

BEITRÄGE
ZUR
GEOLOGISCHEN KARTE DER SCHWEIZ

HERAUSGEGEBEN VON DER GEOLOGISCHEN KOMMISSION DER SCHWEIZ. NATURFORSCHENDEN GESELLSCHAFT

AUF KOSTEN DER EIDGENOSSENSCHAFT

NEUE FOLGE, XLV. LIEFERUNG
DES GANZEN WERKES 75. LIEFERUNG

**I. Geologische Untersuchungen
zwischen Sempachersee und Oberem Zürichsee.**

Von **Roman Frei.**

**II. Über die Stratigraphie und Tektonik
der sedimentären Zone von Samaden.**

Von **H. P. Cornelius.**

**III. Neue Beobachtungen aus dem
Grenzgebiet zwischen Gotthard- und Aarmassiv.**

Von **Paul Niggli und Walter Staub.**



Bern.

In Kommission bei **A. Francke** (vorm. Schmid & Francke).

1914.

Buchdruckerei **Stämpfli & Cie.**

Vorwort der Geologischen Kommission.

Am 3. Oktober 1913 sandte Herr Dr. ROMAN FREI († 23. März 1914) der Geologischen Kommission aus Balikpapan in Ost-Borneo das Manuskript der *Geologischen Untersuchungen zwischen Sempachersee und Oberem Zürichsee* ein. Es sind das die Resultate von Beobachtungen, die er 1912 bei den Aufnahmearbeiten zur Revision von Blatt VIII gemacht hatte.

Am 14. Februar 1914 ging dann die Arbeit ein von Herrn Dr. H. P. CORNELIUS-Zürich über die *Stratigraphie und Tektonik der sedimentären Zone von Samaden*. Sie enthält eine vorläufige Mitteilung über die bisherigen Resultate einer geologischen Untersuchung über die Piz d'Err-Gruppe, mit der er zur Revision von Teilen der Blätter XV und XX am 18. Mai 1912 von der Geologischen Kommission betraut worden war.

Fast gleichzeitig, am 10. Februar 1914, erhielten wir das Manuskript der gemeinsamen Untersuchung der Herren Dr. PAUL NIGGLI und Dr. WALTER STAUB: *Neue Beobachtungen aus dem Grenzgebiet zwischen Gotthard und Aarmassiv*. Die hier dargestellten Beobachtungen sind aus einem Auftrag hervorgegangen, der von der Geologischen Kommission den beiden Mitarbeitern zur Revision der vergriffenen Blätter XIII und XIV am 6. Februar 1911 erteilt worden war.

In der Sitzung vom 14. Februar 1914 beschloss die Kommission den Druck aller drei Arbeiten als Lieferung XLV der Neuen Folge.

Für den Inhalt von Karte, Text und Profilen sind die Verfasser allein verantwortlich.

Zürich, den 15. Juni 1914.

Für die Geologische Kommission,

Der Präsident:

Dr. Alb. Heim, Professor.

Der Sekretär:

Dr. Aug. Aeppli.

I.
**Geologische Untersuchungen
zwischen Sempachersee und Oberm Zürichsee**

von
Roman Frei.

(Der Geologischen Kommission eingereicht den 3. Oktober 1913.)

Im Auftrag der Geologischen Kommission untersuchte ich im Sommer 1911 für die Revision der Dufourblätter VIII und IX ein Gebiet, das nördlich an die geologische Karte des Vierwaldstätterseegebietes anschliesst und vom Sempachersee über den Zuger- und Aegerisee bis in die Gegend von Einsiedeln und von da zum Obern Zürichsee zieht. Im gleichen Auftrage kartierte ich auch die nordwestlichste Ecke von Dufourblatt IX (Topogr. Atl. Bl. 210).

A. Molasse.

Der westliche Teil des Untersuchungsgebietes wird eingenommen von mehr oder weniger horizontal gelagerter Molasse, der östliche befindet sich im Bereich der dislozierten Molasse. Beide Teile sind auch petrographisch voneinander verschieden.

1. Stratigraphisches.

Obere Süsswassermolasse.

Sie tritt uns im Gebiet von Sempach—Rothenburg und Eschenbach und in der Umgebung von Rotkreuz, Baar und Sihlbrugg in der bekannten Ausbildung als weiche Sandsteine von grauer und gelblicher Farbe mit mehr oder weniger mächtigen, oft bräunlichen und bituminösen Mergelzwischenlagen entgegen. Im Westen sind stellenweise dünne Lagen bunten Gerölles eingeschaltet, so z. B. bei Innerschibler und Ausserbenziwinkel östlich, resp. südöstlich Sempach (Top. Atl. Bl. 188). Im Osten trifft man hie und da Bänke bunter Nagelfluh, wie z. B. an der Baarburg¹⁾ und nördlich Sihlbrugg. Im Osten (Baarburg etc.) scheinen auch die Mergel- und Süsswasserkalkeinlagerungen häufiger zu sein als im Westen.

¹⁾ R. Frei, Geologische Karte des Lorzetobel—Sihlsprunggebietes (Kt. Zug), Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz, n. F. Lfg. 37, Spez.-Karte Nr. 70, 1912.

Marine Molasse.

Die Nagelfluhzone des Rotsees (Kaufmann), die auf Blatt VIII als obere Süsswassermolasse dargestellt ist, muss der marinen Molasse (wahrscheinlich dem Vindobonien) zugeteilt werden, da Kaufmann selbst südlich Rotkreuz marine Fossilien darin gefunden hat¹⁾. Die Sandsteinbänke derselben haben auch weniger petrographische Ähnlichkeit mit der obern Süsswassermolasse als mit der subalpinen Molasse. Diese Zone streicht nördlich vom Rotsee nach NE über Buchrain gegen Rotkreuz. Die Bänke bunter Nagelfluh scheinen gegen den Zugersee hin spärlicher zu werden. Die Mächtigkeit dieses Schichtkomplexes beträgt südlich Rotkreuz 190—200 m.

Die Zone des Plattensandsteins (Burdigalien) sticht topographisch westlich des Zugersees als Bergzug gut hervor. Marine Fossilien fand ich in einem kleinen Steinbruch östlich Root (Top. Atl. Bl. 192) zusammen mit Pflanzenresten (darunter ein Aststück von zirka 0,6 m Länge). Auch südlich Rotkreuz sind Pflanzenreste häufig. Diese Ablagerung ist daher wohl in der Nähe des Ufers entstanden. Bei Meierskappel ist sie gegen 900 m, südlich Root zirka 850 m mächtig. Derselbe Sandstein mit Fossilien ist bei Kämistall direkt ob Zug anstehend und ebenso bei der Waldhalde an der Sihl (Top. Atl. Bl. 191); die Fossilien konnten leider bis jetzt noch nicht bestimmt werden. Bei Zug ist dieser marine Sandstein im Süden schwierig abzugrenzen. Im Löffelbach bei Guggithal (Top. Atl. Bl. 193) schliesst er bunte Nagelfluhbänke ein.

In der Fortsetzung dieser Zone liegt die marine Molasse von Wollerau—Bäch am Zürichsee.

Rote Molasse.

Nördliche Zone. Diese ist bis jetzt bis zur Westseite des Zugerberges bekannt. Im Antiklinalkern am Hohrholen kommen südlich Rüti (westlich Schindellegi) braune und gelbliche, stellenweise knollige Mergel vor, die viel Ähnlichkeit mit roter Molasse haben. Ob sie wirklich mit dieser identisch sind, ist jedoch nicht festgestellt. Die rote Molasse besteht aus bunten und grauen Mergeln und mürben, graugelblichen Sandsteinen; sie hat petrographisch manche Ähnlichkeit mit der obern Süsswassermolasse. Südöstlich Buonas (Top. Atl. Bl. 192) fand ich in der Nähe der Grenze zwischen Plattensandstein und roter Molasse in einem Sandstein, der petrographisch eher zur letztern gerechnet werden muss, zahlreiche Blattabdrücke und Reste von andern Pflanzenteilen. Die nördliche rote Molasse ist vielleicht Süsswasserbildung; sie wird ins Aquitan gestellt. Entscheidende Fossilien fand ich nicht. Ihre Mächtigkeit beträgt bei Meierskappel zirka 1060 m, 3 km weiter südwestlich zirka 1100 m.

Südliche Zone. Sie besteht aus rötlichen, braunen, grauen oder grünen Mergeln mit nicht seltenen kohligen Beimengungen und aus braungrauen, gelblichen, mürben, oft grobkörnigen und dünnplattigen Sandsteinen. Die Sandsteine scheinen häufiger vorhanden zu sein als in der nördlichen Zone. Sie enthalten manchmal zahlreiche, gerundete Quarzkörner und zeigen rauh anwitternde Oberfläche (z. B. Gegend von Rotenturm). Pflanzliche Reste wurden am Südufer des Aegerisees beobachtet. In der Nähe der Südgrenze dieser Zone bemerkt man am Nordabhang des Rossberges und südlich vom Aegerisee Einlagerungen von Kalknagelfluh.

Diese Zone tritt östlich Walchwil am Zugersee in unser Untersuchungsgebiet und erstreckt sich, wie Blatt IX angibt, bis in die Gegend von Einsiedeln. Aber auch an den Bergen östlich der Sihl beobachtete ich die Gesteine dieser Zone, nämlich gelbliche, grobkörnige, mürbe, dünnplattige Sandsteine, die hie und da konglomeratisch werden, und schwärzliche, violette, bräunliche

¹⁾ F. J. Kaufmann, Gebiete der Kantone Bern, Luzern, Schwyz und Zug, enthalten auf Bl. VIII, Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz, Lfg. 11, 1872, S. 213 u. ff.

oder grünliche Mergel. Im Spreitenbachtal südlich Lachen wechseln Mergel mit Sandsteinen ab; im nördlichen Teil scheinen dort die Mergel, im südlichen mehr die Sandsteine vorzuherrschen. Östlich Altmatt ist diese südliche rote Molasse 950—1050 m mächtig. Ausser Pflanzenresten wurden keine Fossilien darin gefunden, die das Alter bestimmen liessen.

Hohrhonenschichten.

Die Hohrhonenschichten sind zwischen den beiden Zonen der roten Molasse als bunte Nagelfluh mit Sandstein (stellenweise granitische Molasse) und Mergel ausgebildet. Am südlichen Ufer des Aegerisees treten in der Nachbarschaft der südlichen roten Molasse beim Nashof (Top. Atl. Bl. 193) auch Kalknagelfluhbänke auf. In breitem Band zieht sich dieser Schichtkomplex von der Halbinsel Kiemen über den Zugerberg zum Hohrhon.

Südlich der südlichen Zone der roten Molasse bestehen die Hohrhonenschichten aus Kalknagelfluh und bunter Nagelfluh. Die erstere begleitet in einem einige 100 m breiten Band die rote Molasse. Gegen Süden geht sie allmählich in bunte Nagelfluh über, die im Südwesten Rossberg und Rigi bildet. Die allmähliche Zunahme der kristallinen Gerölle nach Süden kann man sowohl am Morgarten, wie am Höhenzug Samstageren nordöstlich Rotenturm beobachten. Doch nicht nur gegen das Liegende ist Verarmung an bunten Geröllen zu konstatieren, sondern diese scheinen auch innerhalb der Schichten selbst gegen Nordosten mehr und mehr zurückzutreten. So scheinen sie östlich von Rotenturm weniger zahlreich zu sein als südwestlich davon am Morgarten; noch spärlicher sind sie südlich Einsiedeln. Auch die Nagelfluhbänke selbst werden weniger mächtig und verlieren sich, besonders in den südlichen Partien, teilweise ganz, je mehr man vom Gebiet Sattel—Morgarten gegen die Sihl fortschreitet.

Auf Blatt IX sind die Hohrhonenschichten als untere Süsswassermolasse dargestellt. Aus der tektonischen Stellung westlich des Zugersees, wo sie den Südschenkel einer Antiklinale bilden, scheint hervorzugehen, dass sie dort eher gleichaltrig mit der marinen Molasse des Nordschenkels, jedoch die Land- oder Süsswasserfacies derselben sind. Fossilmangel lässt aber einen Beweis dieser Auffassung nicht zu. Auch ist der petrographische Unterschied doch ziemlich gross; die Rotseeschichten allein zeigen ähnliche Facies wie die Hohrhonenschichten.

2. Tektonisches.

Die **nördliche Antiklinale** gibt sich westlich des Zugersees durch von der Zone der roten Molasse beidseitig wegfallende Schichtenkomplexe geometrisch zu erkennen. Die Schichten der roten Molasse selbst stehen im Gebiet des Siegfriedblattes Meierskappel steil. Der nördliche Flügel, den Rotseeschichten und Plattensandstein bilden, richtet sich aus seiner ziemlich flachen Lage nördlich des Rotseetales gegen den Zugersee hin allmählich steil auf; demgemäss werden die Gesteinszonen in dieser Richtung schmaler. In der Nähe des Zugersees geht das SW—NE-Streichen ziemlich plötzlich in annähernd W—E-Streichen über. Die Nagelfluhbänke des Vindobon südlich Rotkreuz treffen so in ihrer Verlängerung die obere Süsswassermolasse der Gegend von Buonas. Ausserdem bemerken wir in diesem Gebiet mehrere tiefe Einschnitte quer durch die marine Molasse, denen ähnliche Einschnitte westlich und auf der Halbinsel Kiemen teilweise zu entsprechen scheinen. Landstrasse und Eisenbahn benützen einige dieser Kerben. Ich konnte mich des Eindrucks nicht erwehren, dass hier mehrere Querbrüche diese Erscheinungen verursacht hätten. Man kann sich ja kaum vorstellen, wie die Erosion allein diese zum Teil recht scharfen Kerben senkrecht zu den widerstandsfähigen Bänken des Plattensandsteins und den wechselnd harten Hohrhonenschichten hätte einschneiden können. Sind dagegen Brüche vorhanden, so ist leicht verständlich, wie längs diesen Linien des gelockerten Gesteinsverbandes die nachtastende Erosion die harten Rippen durchschneiden konnte.

Es scheint, als ob die Aufstauung des Nagelfluhklotzes des Rigi sich auch noch weiter nordwärts geltend gemacht und den Nordflügel der Antiklinale steil aufgerichtet habe. Vor dem Ausgang des Reusstales fehlte ein solcher stärkerer Schub, die Rotseeschichten liegen flacher. Auch gegen den Zugersee hin scheint die stauende Kraft etwas weniger intensiv gewesen zu sein, die vorhandenen Differenzen in den Spannungen lösten sich in Brüchen auf. Der strikte Beweis für die Existenz dieser Brüche konnte jedoch infolge der geringen stratigraphischen Unterschiede der Schichten und der ungünstigen Aufschlüsse wegen nicht erbracht werden.

Jenseits des Zugersees ist die Antiklinallinie kaum zu erkennen, da mächtige Diluvialablagerungen die Molasse hier grösstenteils verdecken. An der Westseite des Zugerberges scheint das Gewölbe etwas nach Norden übergelegt zu sein. Die Antiklinallinie erscheint wieder am Nordabhang des Hohrhonens. Der Südschenkel hat hier eine Neigung von $25-30^\circ$, der Nordschenkel dagegen ist steil aufgerichtet ($45-80^\circ$). Beim Kreuzbrunnen südlich Hütten (Top. Atl. Bl. 242) beobachtete ich kleine Überschiebungen und Verbiegungen im Kern der Antiklinale. Am westlich von hier vorspringenden Sporn von Ober-Sparen beobachtet man Sandstein- und Nagelfluhbänke des flachern Südflügels, deren Verlängerung nach Osten über diese zum Teil steil gestellten Schichten bei Kreuzbrunnen zu liegen kommt. Es besteht einige Wahrscheinlichkeit, dass der Südflügel des Hohrhonengewölbes auf den Nordflügel hinaufgeschoben ist. Die Annahme einer solchen Überschiebung löst auch den Widerspruch auf, der in dem petrographischen Unterschied zwischen Nord- und Südschenkel besteht; wir vermissen im Nordschenkel nämlich die zahlreichen Nagelfluhbänke des Kammes und des Südabhanges des Hohrhonens, die doch bei einem normalen Gewölbe auch dort zu finden sein sollten.

In der Gegend von Schindellegi verschwindet die Antiklinale. In ihrer östlichen Verlängerung liegt der Etzel, an dem die Schichten relativ schwach gegen Norden einfallen. Steile Schichtlage trifft man erst wieder weiter südlich an der Sihl bei der Teufelsbrücke (Top. Atl. Bl. 243) in der Verlängerung des Südflügels des Hohrhonengewölbes. Zwischen Etzel und Hohrhonens besteht daher wohl eine quer verlaufende tektonische Störung.

Wie der marine Sandstein bei der Waldhalde an der Sihl westlich Hütten (Top. Atl. Bl. 242), dessen Schichten im Norden flach, im Süden steil gegen Südosten einfallen, in das tektonische Bild der Umgebung des Hohrhonens einzuordnen ist, ist noch unklar.

Von dem Vorhandensein der **südlichen Antiklinale** im Untersuchungsgebiet westlich Einsiedeln habe ich mich bis jetzt nicht überzeugen können. Das gleichsinnige Fallen aller Schichten nach Südosten spricht wenig für antiklinalen Bau. Nordöstlich Einsiedeln bemerken wir dagegen wieder eine geometrische Antiklinale. Diese tritt also auf in einer Gegend, wo die Hohrhonenantiklinale verschwindet. Ihren Kern bilden die steil gestellten Schichten der südlichen Zone der roten Molasse. Es ist auffallend, dass diese Zone westlich Einsiedeln bei einem südlichen Schichteinfallen von $35-50^\circ$ eine Breite von 1.2—1.5 km einnimmt, südlich Lachen bei viel steilerer Stellung dagegen auf einer Breite von zirka 2.2 km zu sehen ist. Ob dies eine Zunahme der Mächtigkeit darstellt, was einer Verdoppelung derselben gleichkäme, oder ob die Tektonik hier eine Rolle spielt, bleibt noch zu untersuchen.

Eine Querstörung in dieser südlichen Zone dürfte an der Südseite des Aegerisees verlaufen (Top. Atl. Bl. 258). Man beobachtet, wie die topographisch scharf hervorstechenden nördlichsten Kalknagelfluhbänke sich von der Finsternfluh her über P. 782 und P. 781 ziehen und von P. 739 an der Landstrasse bei Schornen noch zirka 0.5 km weiter westlich verlaufen, um dort an einer Erosionsrinne plötzlich abubrechen. Zirka 250 m weiter südlich dagegen streichen die nördlichsten mächtigen Nagelfluhbänke des Kaiserstocks am Nordostabhang dieses Berges in einem Steilabsturz empor. Ist dieser Bruch eine reine horizontale Transversalverschiebung, so beträgt deren Ausmass zirka 250 m.

Die Untersuchungen mussten leider abgebrochen werden, bevor eine definitive Erledigung aller aufgetauchten Fragen möglich war. Sie zeigten jedoch, dass die Vorstellung des relativ einfachen Baues der subalpinen Molasse noch mancher Berichtigung bedarf.

B. Diluvium.

Während der Diluvialzeit breiteten sich über unser Untersuchungsgebiet der Reuss- und der Linthgletscher aus. Der westliche Abschnitt des Gebietes liegt relativ tief und bildet einen Teil jener Zone, in der die Molasseoberfläche geringere Höhen erreicht als weiter nordwärts. Diese Zone verläuft vom Sempachersee aus ostwärts südlich der Höhenzüge zwischen Suhrtal und Seetal, südlich vom Lindenberg, Albiszug und Pfannenstiel. Im Westen liegt sie vollständig in der ungestörten Molasse; vom Zugersee ab ostwärts greift sie immer tiefer in die dislozierte Molasse ein ¹⁾.

Westlich des Zugersees sind in dieser Zone die Diluvialablagerungen recht spärlich. Die Molasse tritt in grossen Flächen zutage, besonders im Süden von nordwärts aufsteigenden Bergzügen, so z. B. in der Gegend von Sempach—Rain, südlich des Lindenberges, ähnlich wie auch östlich vom Zürichsee in der Gegend von Hombrechtikon am Südabhang des Pfannenstiels. Hier, wo sich das Eis eines Gletschers spalten musste, hat es den Untergrund anerodiert. Das Molassegebiet Sempach—Rain ist deutlich terrassiert. Südöstlich Sempach sind die Terrassen, zweifellos Schichtterrassen, sanft nach Nordosten, in der Umgebung von Rain nach Norden geneigt. Der Gletscher scheint bei der Herauspräparierung der festern Molasseschichten mitgeholfen zu haben. Dies zeigen einige Torfmoore, die in Molasse eingebettet sind und zum Teil auf Seekreide liegen, so z. B. das Rothenburgermoos (Top. Atl. Bl. 202), das Turbenmoos zwischen Sempach und Rain (Seekreide am Hapferenbach), das Glögglimoos westlich Rain (Torf auf Seekreide mit Schnecken). Andere Moore dagegen sind von Moränen abgedämmt. Weniger ausgeprägt ist die Terrassierung südlich vom Lindenberg in der Umgebung von Giebelfüh—Inwil (Top. Atl. Bl. 189). In diesen Gebieten trifft man auch zahlreiche Rundhöcker. Sie sind der Gletscherbewegung entsprechend orientiert, d. h. südöstlich Sempach ist ihre Längsdimension von SE nach NW, in der Umgebung von Giebelfüh ungefähr von SSW nach NNE gerichtet.

In diesem Gebiet westlich des Zugersees bilden Moränenablagerungen meistens nur einen dünnen Überzug über die Molasse, der bei der Mangelhaftigkeit der Aufschlüsse meist sehr schwierig zu erkennen ist; oft trifft man ihn unvermutet in gelegentlichen Aufschlüssen, wie z. B. in Brunnenschächten. In grösserer Mächtigkeit liegen die Diluvialbildungen in der Gegend von Eschenbach—Urswil—Ballwil und südwestlich Dietwil (Top. Atl. Bl. 189). Bei Eschenbach und Ballwil liegen Moränen der letzten Vergletscherung auf einem lockern, frischen Schotter, der in 470 bis zirka 500 m ausstreicht. Derselbe Schotter ist auch beim Feldhaus südlich Hochdorf aufgeschlossen. Er gehört vielleicht einem frühern Stadium der letzten Vergletscherung an. Sowohl bei Eschenbach als bei Dietwil bilden die Moränen eine Art Drumlinlandschaft. Dass alle Moränenhügel echte Drumlins sind, möchte ich aber bezweifeln, da einige in Reihen hintereinander liegen und Stücke von Längsmoränen zu bilden scheinen.

Von einigen rundlichen Hügeln lässt sich kaum sagen, ob es Molasserundhöcker, Drumlins oder Drumlins mit Molassekern oder Molassesockel sind. Dies ist z. B. der Fall mit den Hügeln Eichhörli, Oberrutzigen und P. 545 westsüdwestlich Eschenbach. Der Riedhofhubel südsüdwestlich Rain (Top. Atl. Bl. 188) scheint ein Drumlin mit Molassekern oder -sockel zu sein.

In ganz enormen Massen ist diluvialer Schutt nordöstlich des Zugersees in der weitem Umgebung von Menzingen abgelagert worden. Hier schwankten die Ränder des Reuss- und des Linthgletschers hin und her, sich bald berührend, sich bald wieder trennend. Hier entledigte sich das Eis grosser Massen seines Transportmaterials. Man kann drei verschiedenaltige Ablagerungen unterscheiden: Die Nagelfluh der Baarburg, von Josephsgütsch und im Oberkellenholz ist vom Alter der Hochterrasse, im Oberkellenholz wurde in ihrem Liegenden Moräne gefunden; die Schotter des Lorze- und Sihltals mit ihren dazwischengeschalteten Moränenbändern müssen als Produkte der vorletzten grössten Vergletscherung aufgefasst werden; die hangenden Gletscher-

¹⁾ R. Frei, Monographie des schweizerischen Deckenschotter. Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz, n. F. Lfg. 37, 1912, Seite 69.

ablagerungen, die die typische Moränenlandschaft von Menzingen bilden, stammen aus der Zeit der letzten Vergletscherung¹⁾.

Beim Maximum dieser letzten Vergletscherung war das ganze Gebiet des Menzinger Plateaus vom Eise bedeckt. Damals setzte der Reussgletscher die schöne Wallmoräne auf der Westkante des Zuger- und Walchwilerberges ab, die ob Walchwil 1000 m, auf dem Zugerberg 950 m erreicht (Top. Atl. Bl. 193 und 207). Östlich Walchwil zieht sie sich ununterbrochen 4 km weit gegen NNW und hält den Lotenbach auf einer langen Strecke auf der Höhe des Berges.

Die höher liegenden, stark vertorften und kaum gegliederten Moränenmassen der Walchwiler Oberallmend und des hintern Geissbodens gehören wohl der vorletzten Vergletscherung an, wie auch Zugerberg Hohwacht und P. 929 nordnordöstlich davon. Östlich der Walchwiler Oberallmend streicht beim Pfaffenboden in 1060 m, an der Brandfluh in 1110—1140 m eine ziemlich feste, wenig verwitterte, löcherige Nagelfluh mit wenigen schwach gekritzten Geschieben aus. Trotz ihrer Höhenlage ist sie doch wohl jünger als Deckenschotter; sie kann also nur ein Produkt der grössten Vergletscherung sein. Über ihr findet man bei Grossmattstollen diluviale Gerölle derselben Vergletscherung bis 1168 m hinauf. Bis mindestens in diese Höhe reichte demnach damals das Eis. Auch nördlich von hier scheint bei Berneren (1042 m) ähnlicher Schotter vorzukommen.

Das Plateau des Zuger- und Walchwilerberges ist als Rest der praeglacialen Landesoberfläche angesehen worden²⁾. Es wird aber von Ablagerungen aus der jüngern Diluvialzeit gebildet. Denkt man sich alle diese Diluvialbildungen entfernt, so wird eine recht unregelmässig geformte, ziemlich stark nach Westen geneigte Molasseoberfläche entblösst, die allein in der Umgebung des Hönggigütsch (1043 m) sich über die Höhe der praeglacialen Oberfläche erhebt, an den meisten übrigen Punkten aber tief darunter bleibt. Ihre Bildung datiert daher aus der Zeit nach der ersten Vergletscherung.

Dass bei P. 929 nordnordöstlich Zugerberg Hohwacht Moräne der vorletzten Vergletscherung liegt, wurde aus dem Vorhandensein von Sernifit geschlossen; denn es ist kaum anzunehmen, dass bei der letzten Vergletscherung der Linthgletscher sich bis an den Zugerberg vorschieben konnte. Unter dieser Moräne streicht im Riesewald ein Sernifit haltender, verkitteter Schotter aus, dessen Schichten mit 25—30° gegen Nord geneigt sind; nach unten geht er in Schottermoräne über. Dies ist zweifellos die Ausfüllung eines Stausees im Winkel zwischen Reuss- und Linthgletscher.

In der Nähe der Passhöhe der Strasse Ober-Aegeri—Biberbrücke liegt bei Raten in 1090 bis 1124 m eine stellenweise undeutlich geschichtete Nagelfluh mit spärlichen gekritzten Geschieben und nicht seltenen Sernifitgeröllen (Top. Atl. Bl. 244). Etwa 300 m nördlich der Passhöhe wurde ein 0.5 m Durchmesser haltender Sernifitblock auf 1070 m getroffen. Auch hier haben wir es ohne Zweifel mit Ablagerungen der vorletzten Vergletscherung zu tun; denn zur letzten Eiszeit konnte der Linthgletscher nicht bis hierher gelangen und für Deckenschotteralter ist die Nagelfluh zu frisch.

Aus diesen Vorkommnissen an der Nordostkante des Zugerberges und auf der Wasserscheide zwischen Aegerisee und Bibertal müssen wir schliessen, dass bei der vorletzten Vergletscherung ein Arm des Linthgletschers südlich am Hohnen vorbei durch das Aegeriseebecken seinen Weg nach Nordwesten nahm. Sernifit auf der Kreuzweid westlich Einsiedeln in 1150 m, bei Tristel

¹⁾ Ausführliche Beschreibung in: R. Frei, Deckenschotter, l. c. S. 31—73; vergl. auch R. Frei, Geologische Karte des Lorzetobel—Sihsprunggebietes, l. c.

(Diese Auffassung von R. Frei hat sich bei meiner Revision nicht als stichhaltig erwiesen, vielmehr halten wir Sihsprung, Kellenholz, Baarburg und Lorzetobel-Nagelfluh für Deckenschotter, und verweisen auf Verhandlungen der Schw. naturf. Ges. von Frauenfeld 1913: „Rückläufiger Deckenschotter“, Seite 200, und Eclogae, vol. XII, Nr. 5, pag. 682. Alb. Heim.)

²⁾ Penck und Brückner, Die Alpen im Eiszeitalter. Leipzig 1909. S. 471.

J. Früh, Exkursion zum Studium der morphologischen Verhältnisse der Alpen und ihres Vorlandes. Livret des excurs. scient. IX^e Congr. intern. de Géogr. Genève 1908. S. 30.

nordwestlich Einsiedeln (Top. Atl. Bl. 244), beim Stöcklikreuz südsüdwestlich Lachen auf der Wasserscheide zwischen Zürichseetal und Sihltal in 1250 m (Top. Atl. Bl. 243) zeigt, dass sich dieser Arm schon östlich vom Etzel vom Hauptarm abgezweigt hatte und südwärts bis gegen Einsiedeln vorgedrungen war. Dieses Abdrängen von Linthgletschereis war eine Folge des starken Anschwellens des Walenseearms des Rheingletschers¹⁾.

Während der letzten Vergletscherung war das Aegeriseebecken allein von einem Arm des Reussgletschers ausgefüllt. Beim Maximum derselben stand das Eis in der Gegend von Unter-Aegeri wohl ungefähr gleich hoch wie an der Westkante des Zugerberges. Die Terrasse Vorder-schneit (zirka 950 m)—Hinterschneit—Hinterwieden—Feuerschwand (940 m) nordöstlich Unter-Aegeri entspricht vielleicht diesem Maximalstande und hat damals als Boden einer Schmelzwasserrinne gedient. Südlich Feuerschwand liegt in der Nähe von P. 945 verkittete, etwas blockige Schottermoräne als Ausfüllungsrest dieser Rinne. Bremenhöhe und Schurtannenweiden, sowie kurze Wälle zwischen Zinggenbach und Gschwend in 1016 m Höhe bestehen wohl aus Moräne der vorletzten Vergletscherung.

Während der letzten Eiszeit drang auch ein Arm ins Hürital ein. Moränenreste in zirka 920 m im Hintergrund dieses Tales bei Schüsselbach (Top. Atl. Bl. 207) bezeichnen wohl das äusserste Ende dieses Gletscherlappens. Zur gleichen Zeit mochte der Gletscher östlich Ober-Aegeri in der Gegend der Strasse nach Biberbrücke seinen Maximalstand von rund 1000 m Höhe erreicht haben. Während des Rückzugs dieser Vergletscherung wurden die zahlreichen kurzen und unbedeutenden Moränenwälle nördlich und östlich Ober-Aegeri gebildet. In dieser Zeit entstand auch bei einem temporären Stillstand des Gletschers ein kleiner See bei Vorder-Kuhwart westlich Unter-Aegeri zwischen Eis und Bergabhang, dessen Spiegel in etwa 800 m Höhe lag. Er wurde durch Gletscherschutt ausgefüllt; das Material, das man heute noch antrifft, ist schief, stellenweise etwas undeutlich geschichtet und enthält gekritzte Geschiebe.

Die innere Reihe der soeben genannten Wallmoränen von Ober-Aegeri (Top. Atl. Bl. 193) bei Gulm (820 m), Eggboden, Hasenloh, Erliberg (790 m) entspricht wohl der flachen Moräne der Allmend westlich Unter-Aegeri (P. 775, P. 767, P. 771), sowie den Moränen bei Weissenschwendi südsüdwestlich Unter-Aegeri und vielleicht auch den schwachen Wällen zwischen der Säge und Lutischwand. Westlich der Allmend dehnt sich eine ziemlich ebene, bergwärts sanft ansteigende Fläche aus (Boden, Spillenschür), in die sich der Hafenbach eingegraben hat. Es liegt hier ohne Zweifel ein alter, jetzt zerschnittener Schuttkegel des Hafenbaches und seines Zuflusses vor der Stirn der Allmendmoräne, der gebildet wurde während und nach der Aufschüttung dieses Walles. Einen ähnlichen diluvialen Schuttkegel, der vielleicht etwas älter ist, finden wir nordwestlich von hier im Sigristenboden und Hinterm Knoden. Als nach dem Rückzug des Gletschers die Lorze sich tiefer einschnitt, wurde die Erosionsbasis dieser Seitenbäche tiefer gelegt, sie mussten ihre eigenen Schuttkegel wieder zerschneiden.

Nach dem Rückzug des Eises hinter den Aegerisee hatte dieser noch nicht seinen heutigen Stand erreicht. Sein Spiegel lag ursprünglich höher und wurde in der Folge sukzessive durch das Einschneiden der Lorze tiefer gelegt. Man kann über dem heutigen Wasserspiegel (727.7 m) ungefähr zwei Niveaus von Seebildungen erkennen. Das obere zeigt einen um etwa 23 m höhern Wasserstand an und wird bestimmt durch die kleinen Terrassen von zirka 750 m absoluter Höhe bei Tschupplen und vielleicht auch bei Enge am obern Ende des Sees (Top. Atl. Bl. 258); bei Tschupplen besteht die Terrasse aus schief gegen Nordwesten geschichtetem Schotter mit gekritzten Geschieben. 1 km östlich Unter-Aegeri liegt ein kleiner Schotterrest, der bis etwa 17 m über dem Seeniveau aufgeschlossen ist. Die Schotterschichten fallen mit zirka 20–25° nach Süden; Eckiges und Gekritztes ist nicht selten. An der Basis tritt in zirka 9 m relativer

¹⁾ Vergl. R. Frei, Deckenschotter, I. c. S. 47, 63, 73.

— — Karte der diluvialen Gletscher der Schweizalpen. Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz, n. F. Lfg. 41, Spezialkarte Nr. 74, 1912.

Höhe eine Quelle aus. Dieser Rest ist vielleicht auch noch eine Bildung des Sees von zirka 23 m relativer Spiegelhöhe.

Das tiefere Niveau von zirka 13 m relativer Höhe ist durch zahlreichere Ablagerungen bestimmt. Am Südende des Aegerisees bilden bei Neumatt Tone mit Geschieben ein kleines, kaum bemerkbares Terrassenstück von zirka 740 m Höhe; in gleicher Höhe liegen westlich Enge und südlich Riedmatten kleine Terrassen. Es sind dies wohl tonige Ufer- oder Seebodenbildungen des um zirka 13 m höher stehenden Sees. Bei Hauptsee, zirka 0.5 km nördlich des Morgarten-denkmals (Top. Atl. Bl. 244) ist von 738—730 m feiner, schief gegen Westsüdwest geschichteter Schotter mit vielen eckigen Geschieben aufgeschlossen; an der Basis tritt eine Quelle auf stark lehmigem Schotter aus. Bei Ober-Aegeri ist der rezente Schuttkegel des Dorfbaches in die Reste eines ältern eingesenkt, dessen äussere Kante in zirka 740 m, d. h. zirka 13 m über dem heutigen Spiegel liegt. Auch der grosse Schuttkegel des Hüribaches südlich Unter-Aegeri ist in einen ältern eingesenkt. Wir finden dessen Reste noch als Terrassen bei Bachmattli (766 m), bei Blacki, Riedli und Bogenmatt; die nördliche Kante liegt etwa 750 m hoch. Ob dieser ältere Schuttkegel dem obern oder dem untern Seeniveau entspricht, können wir aus den bis jetzt bekannten Tatsachen noch nicht entnehmen, da wir nicht wissen, wie viel von seinem peripheren Teil schon aberodiert ist.

In das Hochtal Rotenturm—Altmatt entsandte der Reussgletscher ebenfalls einen Arm. Am Südabhang des Morgarten fand ich in 1050 m Höhe bei Geissmoosweid (Top. Atl. Bl. 258) einen Granitblock von 1.6 m maximalem Durchmesser. Östlich der Passhöhe Aegeri—Biberbrücke erreichte der Gletscher zur letzten Eiszeit gegen 1000 m Höhe, ähnlich wie auf der Westseite der Wasserscheide. Zu jener Zeit verschmolz dieser Reussgletscherarm mit einem Lappen des Linthgletschers, der zwischen Etzel und Hohrhonon nach Süden bis etwas über Biberbrücke vorgedrungen war. Stirnmoränen aus der Zeit der Maximalausdehnung findet man daher hier nicht. Als das Eisniveau sank, trennten sich die beiden Lappen; der Reussgletscherarm blieb zwischen Biberbrücke und Altmatt einige Zeit stationär und schüttete vor seiner Stirn die beiden flachen, miteinander verschmelzenden und fast vollständig vertorften Moränenwälle von Wolfshachen—Stöcken und Weiher—Wettertanne auf. Ihre Fortsetzung an der Westseite des Tales ist die Moräne des Schönenbodens, an der Ostseite zwei Wälle zwischen der Äussern und Mittlern Altmatt. Innerhalb dieser Moränenumrahmung dehnt sich ein riesiges Torfmoor fast bis Rotenturm hinauf aus. Bei diesem letztgenannten Orte ziehen noch einige niedrige, kurze Wälle bogenförmig über das Tal.

Oberhalb davon bilden Schuttkegel der Seitenbäche den Boden des Haupttales bis Biberegg hinauf. In der Verlängerung des Bibertales liegt das Tal der obern Steineraa. Dieses scheint der natürliche Anfang des für den Biberbach viel zu weiten Tales von Rotenturm—Biberbrücke zu sein. Die Steineraa, die bei Biberegg plötzlich rechtwinklig nach Südwesten abbiegt, ist wohl durch ihren eigenen Schuttkegel in das sich von Sattel her rückwärts einschneidende Tal von stärkerem Gefälle abgelenkt worden.

Zwischen Einsiedeln und Biberbrücke trifft man drei verschiedene Schotterniveaus: Sernifit führender Schotter liegt in 960—1020 m Höhe in der Gegend des Katzenstrick südlich Biberbrücke; er ist sowohl an der Ostseite längs der Strasse, als am Westabhang unter Kürisegg aufgeschlossen. In zirka 880—900 m ist Schotter zu beiden Seiten der Alp bei der Säge nördlich Einsiedeln sichtbar (Top. Atl. Bl. 245). Ebenso besteht das Plateau von Bennau bei Biberbrücke (zirka 880 m hoch) aus 20 m mächtigem Schotter. Diese Ablagerungen in den drei verschiedenen Niveaus entstanden im Bereiche der Enden des Linth-, Reuss-, Alp- und Sihlgletschers. Der höchste Schotter ist von Moräne überlagert, die ihrer Höhenlage wegen (bis 1071 m) der vorletzten Vergletscherung angehören muss. Der liegende, frische und wenig verkittete Schotter ist wohl bei einem Vorstossstadium dieser Vergletscherung abgelagert worden. Die Sernifitführung von Schotter und Moräne zeigt, dass beide ein Produkt des Linthgletschers sind.

Der Schotter an der Alp wird von Moräne der letzten Eiszeit überlagert und stammt wohl aus den frühern Stadien dieser Vergletscherung. Die Terrasse von Bennau scheint moränenfrei

zu sein. Aus ihrer Neigung gegen Südsüdwest und aus dem Vorkommen von Sernifit im Schotter geht hervor, dass dieser vom Linthgletscherlappen abgspült worden ist. Es geschah dies wohl im Winkel zwischen den Stirnen des Linth- und Reussgletschers, zu einer Zeit, als sich die beiden schon getrennt hatten.

Durch das Sinken des Eisniveaus wurden die einzelnen Gletscherzungen der vier verschiedenen Gletscher individualisiert. Ein Lappen des Linthgletschers lag noch zwischen Etzel und Hohrhonon und bildete den nach Süden konvexen Moränenbogen von Hochmatten (Top. Atl. Bl. 243)—Hartmannsegg (Top. Atl. Bl. 245)—Altenberg (Top. Atl. Bl. 244), innerhalb welchem das Torfmoor Schwantennau liegt. Der Sihlgletscher lagerte die nördlich Einsiedeln nordwärts ziehende und dann nach Osten umbiegende mächtige Wallmoräne Neuboden—Kummenweid—Hirzenstein zwischen Alp und Sihl ab. Diese beiden Moränenbogen tangieren sich; sie sind wahrscheinlich gleichzeitig entstanden und wohl auch zur gleichen Zeit wie die Moräne des Reussgletscherlappens nördlich von Altmatt. Aus demselben Stadium stammen wohl auch die Moränenmassen dicht nordöstlich Einsiedeln. Ihre Oberfläche zeigt drumlinartige Formen, die merkwürdigerweise die Richtung des grossen Moränenbogens schief schneiden, indem sie von Südost nach Nordwest streichen. Gleichaltrig mit den genannten Moränenbogen sind vielleicht die flachgewölbten, tonreichen, vom Alpgletscher herrührenden Moränenmassen unmittelbar westlich der Alp bei Einsiedeln. — Im Zungenbecken des Sihlgletschers entstand das ausgedehnte bekannte Torfmoor von Einsiedeln, das Todtmeer.

Die Fortsetzung des Moränenbogens von Altenberg etc. schmiegt sich südlich der Sihl an die Westseite des Etzels an (P. 958, Enzenau, Top. Atl. Bl. 243). Sie ist älter als die Moräne von Schindellegi, die einen kleinern Gletscherstand repräsentiert und hier ebenfalls auf den Etzel zu zieht. Da diese dem Zürcherzuge angehört, entsprechen die soeben beschriebenen Moränenbogen einem Stande des Linthgletscherendes zwischen Killwangen und Zürich.

Sihl-, Alp- und Bibertal sind durch die ungeheuren Moränenmassen und ihre Stauprodukte hoch aufgefüllt worden. Die ursprünglichen Talsohlen liegen tief unter den heutigen; jene besaßen wohl ein ziemlich regelmässiges Gefälle gegen den Zürichsee hin.

Der Kamin des Hohrhonon (höchster Punkt 1236 m) war während der beiden letzten Vergletscherungen eisfrei, grosse Teile des Bergzuges waren nur kurze Zeit vom Gletscher bedeckt. Der Hohrhonon zeigt darum deutlich die Spuren einer langen Wassererosion, die besonders am Südabhang gut bemerkbar sind. Hier sind mehrere Schluchten senkrecht zum Schichtstreichen eingeschnitten. Dazwischen springen mehrere Sporne bastionsartig vor. Es sind dies die folgenden von Osten nach Westen angeordnet: P. 1026 östlich Klinsen; Farrengütsch 945 m; P. 1036 und P. 1031; P. 1046; Vogelsang 1062 m; Altgütschfesse 1093—1097 m; P. 1114; P. 1121; dann auch vielleicht Gottschalkenberg 1141—1152 m. Es ist auffallend, wie regelmässig alle diese Sporne von Westen nach Osten an Höhe abnehmen; es scheint, als wären sie Reste eines alten, gegen Ostnordosten sich senkenden Talbodens, der seiner Höhe nach der praeglacialen Landesoberfläche angehören dürfte. Farrengütsch ist wohl durch nachträgliche Erosion stark erniedrigt worden. An der Nordseite des Hohrhonon gehört wohl noch der Rossberg (1021 m), an dem die Molasse bis mindestens 980 m hinaufreicht, in diese Reihe.

Mit dem oben erwähnten Zürcherzuge gleichaltrig ist die Moräne von Dübendorf (Gfenn-Hegnau, Top. Atl. Bl. 210) im Glattale, deren Umgebung im Frühjahr 1911 untersucht wurde. Beide bilden einen Teil des innern Kranzes der Jungendmoränen. Zwischen dieser Moräne und den nordöstlich Volketswil—Wangen aufsteigenden Hügeln flossen die Schmelzwasser nach Nordwesten ab. Kesberg südlich Volketswil, Feldhof, Aeschthürli, Stiegenhof liegen in dieser Abflussrinne.

Bei Wangen liegt stark verfestigter Schotter von 455 m bis über 490 m. An seiner Basis treten zahlreiche starke Quellen aus. Er enthält Julier- und Albulagranit, recht spärlich Sernifit; es wurden auch hohle Gerölle gefunden (neue Reben südöstlich Wangen). Dieselbe Nagelfluh traf ich auch im Wald bei Hurlistein nördlich Wangen in der Nähe der Bahnlinie in 480 m; nord-

östlich davon wird sie im Bahneinschnitt ausgebeutet. Sie wurde ferner beim Bahnwärterhäuschen bei Schoren südlich Tagelswangen in 490 m getroffen. Auf 470 m bemerkt man die Nagelfluh beim Bahnwärterhaus Grissloo nördlich Baltenswil, sowie auch südöstlich davon im Einschnitt des Strässchens nach Tagelswangen. Auch südlich Gutenswil steht eine gut verfestigte Nagelfluh in 510—524 m an. Sernifit und hohle Gerölle sind darin nicht selten. Eine ähnliche Nagelfluh ist im Rebberg östlich Gutenswil 12 m hoch aufgeschlossen. Sie reicht bis 560 m hinauf. Ich fand dann Melaphyr; kristalline Gesteine sind im übrigen aber selten.

Es ergibt sich aus alledem, dass der Schotter von Wangen in ziemlich grosser Ausdehnung vorhanden ist. Überall ist er von Moräne der letzten Vergletscherung überlagert; Moräne derselben Vergletscherung liegt aber auch in demselben oder in tieferm Niveau wie der Schotter. Er ist also vor Ablagerung dieser jüngern Moränen erodiert worden, ist demnach beträchtlich älter wie diese. Wahrscheinlich gehört er der Hochterrasse an.

Der Hügelzug zwischen Wangen—Gutenswil und dem Kempttal besteht aus kiesigen und sandigen, oft schwach geschichteten Moränenmassen, die eine stark wellige Oberfläche bilden. Es sind hier zahlreiche drumlinartige Formen vorhanden. Eine typische Drumlinlandschaft bildet die Umgebung von Effretikon. Alle diese Moränen sind älter als der innere Kranz der Jugendmoränen.

Balikpapan (Ost-Borneo), 26. August 1913.

Die Druckkorrekturen dieser Arbeit waren eben besorgt, als uns durch den Chefgeologen der Bataafschen Petrolgesellschaft in Haag, Herrn Dr. Jos. Erb, die Trauerbotschaft aus Indien übermittelt wurde, dass Dr. Roman Frei, der seit Sommer 1912 als Petrolgeologe in Borneo tätig war, dort am 20. März am Typhus gestorben ist. Der verstorbene Mitarbeiter erreichte ein Alter von nur 26 Jahren. Wir verdanken ihm von den „Beiträgen“: n. F., Liefg. XXXVII: „Monographie des schweizerischen Deckenschotter“; n. F., Liefg. XLI, 2. Teil: „Über die Ausbreitung der Diluvialgletscher in der Schweiz“; n. F., Liefg. XLV, 1. Teil: „Geologische Untersuchungen zwischen Sempachersee und Oberem Zürichsee“. Das letztere ist eine Arbeit, welche aus seinen Beobachtungen zur Revision von Blatt VIII und IX (in 1:100,000) im Sommer 1911 hervorgegangen war; das Manuskript dazu hat er in Borneo geschrieben.

Alle, die den gründlichen Forscher, den treuen und bescheidenen Menschen kannten, schätzten ihn hoch und hatten ihn lieb.

Zürich, den 25. März 1914.

Dr. Alb. Heim,
Präsident der Schweiz. Geolog. Kommission.