten oder zweiten Eisperiode entsprechen. Uebrigens läßt sich schon von vornherein annehmen, daß die vertikale Differenz zwischen Gletschern der beiden Perioden in den Alpen verhältnißmäßig weit geringer gewesen sei, als diejenige in horizontaler Richtung.

Herr Professor Dr. Karl Mayer in Zürich hat in einem Vortrag, welchen er in der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich gehalten hat (siehe Vierteljahrsschrift der Naturf. Gesellschaft in Zürich. Jahrg. XX, Heft 3 u. 4) bestritten, daß das Conglomerat, welches die Uetlibergkuppe und die Decke der Halbinsel Au bildet, diluvialen Ursprungs resp. durch die vorzeitlichen Gletscher abgesetzt worden sei. Die Uto-Nagelfluh bildet nach ihm den natürlichen Abschluß der obern Süßwassermolasse (Messinian II) und gehört in der Klassifikation unter die Rubrik oberes Messinian (Messinian III). Nach seiner Ansicht wäre zur obermessinischen Zeit, da wo jetzt die Utokette sich erhebt, ein Alpenfluß geflossen, welcher die damaligen Rhein- und Linththalgewässer dem Meer zuführte. Wahrscheinlich verdanke die Albiskette just diesem Fluß ihre Entstehung, indem sein zum Theil agglomerirtes und fest gewordenes Gerölle der Erosion einen größeren und längeren Widerstand geleistet haben möge als der Molasse-Letten.

Die Nagelfluh der Au, welche identisch ist mit derjenigen des nahen Wädensweil, soll um eine Stufe älter sein als das Saharian (resp. Diluvium oder Eisperiode) also dem Pliocen resp. Astian angehören, einer späteren Zeit als die Uto-Nagelfluh, einer Zeit, da der Wesener Strom sich in der Richtung des Zürchersees bereits bis auf die harten und vielleicht etwas stärker geneigten, und dann für die Bildung von Stromschnellen günstigen Meeresmolasse (Helvetian III) eingefressen hatte. — Herr Dr. Mayer fährt dann fort: „Hier bei Wädensweil mußte nun in Folge des größeren Widerstandes des Flußbett-Grundes der Auswaschungsprozeß einen längern Halt machen; es entstanden so nach einander die Flußgeröllmassen, welche wir jetzt unter dem Schloß Wädensweil auf der hier ganz

dünnen obern Süßwassermolasse und im Steinbruche und Bierkeller oberhalb des Ortes der Meeresmolasse aufgelagert sehen; und es bildete sich wahrscheinlich zwischen dem letztern Punkte und der Au, in Folge des geringern Widerstandes der obern Molasse (und vielleicht noch dazu in Folge einer Faille in der Meeresmolasse) ein großer Wasserfall, dessen Produkt die Au-Nagelfluh- Sand- und Schlamm-Massen wurden.“

Durch diese Erklärung soll „ein Beitrag zur Wegräumung der unhaltbaren Hypothese immenser erster Gletscher“ geliefert werden.

Was von der Uto- und Au-Nagelfluh gilt, würde natürlich auch von den analogen Bildungen auf den Höhen des Aargaus gelten, und wenn es im Kanton Zürich keine immensen Gletscher gegeben hat, wenn der Linthgletscher dort nicht bis zu 873 Meter zum Gipfel des Uetliberg hinaufgestiegen ist, so könnte er im Aargau noch viel weniger hoch hinaufgestiegen sein. Diesen Erklärungen gegenüber muß ich an der Annahme weit ausgedehnter und hoch ansteigender Gletscher entschieden festhalten. In meinem ersten Bericht habe ich die obere Grenze des Erraticums, also auch der damaligen Gletscher in unserm Kanton, zu mindestens 700 Meter angegeben. Nach meinen seitherigen Untersuchungen liegt jedoch die Grenze erheblich höher. Alpine Rollsteine, besonders Quarzite, erreichen in unserm Jura die höchsten Gipfel, die Geißfluh vielleicht einzig ausgenommen. Es ist daher außer Zweifel, daß zur Zeit der größten Ausdehnung der Gletscher auch unsere höchsten Anhöhen im Kettenjura vom Eise bedeckt gewesen seien. Im Tafeljura finden sich unzweifelhaft auf allen Anhöhen größere oder kleinere erratische Blöcke und alpine Rollsteine.

Ich wiederhole als Bestätigung meines ersten Berichts,

daß kein einziger Höhenzug des aargauischen Molassegebietes frei ist von erratischem Schutt. Dieser ist am Hasenberg (784 Meter) wohl über 100 Fuß mächtig. Der höchste Punkt des Lindenberg (900 Meter) ist ebenfalls noch mit einer ziemlich dicken Schicht alpiner Geschiebe bedeckt. Ebenso der Reinacher Homberg (791 Meter), Sterenberg (874 Meter), Schiltwald (868 Meter), und noch in der Nähe des Rheines ist die Egg bei Nieder-Weningen (636 Meter), die Hochfläche von Schneisingen (574 Meter), die Spornegg bei Baldingen (571 Meter), der Achenberg bei Zurzach (544 Meter), die Anhöhe bei Leibstatt (522 Meter) davon bedeckt.

An der Lägern sollen noch bei 798 Meter erratische Bildungen beobachtet worden sein und Escher soll auch auf dem Plateau des Geißberges, welches sich bis zu 701 Meter erhebt, erratische Blöcke gefunden haben.

Daß dies wirkliche Gletscherablagerungen sind, kann nicht bezweifelt werden. Denn auf allen diesen Höhen wird man bei sorgfältiger Untersuchung ganz deutlich gekritzte Geschiebe finden. An einigen Orten herrschen diese geradezu vor und sind mit Sand und Lehm bald unregelmäßig gemengt, bald mehr oder weniger deutlich geschichtet. Diese Schichtung kann nicht im Mindesten auffallen, da man weiß, daß viele Moränen der Thalschaften ebenfalls mehr oder weniger deutlich geschichtet sind. Ebenso wenig kann auffallen, daß diese Ablagerung deutlich gekritzter Geschiebe manchmal auf kurze Strecken in reine Kies-schichten mit gekörnelter Oberfläche der Rollsteine, anderseits in Schichten von Sand, sandigem Lehm oder bloßem Lehm übergehen, der da und dort die bekannten Lößschnecken enthält. Denn gleiche Abwechslungen und Uebergänge kommen ebenfalls bei ganz unzweifelhaften Moränen

vor, wie dies namentlich durch die vielen Einschnitte der Nationalbahn in den Moränen bei Othmarsingen, Mellingen und Würenlos klar gelegt worden ist.

Endlich ist der Umstand, daß diese Ablagerungen an den einen Stellen locker, an andern Stellen durch kalkhaltiges Sickerwasser mehr oder weniger fest zu sogenannter löcheriger Nagelfluh verkittet sind, kein Grund, dieselben nach diesem Verhalten zu trennen. Denn auch diese Nagelfluhschichten ohne gekritzte Steine gehen oft auf kurze Erstreckung in gleicher Höhe in lockere Geröllschichten mit zahllosen gekritzten Steinen über. In Anbetracht der von verschiedenen Autoren hervorgehobenen Wahrscheinlichkeit, daß die Kiesbänke auf unsern Bergen und an deren Abhängen wenigstens zum Theil aus einer Periode stammen, welche älter ist als die Eiszeit, habe ich danach gestrebt, solche Ablagerungen zu ermitteln, welche für jünger als die Molasse aber älter als die Gletscherablagerungen angesehen werden müßten. Für die Schuttmassen alpiner Gesteine auf den schon erwähnten Höhenpunkten unseres Kantons ist jedoch mit Rücksicht auf die auf allen diesen Höhen vorhandenen Geschiebe mit Gletscherkritzen die Annahme eines ältern Ursprungs als zur Eiszeit eine absolute Unmöglichkeit. Die Möglichkeit einer solchen Deutung erschien mir bloß für die geschichteten Geschiebsablagerungen auf einigen niederen Höhenzügen des Aargaus vorhanden, in welchen ich bisher keine gekritzten Steine habe finden können. Ich füge aber sofort bei, daß ich eine derartige Deutung nur für möglich aber durchaus nicht für wahrscheinlich halte. Denn es gibt gar kein Merkmal, wodurch man diese Ablagerungen von solchen Schichten ungekritzter Gerölle unterscheiden könnte, welche unzweifelhaft in Schuttmassen mit gekritzten Geröllen

übergehen; ihre Gesteinsarten sind die gleichen wie diejenigen der benachbarten erratischen Bildungen und ganz bestimmt nach den verschiedenen Gletschergebieten verschieden, welche ich im Aargau nachgewiesen habe. Auch muß ich nochmals die Thatsache hervorheben, daß Herr Ausfeld, ein durchaus zuverlässiger Beobachter, in der löcherigen Nagelfluh der Wandfluh bei Kulm gekritzte Gerölle gefunden hat. In und auf denselben liegen ferner zahlreiche erratische Blöcke zerstreut und endlich befinden sich dieselben so tief unter den unzweifelhaften Grenzen des Eises, daß durchaus keine Nöthigung vorliegt, die Erklärung der Erscheinungen durch eine neue Hypothese zu compliciren, welche zudem nicht vermöchte, ihre horizontale Verbreitung, die gleichförmige Bedeckung der Gipfel und der Abhänge der Berge, zu erklären. Denn da diese Schichten, wo sie deutlich entwickelt sind, im Ganzen d. h. abgesehen von der Uebergußschichtung, horizontal sind, so müssen Berge, an und auf welchen die hypothetischen Flüsse vor der Eiszeit ihr Geschiebe abgesetzt haben sollten, damals schon in ihrer heutigen Gestalt vorhanden gewesen sein. Herr Dr. Mayer anerkennt sogar die Nothwendigkeit des Schlusses, daß zur Zeit der Bildung der Nagelfluh das Becken des Zürichsees bereits wenigstens bis auf das heutige Seeniveau ausgegraben gewesen sei. Da aber die Au-Nagelfluh bis volle 45 Meter unter das Seeniveau hinabreicht, so sieht er sich genöthigt, wenn er sie nicht als das Produkt der alten Gletscher und ihre tiefe Lage als die Folge eines späteren Rutsches gelten lassen will, zur Erklärung ihrer Ablagerung einen Wasserfall anzunehmen; einen so gewaltigen Wasserfall in diesem weichen Molasseterrain! Man könnte gewiß noch andere Annahmen zur Erklärung dieser Erscheinungen wagen. Allein wenn wir sehen, daß

die Gesteinsarten dieser Geschiebeablagerungen so vollkommen mit denen wirklicher Gletscherbildungen übereinstimmen, daß sie sich auch vorzugsweise auf derjenigen Seite (der Stoßseite) der Berge finden, wo man sie nach der Gletschertheorie erwarten muß und daß endlich keine einzige Thatsache mit dieser Erklärung in Widerspruch steht, so scheint es denn doch am einfachsten und daher am wahrscheinlichsten, alle diese Erscheinungen auf die gleiche Ursache, auf die alten Gletscher zurückzuführen. Welch' sonderbare Stromläufe und zahllose Wasserfälle müßten nicht angenommen werden, um die Entstehung der zahlreichen Ablagerungen im Aargau nach Analogie der Bildung der Uto- und Au-Nagelfluh zu erklären! Ueberdies wird auch durch die Hypothese, daß diese Gletschermassen älter seien als die Eisperiode, die lokale Abwesenheit gekritzter und polirter Steine in denselben nicht erklärt. Denn wie die beigemengten erratischen Blöcke beweisen, ist der Gletscher über diese Böden weggegangen und hätte also wenigstens in den oberen lockeren Schichten die Steine poliren und kritzten müssen.

Man kann noch mehr sagen; die Gletschertheorie fordert gerade die Existenz solcher Geschiebeablagerungen. Dieselben mußten beim Abschmelzen der großen Gletscher theils von deren Oberfläche auf die freigewordenen Abhänge hingschwemmt werden, theils wurden die entblößten und überall verbreiteten Grundmoränen durch die Arbeit des Wassers geschichtet und gekörnelt. Vollkommene Abwesenheit solcher Anschwemmungen von gerollten Steinen, Sand und Lehm auf den Hochflächen und Abhängen der Berge, welche sich notorisch unter und zwar bedeutend unter dem Niveau des Eises befunden haben, würde der Erklärung mehr Schwierigkeiten bereiten, als ihr Vorhandensein.

Ich halte also an dem glacialen Ursprung aller lockeren oder verkitteten Geröllmassen, welche die Hochflächen und Abhänge der niedern Molassehügel von Zofingen bis Baden bedecken, fest. Eben so entschieden halte ich auch fest an dem glacialen Ursprung der löcherigen Nagelfluh auf dem Rücken und an den Abhängen unserer höchsten Berge, also auch des Uetliberges und zwar auch dann, wenn nicht mehr wie auf manchen unserer Berge ein Uebergang dieser Bildungen in deutlichen Gletscherschutt zu erkennen ist, wenn alle Steine keine Kritze zeigen und deutlich durch Wasser gerollt abgerundet und auf der Oberfläche gekörnelt erscheinen.

Was die Rundung dieser Steine anbetrifft, so wurde schon früher darauf hingewiesen, daß viele unserer Moränen und zwar ganz untadelhafte hufeisenförmige Quermoränen wie z. B. diejenige, welche das Wauwyler Moos im Westen umfaßt, gar keinen einzigen eckigen Block und keine eckigen Steine besitzt. Alle Steine sind entweder ganz oder doch etwas an den Kanten abgerundet und daneben meistens polirt und deutlich gekritzelt. Alle diese Steine sind also seiner Zeit mehr oder weniger lang seitlich oder unter dem Gletscher, zwischen der Eismasse und dem Boden fortgeschoben worden; sie bildeten mit einem Wort einen Bestandtheil der Grundmoräne des alten Gletschers, der sie nach seinem Abschmelzen endlich da abgesetzt hat, wo sie noch heute liegen. Sie behielten ihre Kritze, weil sie seither ihren Ort nicht geändert haben. Das Wasser hat sie seither nicht mehr fortbewegt, weil es unterhalb der Moränen leicht seinen Abfluß fand. Anders konnten, ja mußten sich die Verhältnisse in der Zeit gestalten, da die Gletscher, nachdem sie das ganze Land hoch bedeckt hatten, zu schmelzen und zurückzuweichen begannen und wo die be-

reits am Grund des Gletschers nicht nur im Thal, sondern auch auf den Bergen abgesetzten Geschiebe vielfach ein Spielball des Wassers gewesen sein werden. Damals sind ohne Zweifel die Kämme der Berge schon von Eis frei geworden, während über den benachbarten Thälern das Eis noch eine bedeutend größere Höhe erreichte. Die von ihnen ausstrahlende Wärme bedingte eine Schmelzung der benachbarten Eismasse und also eine Neigung der Gletscheroberfläche gegen den freigewordenen Bergrücken, in Folge dessen alles Schmelzwasser mit sammt den durch die Schmelze aus dem Eise befreiten Steinen gerade auf diesen Rücken, welche noch im Eise vertieft gewesen sein mögen, in späterer Zeit zwischen dem Gletscher und dem freigewordenen Bergabhang, zusammengeschwemmt wurde.

Nehmen wir nun auch an, daß das Schmelzwasser durch Spalten und Löcher im Eis und zwischen dem Eis und dem Bergabhang seinen Weg in die Tiefe der Thalsole gefunden habe, so werden wir doch zugeben, daß die Geschiebemassen selbst auf dem Berge liegen bleiben mußten. Allfällige Abzugskanäle würden in der Regel alsobald verstopft worden sein, wenn die Geschiebemassen auch anfänglich mitgerissen worden wären. Diese Erklärung für die Entstehung der Geröll- und Lehmaglagerungen auf dem Bergrücken und seinen Abhängen während der ersten Eisperiode ist durchaus nicht ohne Analogie in der Gegenwart und unter den Bildungen der zweiten Eisperiode. Das Vorkommen eines an der Seite eines wenig geneigten Gletschers (wie die vorzeitlichen auch waren) zeitweise auf einige Distanz hinfließenden Bächleins ist nicht beispiellos. Ein Beispiel eines fast immer existirenden Sees (Merjensee) neben einem mächtigen schwach geneigten Gletscher (Aletschgletscher) ist allgemein bekannt.

Ferner ist es im Aargau keine seltene Erscheinung, daß sehr deutliche Seitenmoränen alter Gletscher der zweiten Eisperiode hoch über der Thalsole eine so deutliche Schichtung zeigen, daß man mit Sicherheit schließen kann, daß ihr Material durch die oberflächlichen Schmelzwasser des benachbarten Gletschers an die Stelle geschwemmt worden sei, wo es jetzt noch liegt. Da wo das Wasser diese Ablagerungen nicht mehr weiter fortbewegt hat, konnten die darin enthaltenen abgerundeten Steine ihre Politur und ihre Kritze bewahren. An andern Stellen mögen aber solche Materialien durch seitliche Gletscherbäche fortgeschwemmt und die hiebei gekörnelten Steine über die untern Theile des Bergabhanges zerstreut worden sein. In Seitenthälchen, welche offenbar durch alte Gletscher gesperrt gewesen sein mußten, findet man häufig genug, daß der Boden aus Thonschichten besteht, d. h. aus dem Schlamm von Teichen und kleinen Seen, welche zur Gletscherzeit in diesen Buchten gestaut wurden (z. B. in dem Thälchen westlich Retterswyl bei Seon).

Schon das Bisherige könnte genügen, die Entstehung mehr oder weniger mächtiger Schichten sowohl von deutlichem Gletscherschutt als von ungekritzten gekörnelten alpinen Geröllen und von Sand und Lehm auf dem Rücken und den Abhängen auch der höchsten Berge der Molasse-region und des Tafeljura zu erklären.

Man kann aber noch weiter gehen. Es läßt sich sogar annehmen, das Schmelzwasser der alten Gletscher sei während ihres Abschmelzens nicht nur in kleinen Bächlein auf dem Rücken unserer Berge zusammengeflossen und habe sich nicht sofort nach Absetzung kleiner, aber durch lange Zeit sich anhäufender Geschiebemengen unter der Eisrinde verloren; es habe sich vielmehr auf diesen zuerst

aus dem Eis hervorschauenden Bergrücken und später zwischen deren Abhängen und dem Gletscher das Wasser dazu größeren Seen, dort zu mächtigeren Flüssen gesammelt, als man es sich bei der ersten Betrachtung vorstellt.

Versetzen wir uns im Geiste in die Zeit der ersten Eisperiode, der Bedeckung der ganzen Schweiz mit einer mehr als 1000 Fuß mächtigen Eisdecke. Sogar der Rhonegletscher war bei uns noch stark genug, die höchsten Kämme des Jura zu erreichen und das ganze Frickthal zu überdecken. Nicht minder hoch war der von Süden vordringende durch einen über den Brünig dringenden Arm des Aargletschers verstärkte Reußgletscher und von Osten her drangen die vereinigten Linth- und Rheingletscher ebenfalls bis zur Vereinigung von Aare und Rhein zusammen und verschmolzen dort mit dem Rhonegletscher. Diese Ausdehnung und Höhe des Eises mag nicht nur Erstaunen, sondern auch Zweifel erregen; sie ist nichts destoweniger kein leeres Phantasiegebilde, denn sowohl die vertikale als die horizontale Verbreitung der erratischen Blöcke und gekritzten alpinen Steine nöthigt uns, ein solches Eismeer anzunehmen.

Schon zu gewöhnlichen Zeiten mußten die Schmelzwasser solcher Gletscher sehr bedeutend gewesen sein, weil sich die Existenz eines so bedeutenden Eismeeres nur unter dem Einfluß bedeutender atmosphärischer Niederschläge denken läßt. Aber auch wenn keine Niederschläge stattfinden, auch während des Schmelzens an ganz warmer Luft schlagen die Gletscher, wie Versuche dargethan haben, sehr bedeutende Wassermengen auf eine für das Auge nicht wahrnehmbare Weise auf sich nieder.

Noch viel bedeutender aber mußten diese Schmelzwasser

während des wirklichen Zurückschmelzens der Gletscher werden.

Wo konnten diese Schmelzwasser abfließen? Auf keinem andern Weg als auf dem, auf welchem die atmosphärischen Niederschläge noch heute die Schweiz verlassen, also durch die heutigen Thäler der Aare, Reuß und Limmat und des Rheins. Hiebei gab es aber wiederholt Thalengen zu durchbrechen und erst nach mancher Krümmung konnte das Ziel erreicht werden. Ich zähle nur die folgenden Thalengen auf: Aarburg, Olten, Schönenwerd, Aarau, Wildegg; für die Reuß allein die Enge zwischen Mülligen und Windisch, eventuell den Auslauf südlich der Habsburg ins Aarthal bei Schinznach oder den engen Weg über Hausen ins Aarthal bei Brugg. Für die Limmat war der Abzug schwierig oberhalb und unterhalb Baden und für die bei Windisch vereinigten drei unterirdischen Gletscherflüsse mußte der Engpaß bei Rein und derjenige in der Felsenau bei Coblenz stets offen bleiben, wenn ein regelmäßiger Abzug der Gewässer in den Rhein stattfinden sollte.

Hatte der unterirdische Abfluß des Rheins schon vor der Vereinigung mit der Aare mit verschiedenen Schwierigkeiten zu kämpfen, so gab es deren ferner noch genug, bevor der Rhein weit unterhalb Basel unter dem Gletscher ans freie Tageslicht hervorschießen konnte. Daß auch dem Abfluß der Schmelzwasser des Rhonegletschers, welche übrigens noch größtentheils dem Rhein zuflossen, von den Thalengen unterhalb Genf ebenso große Schwierigkeiten bereitet wurden, will ich der Vollständigkeit wegen hier bloß andeuten.

Hiezu kommt, daß die Unterlage der alten Gletscher ganz andere Bedingungen für das Vorrücken der Gletscher

und ihrer Schmelzwasser darbieten mußte als die Sohle irgend eines der heutigen Alpengletscher. Diese bewegen sich in einem einzigen Thal, allerdings mit wechselnder Neigung, dann und wann vielleicht sogar mit einer stauenden Barriere, aber doch immerhin so, daß der Thalweg für das Schmelzwasser und für das sich abwärts bewegende Eis fast der gleiche ist und jedenfalls immer mit steilerer Neigung als die vorzeitlichen Gletscher. (Winkel von Basel nach Jurakamm bloß $1^{\circ} 37'$, von Basel nach Alpenkamm bloß $1^{\circ} 43'$; nach Rüttimeyer, Thal- und Seebildung, pag. 81.)

Der Thalweg des Schmelzwassers und die Richtung der Bewegung des Eises wenigstens in den oberen Parthien waren bei den alten Gletschern ganz verschieden, denn das unter dem Gletscher abfließende Wasser mußte allen Krümmungen des Thalweges folgen, während die Eismasse im Ganzen sich wohl in der Richtung der Hauptsenkung des Landes bewegte. Die nach den Hauptthälern vorrückenden Eismassen mußten den Abfluß der aus den Seitenthälern herkommenden Schmelzwasser zeitweise ganz stauen, weil der Abzugskanal unter dem Gletscher jeweilen nach einiger Zeit beim Thaleingang ganz vorübergeschoben und verstopft wurde.

Was sich bei den Seitenthälern ereignete, mußte oft genug auch in den Hauptthälern eintreffen. Bald die bald jene Thalenge mag durch das eben dorthin vordringende und einstürzende Eis verstopft worden sein und es kann ohne Zweifel angenommen werden, es habe wenigstens zeitweise alles, in der Regel aber ein Theil des Schmelzwassers keinen Abzug unter dem Gletscher gefunden. Es mußten sich also wenigstens zeitweise und stellenweise Ströme auf der Oberfläche der Gletscher resp. auf dem Rücken der zuerst vom Eis freigewordenen Berge bewegen.

Hiemit stimmt überein, was in einem Referat über die Schilderung der Gletschererscheinungen in Grönland von Amund Helland (Naturforscher 1877, Nr. 17, pag. 160) gesagt wird: „Spalten kommen in diesem Eise wenig vor und sind schmal genug um überschritten zu werden. Aber man trifft auf der Oberfläche des Eises mehrere Flüsse in verschiedenen Richtungen ziehend, von denen einige zu breit sind, um überschritten werden zu können.“ Zwar wird beigefügt: „Ihr Wasser ist schlammfrei,“ allein dies ist leicht begreiflich, weil keine nackten Felswände, wie damals in den Alpen, aus dem Eismeer hervorragen.

Das Eismeer mag damals auf seiner Oberfläche die gleiche Neigungsrichtung gehabt haben, wie die Grundfläche im großen Ganzen, d. h. die Oberfläche wird auch damals in der Mittelschweiz der Thalsole Wildegg-Baden und Brugg-Waldshut zugeneigt gewesen sein. Diesen Punkten mußten auch die oberflächlichen Schmelzwasser der Gletscher zuströmen. Betrachte ich nun meine mit den Gletscherbildungen colorirte Karte des Kantons Aargau, so finde ich in der That, daß die meisten und mächtigsten Ablagerungen diluvialer Nagelfluh auf denjenigen Bergrücken sich befinden, welche den angedeuteten vermuthlichen Abzugslinien der oberflächlichen Schmelzwasser der Gletscher am nächsten liegen. Also läßt sich auch die Verbreitung der löcherigen Nagelfluh auf den Bergen unseres Kantons sehr gut mit der Gletschertheorie in Einklang bringen.

Außer den schon angeführten Punkten befriedigt diese Erklärung auch in der Beziehung viel besser, als die Annahme antediluvialer Ströme, welche diese Geröllmassen aus den Alpen herbeigetragen haben sollten: die Gerölle der diluvialen Nagelfluh, wenigstens derjenigen auf unsern höhern Bergen, sind nur unvollkommen gerundet, manchmal noch

ziemlich kantig und sehr wenig gekörnelt, fast so glatt wie ächte Gletschergeschiebe mit Kritzen. Sie können also nicht aus großer Ferne durch Flüsse herbei transportirt worden sein.

Der Umstand, daß die diluviale Nagelfluh oft Steilabstürze zeigt, z. B. gerade am Uetliberg, der Au, am Teufelskeller bei Baden, an der Wandfluh, am Bruggerberg, auf den Höhen zwischen Kaiserstuhl und Coblenz, am Berg bei Rheinfelden etc., kann bei beiden Erklärungsweisen auf den ersten Blick gleich sehr befremden. Diese Steilabstürze sind entweder die Folgen späterer Erosion, oder entsprechend der obigen Ansicht über die Entstehung der betreffenden Ablagerungen dadurch zu erklären, daß die Fortsetzung jener Schichten auf dem Rücken des anstoßenden damals noch das Thal ausfüllenden Gletschers abgesetzt und beim stärkeren Abschmelzen des Eises weggespült wurden. Im Uebrigen verweise ich mit Bezug auf meine Auffassung dieser Bildungen auf den Schlußpassus des Kapitels über die erratischen Bildungen der ersten Eisperiode in meinem ersten Bericht. (Erratische Bildungen im Aargau, pag. 98 und 99; [Festschrift pag. 168 u. 169].) —

Die Untersuchungen über die Entstehung der Flußterrassen sind immer noch nicht abgeschlossen und erfordern eine spätere selbständige Erörterung, wenn einmal die topographischen Blätter dieser Gegend mit möglichst vielen Höhenangaben und sorgfältigen Einzeichnungen der Terrassenränder publicirt sein werden. An dieser Stelle mögen folgende Bemerkungen genügen:

Nach der Uebereinstimmung der Gesteinsarten der Geschiebe mit denjenigen der erratischen Bildungen der benachbarten Gebiete und nach der Lagerung dieser Kiesbänke kann kein Zweifel darüber existiren, daß die Fluß-

terrassen während der Eiszeit entstanden seien, aber über das Detail der Zeit und der Umstände ist man noch nicht im Klaren. Man hat die Vermuthung ausgesprochen, daß sie erst am Ende der Eisperiode beim Zurückschmelzen der Gletscher durch die hiebei entstandenen gewaltigen Ströme zusammengetragen worden seien. Da man jedoch nicht nur erratische Blöcke unter, sondern auch wirkliche Moränen auf den Kiesbänken häufig genug aufrufen sieht (s. o. pag. 35 u. ff.), so habe ich früher die Vermuthung ausgesprochen, sie möchten am Ende der ersten Eisperiode gebildet worden sein. Die Moränen und der sonstige Gletscherschutt, welche auf diesen Kiesschichten aufrufen, finden sich jedoch immer am obern inneren Rand der Flußterrassen. Innerhalb dieser Moränen ist der Thalboden seiner ganzen Breite nach erheblich tiefer als das Niveau der außerhalb der Moränen liegenden Flußterrassen. Die Differenz beträgt beispielsweise bei Othmarsingen ca. 20 Meter, bei Mellingen ca. 60 Meter. Diese Differenz kann entweder durch die Annahme erklärt werden, die Flußterrassen haben seiner Zeit auch die Vertiefungen, welche man jetzt innerhalb der Moränen findet und welche den Eindruck der Moränen als eines riesigen Amphitheaters erhöhen, ausgefüllt, seien aber später durch die Bäche und Flüsse ausgenagt worden. In der That springt auch bei Bublikon innerhalb der Mellinger Moränen eine kleine Terrasse vor und wird man sich auch den steilen Abfall des Terrassenrandes des Birchwaldes zwischen der rechtsufrigen Endmoräne bei der Station Mellingen und andere Kiesbänke dortiger Gegend kaum anders, als durch die Wirkung der Erosion eines Flusses erklären können. Jedenfalls wird man wenigstens geneigt sein, anzunehmen, die Terrasse des Mellingerfeldes bei Tägerig z. B. habe sich früher über die ganze

Thalsole von Melligen bis zu den Moränen erstreckt und sei dann später von der Reuß auf seine jetzige Ausdehnung allmählig reduziert worden.

Allein anderseits ist es doch auch nicht wahrscheinlich, daß die Reuß gerade dort oben ihren Lauf so erheblich hätte hin und her verschieben und so bedeutende Erosionen bewirken sollen, während sie in ihrem untern Lauf dies nicht gethan hat. Und wenn dies für die Reuß schon unwahrscheinlich ist, so erscheint es für die Bünz und den Aabach geradezu als unmöglich.

Und wenn sich bei der Station Melligen noch im Niveau von 420 Meter, also 10 Meter höher als die Kante der innersten Moräne am Rebberg und etwa so hoch als der Moränenkopf des Grummet, gewaltige Kiesbänke finden, die vielleicht bis auf den Thalgrund hinabreichen und auf ihrer Oberfläche weiter östlich eine Moräne tragen, so ist anderseits das Factum von Wichtigkeit, daß bei der Eisenbahnbrücke von Melligen förmlicher Gletscherschutt mit wirklicher Moränenstructur, allerdings mit den auch für Moränen charakteristischen Einlagerungen von unregelmäßig sehr schief nach außen geneigten Sand- und Kies-schichten bis auf das Niveau der Reuß hinab finden; es ist wohl eine Andeutung dafür, daß zur Zeit, da der Gletscher diesen Schutt absetzte, die oben vermutheten Verlängerungen jener Kiesbänke nicht existirten.

Diese Vertiefungen innerhalb der Moränen könnten aber auch daher rühren, daß dieselben durch die gleichen Gletscher, welche die Moränen absetzten, in den früher vorhandenen Kiesablagerungen ausgeschürft wurden. Doch bin ich selbst mit der Mehrzahl der Geologen nicht geneigt, eine solche Thätigkeit der Gletscher zuzugeben.

Vielmehr erscheint die dritte Möglichkeit als die wahrscheinlichste, nämlich die, daß die Kiesschichten der Flußterrassen gerade durch die Schmelzwasser derjenigen Gletscher angeschwemmt worden seien, welche die ihren oberen Rand begrenzenden Moränen abgesetzt haben.

Hiemit steht in vollster Uebereinstimmung die schwache Neigung der Flußterrassen von den Moränen weg nach außen, auch in den Fällen, wo, wie bei Othmarsingen, Seon und vielleicht auch beim Birrfeld, nach der ersten Annahme die Ablagerung von Kiesmassen durch den im Hauptthal fließenden Strom wahrscheinlicher wäre.

Auch erfordert die Ablagerung so bedeutender Kiesmassen eine langanhaltende Action. Eine lange Dauer ist nun gerade für diejenigen Gletscher unzweifelhaft, welche die großen Moränen abgesetzt haben, während uns für die Dauer der Eisschmelze nach der ersten Periode jeder Anhaltspunkt fehlt. Daß die mächtigen Kiesterrassen mit Steilrand am Wolfbühl, bei der Station Mellingen und an andern Stellen höher liegen als die innerste Moräne, welche so scharf durch die Hügelreihe von Wohlenschwyl, Kreuzacker, Kühstelle, Mühlescheer, Grummet und Birchwald im Umkreis von Mellingen markirt ist, müßte dadurch erklärt werden, daß diese Bänke, was ja auch ohne Weiteres der Fall gewesen sein wird, im Anfang des Stillstandes der Gletscher an jener Stelle abgesetzt und fortwährend, namentlich bei jeder Anschwellung der Gletscher erhöht und einmal sogar von wirklichem Schutt bedeckt, dann aber wieder bei späterem schwachem Rückgang des Gletschers und während der Bildung der oben bezeichneten Hügelreihen, von den Schmelzwässern wieder theilweise angefressen und ausgeschwemmt worden seien.

Gewöhnlich nimmt man an, die Materialien, aus welchen die Flußterrassen bestehen, seien in Seen abgesetzt worden, welche sich früher an der Stelle der jetzigen Flußterrassen befunden haben sollen und durch Querriegel am untern Theil des Thales gestaut waren. Das Niveau der obersten Flußterrassen würde hienach ungefähr das Niveau dieser früheren Seen bezeichnen, das Niveau der tieferen Terrassen dagegen, obschon es durch seine Ebenheit auch auf das Niveau eines früheren Sees hinzudeuten scheint, entspricht entweder der Höhe von Widerständen, welche später, als nach der Ausfüllung der Seen die Querriegel durchgenagt wurden, den Fluß jeweilen längere Zeit auf einem gewissen Niveau erhielten; oder weniger wahrscheinlich periodischen continentalen Hebungen des betreffenden Theils (resp. Senkungen des untern Theiles) des Flußgebietes.

Sind diese Kiesmassen wirklich die Ausfüllungen früherer Seen, so müssen die obersten Flußterrassen eines und desselben hypothetischen Seebeckens ziemlich genau dasselbe Niveau besitzen. Als ein solches Seebecken wäre z. B. das Aarthal (im weitesten Sinne des Wortes) von Schönenwerd bis Wildegg zu betrachten. Es sind nur einige Ueberreste der früheren Ebene, bis zu welcher dieses Becken mit Kies gefüllt gewesen sein muß, als wenig ausgedehnte oberste Flußterrasse vorhanden. Diese Stücke haben nach den von Lindemann gezeichneten topographischen Blättern etwa folgendens Niveau: bei Erlisbach 400 Meter, Wöschnau (Kiesbänke am Aufstieg zum Nebenberg) 430 Meter, südlich Aarau 415 Meter, Stockmatthübel zwischen Aarau und Küttigen 420 Meter, Bollacker bei Kirchberg 392 Meter, Rand der Brestenegg bei Suhr 410 Meter, Emmert und Birenplateau bei Seon 450 Meter, unterer Rand der Schafisheimer Terrasse 390 Meter, Lindwald bei Lenzburg 420 Meter,

Rand der Birchwaldterrasse unterhalb Othmarsingen 410 Meter, Fläche südlich Kestenberg bei Braunegg 430 Meter, Birrfeld bei Braunegg 410 Meter, beim Eitenberg und Scherzberg 390 Meter, Birchwald und Wolfbühl bei Meltingen 420 Meter und Lindenstaldenzelg bei Birmensdorf 405 Meter. Wie man sieht, zeigt diese Liste nicht die wünschbare Uebereinstimmung, doch ist die Differenz immerhin nicht so groß, wie sie zu sein scheint. Denn auch unmittelbar nach der Ausfüllung konnte das Niveau des Beckens keine vollkommen horizontale Fläche sein, sondern es war von den verschiedenen Einmündungsstellen geschiebebringender Zuflüsse weg gegen den letzten Rest des Sees, resp. gegen den stauenden Querriegel, wie die Schuttkegel der heutigen Seen geneigt. Dieser Querriegel war entweder bei Wildegg oder Scherz (Wasserscheide zwischen Aar- und Reußthal 411 Meter) zwischen Scherz und Eitenberg (386 Meter) oder Birmensdorf (Plateaurand 390 Meter). Die oben erwähnten Ränder der größtentheils zerstörten obersten Flußterrassen entsprechen aber verschieden weit entfernten Stellen und auch verschieden stark entwickelten Schuttkegeln, weil auch die zugeführten Geschiebe verschieden mächtig gewesen sein werden.

Auf dem linken Aarufer zwischen Küttigen und Wildegg fehlen leider solche Terrassen (mit Ausnahme des Bollackers bei Kirchberg [392 Meter]); aus diesen würde man wahrscheinlich das Niveau des frühern Sees am sichersten bestimmen können, weil auf diese Linie hin alle Zuflüsse der Gletscher gerichtet waren, dort das jenseitige Ufer, also auch die letzte Parthie des alten Sees gelegen gewesen sein muß und die Terrassen dort durch keine wesentlichen Zuflüsse erhöht worden wären. Was dort früher an Kiesbänken vorhanden war, ist weggespült; daß aber das

Flußbett schon in frühester Zeit dort in ansehnlicher Höhe dem Abhang entlang ging, beweisen die hoch heraufreichenden Auswaschungen der Felsen des dort anstehenden weißen Jura. Auch auf dem rechten Aarufer bei Aarau sind in den Steinbrüchen auf der Schanz 400 Meter und am Hasenberg 440 bedeutende Auswaschungen des festen Jurakalkes vorhanden, welche mit theilweise sehr großen Geröllen, darunter auch typische Wallisergesteine wieder ausgefüllt und mit Löß bedeckt sind, was auf früher sehr starke Strömungen in dieser Höhe (und erst spätere Ablagerung des Löß) hinweist.

Sind die Flußterrassen wirklich Ueberreste von Ausfüllungen früherer Seen, so sollte, wie Colladon (im „Bulletin de la société vaudoise des sciences naturelles“ 1876) gezeigt hat, nur die oberste etwa 5 Meter dicke Lage derselben aus horizontalgeschichtetem Grien bestehen; darunter sollten sich Sand- und Schlamm Massen mit einer ca. 35° vom Einfluß des Stromes weggeneigten Schichtung finden. Jedenfalls sollten die untern Massen, auch wenn sie nicht gerade aus bloßem Sand bestehen, (was ja bei sehr starker Kieszuführung denkbar wäre), eine sehr schiefe Schichtung zeigen, weil sie der jeweiligen Böschung des Schuttkegels entsprechen. Allein in den vielen Kiesgruben, welche am Rande der Terrassen geöffnet sind, ist sozusagen nichts von schiefer Schichtung zu sehen. In der Kiesgrube bei der Rohrerbrücke z. B., deren Basis doch mit 370 Meter, 45 Meter unter dem Plateau des Bühlreins, 25 Meter unter dem Rand des Suhrfeldplateaus, 13 Meter unter dem Rand der Flußterrasse der Rohrerstraße sich befindet, in welcher die Grube angebracht ist, ist noch zu unterst alles Material grobes horizontal geschichtetes Kies. Dagegen hat sich die oberste Schicht des Golderenplateaus bei Anlaß der Legung der Wasserleitung

als ein ziemlich mächtiger lößartiger Lehm erwiesen, ein Umstand, der sich, wie die Lagerung des wirklichen Lößes der Wöschnau und des Oberholzes bei Aarau dadurch erklärt, daß hinter den vorspringenden Hügeln der feinere Schlamm aus weniger bewegtem Wasser abgesetzt worden sein muß. Hierbei erhebt sich jedoch die Schwierigkeit, daß man annehmen müßte, dieses Wasser habe diese Höhen noch nach den starken Strömungen erreicht, welche die Kalkschichten der Schanz und in beiden Steinbrüchen des Oberholzes stark erodirt und zum Theil in den Erosionen grobes Gerölle abgesetzt haben. (S. o. pag. 33 u. 34).

Außer an den Rändern sind diese Alluvionen der Flußterrassen bloß durch vereinzelte Griengruben, in denen man noch nie bis auf die darunterliegenden anstehenden Felsenschichten gegraben hat und in welchen das Grien immer horizontal geschichtet ist, sowie durch Sodbrunnen aufgeschlossen; die letzteren gehen auf größere Tiefen. Meistens sind sie jedoch schon vor so langer Zeit gegraben, daß keine Auskunft über die Beschaffenheit der durchteuften Schichten mehr zu erhalten ist, und auch sonst sind die Angaben hierüber nicht zuverlässig. In dem 80 (nach anderer Angabe 120) Fuß tiefen Schacht des Sodbrunnens außerhalb der St. Annakapelle bei Baden soll man bis zu unterst nur Kies gefunden haben.

Es ist klar, wie wichtig genaue Angaben hierüber für die Lösung der schwebenden Frage sein müssen und möchte ich Alle, welche Gelegenheit haben, solche zu erheben, bitten, die Beobachtungen sorgfältig aufzuzeichnen und mir zur Zusammenstellung mitzutheilen.

Nach Mösch, 10. Lieferung der Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz, der südliche Aargauerjura, pag. 114, sollen in Zofingen Sodbrunnen bis zur Tiefe von 25 Fuß

Grien und darunter Lehm gezeigt haben, was im Gegensatz zu obigen Thatsachen und unter der allerdings noch zweifelhaften Annahme, daß jener Lehm diluvialen Ursprungs sei, mit der Hypothese der Anwesenheit früherer Seen übereinstimmt.

Auch von andern Stellen sind mir ähnliche Angaben gemacht worden; allein dieselben sind nicht zuverlässig.

Sollte aber, wie die sicher bekannten Aufschlüsse in den Griengruben am Rande der Flußterrassen andeuten, die ganze Masse aus horizontal geschichtetem Kies bestehen, so lassen sich daraus Schlüsse auf besondere Umstände ziehen, unter welchen diese Ablagerungen stattgefunden haben:

Es kann nicht bezweifelt werden, daß unsere schweizerischen Molassethäler erst am Ende der Tertiärzeit erodirt worden sind und erst nach der Erosion fand eine Stauung einzelner Thäler zu Seen (Zürchersee, Zugersee, Luzernersee) dadurch statt, daß im untern Theil des Thales eine Hebung der anstehenden Schichten stattfand. Da nun die Ablagerung von horizontalen Kiesschichten die Wirkung eines Stromes voraussetzt und auch die untern Lagen der Flußterrassen aus Kies bestehen, so mußten auch sie durch fließendes Wasser herbeigeführt worden sein. Dies ist nicht möglich, wenn an dieser Stelle damals ein See war. Es müßte also der Fluß zur Zeit der Ablagerung der untersten Kiesbänke wirklich auf diesem tiefen Niveau geflossen sein, also konnten damals die Querriegel im untern Theil des Thales noch nicht existirt haben. Diese Querriegel wären erst während der Gletscherzeit und während der Ablagerung der Kiesmassen der Flußterrassen allmähig gehoben oder das Terrain oberhalb derselben gesenkt worden und hiedurch der Fluß genöthigt gewesen, sein Bett all-

mäßig entsprechend zu erhöhen (um es dann später wieder durch Erosion der Querriegel zu vertiefen). Die Seen würden also gewissermaßen während ihrer Entstehung sofort ausgefüllt worden sein. Wenn dies richtig ist, so müßten die untersten Kieslagen in der Nähe der Querriegel eine schiefe Schichtung synklinal den anstehenden Schichten der Querriegel zeigen, wenn auch die oberen durchaus horizontal sind. Eine solche schiefe Schichtung ist zwar noch nie beobachtet worden, vielleicht aber bloß deshalb, weil noch nie Gelegenheit dazu geboten war. Ich möchte daher alle Interessenten ersuchen, bei Abdeckung solcher Lokalitäten durch Rutschungen oder bei Anlaß von Bauten den bezüglichen Thatbestand festzustellen. Selbstverständlich ist es sehr wohl möglich, daß ein Thal-Becken wirklich zur Zeit der Ablagerung der Materialien der Flußterrassen ein See war, während ein anderes auf die eben geschilderte Weise entstanden und ausgefüllt worden ist. Es wird auch hier nöthig sein, Fall für Fall zu untersuchen und muß man sich davor hüten, von Anfang an alle ähnlichen Erscheinungen auf gleiche Weise erklären zu wollen.

An dieser Stelle mag noch eine eigenthümliche Erscheinung an den Flußterrassen erwähnt werden. In der obersten Schicht derselben sind in der Regel die Gerölle viel gröber als in der Tiefe. Es stecken darin auch viele große Blöcke von 1 Kubikmeter und noch größerem Inhalt. Bei Aarau z. B. findet man in der vierten großen Flußterrasse in derjenigen des Buchserfeldes namentlich viele große Blöcke von Kalksteinen des weißen Jura, welche offenbar von den benachbarten Bergen am unmittelbar oberhalb gelegenen Theil des Aarthales herrühren. Die oberste Flußterrasse dagegen enthält keine solchen Blöcke. Von den Moränen

bei Kilwangen an bis Wettingen und sogar unterhalb des Querriegels zwischen der Lägern und dem Stein zu Baden in der Gegend des jetzigen Kurhauses liegen in der obersten Terrasse große Sernifit-, Nagelfluh- und Alpenkalkblöcke, darunter auch manche große Blöcke von charakteristischem Ponteliasgranit. Auch die Terrasse unmittelbar außerhalb der Moräne von Seon enthält in der obersten Schicht vorzugsweise große Rollsteine.

Es muß also gerade zu der Zeit, als die Flüsse sich auf dem Niveau dieser Terrassen bewegt haben, eine außerordentlich starke Anschwellung oder doch eine rasche Strömung derselben stattgefunden haben. Und diese rasche Strömung mag wiederum die Folge einer Auswaschung eines tieferliegenden Querriegels, also der Anfang zur tieferen Erosion der Flußterrasse gewesen sein. — Die Blockschicht unterhalb Kilwangen ist offenbar als eine durch fließendes Wasser zerstreute Moräne, als eine „nappe de comblement“ aufzufassen.

Diese Erosionen sind auch seit historischer Zeit nicht unbedeutend gewesen, wie z. B. der Umstand beweist, daß die alte Römerstraße zwischen Rohr und Rupperswyl am Rande der dortigen Flußterrasse oberhalb dem Aufeld in einem Niveau von 372 M. und über einem Steilabsturz von ca. 12 Meter ausgeht. Die Fortsetzung dieser Terrasse mit der Straße muß also erst seither weggefressen worden sein.

Gewöhnlich wird behauptet, daß 3 Flußterrassen zu unterscheiden seien; allein im Interesse einer genauern Untersuchung wäre zu wünschen, daß man diese schablonenmäßige Eintheilung fallen ließe, welche offenbar daherrührt, daß eine, die zweitunterste, gewöhnlich besonders stark ist und die obern sich auf eine große Fläche vertheilen. Zwischen der Brestenegg bei Suhr und der Aare kann man z. B. ganz

wohl 7 Terrassen unterscheiden, an andern Orten sind es 4, 5 oder 6. Diese Terrassirung des Kiesel verliert sich übrigens sehr bald, wenn man vom Aarthal in die Seitenthäler hinaufsteigt. Wie schon früher gesagt worden ist, haben die Flußterrassen in den Thälern oberhalb der Quermoränen keine Fortsetzung. Die Thalböden oberhalb dieser Moränen haben sowohl im Reußthal als im Limmatthal ein tieferes Niveau als die unmittelbar unterhalb der Moränen liegenden Terrassen; ihre Kieslager sind offenbar während eines spätern Stillstandes der Gletscher, während der Ablagerung der weiter zurückliegenden Quermoränen erzeugt worden. Unmittelbar außerhalb dieser Quermoränen findet man zuweilen wieder solche Terrassen in der Regel von geringer Höhe als die Flußterrassen außerhalb des Moränengebietes.

Ueber die alten und jetzigen Seebecken unseres Kantons habe ich dem frühern Bericht nicht viel beizufügen. Daß in der That das Bünzermoos nach der dortigen Deutung ein altes flaches Seebecken war, ist durch die Canalisation desselben zur Genüge bewiesen worden. Unter dem Torf kam überall Lehm, Schleimsand und Seekreide zum Vorschein. Auch die ziemlich tiefen Lager von Schleimsand innerhalb der Moräne von Othmarsingen bestätigen die Vermuthung, daß das dortige Becken einige Zeit mit einem kleinen See angefüllt gewesen sei, bis derselbe endlich durch die Erosion des Thalriegels von Wildegg und der dortigen Kieslager allmählig entleert wurde.

Daß der für unergründlich geltende Egelsee am Hasenberg ebenfalls den dortigen Moränen seinen Ursprung verdankt, ist schon oben gesagt worden. Ebenso wurde schon oben darauf hingewiesen, daß die schiefe Neigung der Kiesschichten in den Moränen am Ende des Baldegger-

sees durchaus nicht zur Annahme seitheriger Dislocationen an dortiger Stelle berechtigt. Die beiden früher zusammenhängenden Seen sind ohne Zweifel nur durch die Wirkung der alten Gletscher getrennt worden, welchen die dortigen Moränen und die Anschwemmungen der unterhalb derselben befindlichen immer noch sumpfigen Ebenen zwischen Ermensee und Moosen ihren Ursprung verdanken.

Bevor die Tiefen unserer Seebecken genau gemessen sind, ist es unnütz, sich in eine weitere Diskussion über dieselben einzulassen. Ueberhaupt haben auch die obigen Erörterungen über die Flußterrassen nur den Zweck, zu neuen Beobachtungen anzuregen und auf die Punkte aufmerksam zu machen, welche hiebei besonders wichtig sind.

Pflanzen und Thiere der Eiszeit.

In Ablagerungen der Eisperiode sind seit dem letzten Bericht von Thieren nur Zähne und Knochen vom Mammoth gefunden worden. Ein kleiner Backenzahn wurde beim Bau der Bözbergbahn im Kies des Hardtwaldes bei Pratteln ca. 140 Fuß über dem Niveau des Rheins bei Basel gefunden. Ein Stoßzahn, welcher in der Kiesgrube bei Möhlin gefunden worden ist, wird jetzt in den naturhistorischen Sammlungen von Rheinfelden aufbewahrt. Ein schon vor längerer Zeit in Kieslagern bei Erlinsbach gefundener großer Backenzahn befindet sich im Besitz des Herrn Bally-Prior in Schönenwerd.

Der interessanteste derartige Fund wurde jedoch im Jahr 1875 bei Anlaß der Aushebung des Eisenbahneinschnittes zwischen Brugg und Hausen gemacht. Der Einschnitt ist an der betreffenden Stelle ca. 40 Fuß tief und erreicht im nördlichen tiefern Theil die festen Bänke