Zeitschrift: Jahresbericht der Geographischen Gesellschaft von Bern
Herausgeber: Geographische Gesellschaft Bern
Band: 20 (1905-1906)

Artikel: Die eiszeitliche Vergletscherung des Saanegebietes
Autor: Nussbaum, Fritz
Kapitel: III: Die grössern Talgletscher der Voralpen
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-322461

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 15.07.2025

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

Sämtliche fünf Eisströme entquollen grossen Ursprungskaren, in deren Hintergrund heute noch Firnfelder und Hängegletscher vorkommen. Beim Saanegletscher ist die Wandverwitterung bezw. rückschreitende Abtragung im Ursprungskar so weit gediehen, dass die Karwand teilweise verschwunden ist und nur durch den Grat, über den der Pass führt, angedeutet wird. Diese Abtragung fand vor dem Daunstadium statt.

Dritter Teil.

Die grössern Talgletscher der Voralpen.

Im Maximum der Eiszeiten, als die Schneegrenze ihre tiefste Lage erreicht hatte, waren wohl die meisten grösseren Gebirgsgruppen unseres Gebietes von eigenen Gletschern oder von Firn bedeckt; ein einziger gewaltiger Eisstrom, der Saanegletscher, durchquerte alle Ketten der Voralpen und führte die sämtlichen Gletscherzuflüsse der mittleren Freiburger Alpen dem Rhone-Vorlandeis zu. Im Südwesten spielte der Ormontgletscher die gleiche Rolle; aber auch im Nordosten vollzog sich ein ähnlicher Vorgang. Hier sammelten sich Firnmassen in den Tälern der Sense und traten südlich von Plaffeien aus dem engen Talausgang heraus, um sich daselbst mit dem Rhonegletscher zu vereinigen. In den Rückzugsphasen, als der Saanegletscher unweit von Bulle endete, lag ferner ein grosser Talgletscher im Jauntal. Dies war auch im Tal des Hongrins in einem Rückzugsstadium der Fall.

Dagegen bargen viele Gebirge der Voralpen in den Rückzugsstadien nur noch kleinere Gletscher; ihre Entwicklung wird uns erst klar, wenn wir die Phasen der grossen Talgletscher erkannt haben, die in den Voralpen vorkamen.

I. Der Jaungletscher.

1. Das Jauntal und seine Gewässer.

Etwa 3 km östlich von Bulle mündet bei Broc der Jaunbach in die Saane. Die Mündung liegt in 680 m, die Sohle des

breiten Talausganges aber in 810 m, also 130 m höher. In vielen Windungen führt die Strasse die Stufe hinan, um bei La Bataille die Talsohle zu gewinnen. Der Bach aber fliesst in 100—130 m tiefer Schlucht der Saane zu. Das Saanetal erscheint also gegenüber dem Jauntal übertieft. Der Jaunbach entspringt auf der Ostseite der Gastlosen in der Hundsrückflyschzone. Im obersten Talabschnitt liegt das Dorf Abläntschen. Zwischen dieser Ortschaft und Broc folgen talabwärts die Siedlungen Jaun, Imfang, La Tzintre und Charmey. 3 km unterhalb Abläntschen durchschneidet der Bach die Kette der Gastlosen und betritt dann die schmale Mocausaflyschzone. Zwischen Jaun und Charmey durchsägt er die beiden Antiklinalen und die Synklinale der vierten Kalkzone. Bei Jaun steht der Südostschenkel der ersten Antiklinale senkrecht. Auf 1 km Länge fliesst der Jaunbach hier durch Kreide, Malm, Dogger, Lias und Rauchwacke und befindet sich westlich Jaun bis Imfang im Kern der ersten Antiklinale. Westlich von Imfang folgt eine Talenge, die durch harte, senkrecht stehende Malmbänke des absteigenden Schenkels verursacht wird. Nun steht in der Talsohle Kreide an, die bald wieder zwei harten Ketten des Malm weicht. Diese sind die aufsteigenden Schenkel der westlichen Antiklinale, in deren Liaskern der Fluss bei La Tzintre einen Wasserfall bildet.

Zwischen Jaun und La Tzintre ist der Talboden überall ungefähr 200 m breit und von jungen Alluvionen eingeebnet. Nur da, wo die harten Malmzüge das Tal durchqueren, entsteht eine Enge, die aber keine Schlucht ist, sondern auch hier hat der ebene Talboden eine Breite von 80—100 m und das Gewässer ein gleichmässiges Gefälle, nämlich zwischen Imfang und La Tzintre auf 4 km 9 ‰. Aber unterhalb La Tzintre ändert sich der Talcharakter. Der Jaunbach stürzt hier mit 100 ‰ über eine 50 m hohe Stufe hinab. Dann fliesst er in einem 80—90 m tiefen, verbreiterten Graben, den er in mächtigen Moränenschutt eingeschnitten hat. 1 km westlich von Charmey mündet von rechts der Javroz und 0,7 km talabwärts von links der Ruisseau de Motélon. Alle drei Gewässer haben sich vor ihrer Vereinigung bis zum Talausgang bei Broc zum kleinsten Teil in Moräne, zum grössten in anstehenden Fels eingeschnitten, so dass der Jaunbach mit 50 ‰ Gefälle in tiefer, unzugänglicher Schlucht das Jauntal verlässt.

Von den grössern Seitenbächen des Jaunbaches mündet einzig der Rio du Gros Mont gleichsohlig; er erreicht zwischen Imfang und La Tzintre in der Kreide der Synklinale, die das Jauntal durchquert, den Fluss, nachdem er die ganze erste Antiklinale durchschnitten hat. Drei andere Seitenbäche münden mit einer Stufe ins Haupttal, so bei Imfang der Montbach, nördlich von Jaun der Allmendbach und südlich von Jaun der Sattelbach.

Von Abläntschen bis La Tzintre sind die untern Partien der Talgehänge stärker geneigt als die mittleren. Zwischen Jaun und La Tzintre beobachtet man zahlreiche Schuttkegel, die von seitlichen Wildbächen auf die ebenen Alluvionen im Talboden aufgeschüttet sind.

Zusammenfassung.

Das Jauntal ist in der Richtung unabhängig von der Tektonik in weiche und harte Schichten eingeschnitten. Im Mittellauf ist das Tal breiter und das Gefälle des Jaunbaches geringer als im Unterlauf; hier mündet der Bach mit 50 ‰ Gefälle stufenförmig in tiefer Schlucht ins Saanetal. Mehrere Seitenbäche durchfliessen harte Ketten und münden stufenförmig.

2. Die Gletscherspuren im Jauntal.

a. Die oberste Gletschergrenze.

Im Jauntal konnte ich nur zwei zuverlässige Werte für die Bestimmung der obersten Gletschergrenze gewinnen. Moräne des Jaungletschers ist zwischen Abläntschen und Jaun bei Fängli in 1460—1470 m am Jaunpass bei Punkt 1455 aufgeschlossen. Ein anderer Aufschluss liegt auf der linken Talseite westlich von Imfang am Ausgang des Gros Monttales bei Schoplan in 1300 m, und auf der rechten Talseite fand Gilliéron Erratikum bei Raveyres in gleicher Höhe.[1]) Ausserdem gibt Gilliéron noch (a. a. Op. S. 236) acht Werte der obersten Gletschergrenze im Jauntal an, die er in einer Tabelle aufführt, darunter Moräne bei Crésuz in 930 m. Demnach müsste der Gletscher auf 5 km eine Neigung von 74 ‰ gehabt haben. Dies ist unwahrscheinlich, namentlich mit Rücksicht auf das geringe Gefälle des Talweges.

Es wurde gezeigt, dass im Maximum der Würm-Eiszeit Rhone-Eis bis 1260 m und der Saanegletscher bis zu 1300 m hinauf

[1]) Beiträge XVIII, S. 236.

quer vor dem Ausgang des Jauntales standen. In diese Zeit lässt sich die Moränenablagerung im mittleren Jauntal bei 1300 m versetzen; dagegen sind wohl die Moränen von Charmey und Crésuz jünger. Zudem behauptet Gilliéron, der Simmegletscher habe die Höhe des Jaunpasses von 1506 m überschritten.[1]) Dem steht die Beobachtung gegenüber, dass das Erratikum des Simmegletschers, charakterisiert durch Hornfluhbreccie, am Ostabhang des Jaunpasses in 1460 m den höchsten Punkt erreicht und dass im ganzen obern Jauntal keine Hornfluhbreccie anstehend oder erratisch vorkommt.

Ausser bei Fängli fand ich an der Jaunstrasse bis Jaun hinab noch an drei andern Punkten Moräne des Jaungletschers, nämlich in 1340 m, 1230 m und 1140 m.

b. Die glacialen Ablagerungen am Ausgang des Jauntales.

Viel bedeutender an Mächtigkeit als die soeben besprochenen sind die glacialen Ablagerungen im Jauntal unter der obersten Gletschergrenze, so namentlich zwischen Charmey und Broc. Auf dem Wege von der Brücke bei der Fabrik Cailler nach Charmey treffen wir vorerst Moräne des Saanegletschers, und zwar unmittelbar südlich und nördlich von der Brücke, wie bei den Strassenwindungen von Bataille. Zwischen der Ruine und dem Dorf von Montsalvens tritt in 850 m Moräne von mehr lokalem Charakter auf. In der Nähe von Crésuz sind an der Strasse mehrere gute Aufschlüsse von typischer Moräne, so bei Chevalet, in Punkt 871 und am Westende der Javrozbrücke. Bei Chevalet fand ich Geschiebe des Rhonegletschers, wie Gneiss und Granit, solche des Saanegletschers, wie Hornfluh- und Etivazbreccie, und sehr viel Lokal-Erratikum aus dem Jauntal. Bei Punkt 871 und östlich von Crésuz ist nur Lokalmoräne zu beobachten, und doch sind diese Ablagerungen in Höhe und Mächtigkeit einheitlich und hängen sozusagen zusammen.

Auf dem linken Ufer des Jaunbachs zieht sich am Fuss der Dent de Broc eine ausgesprochene Moränenterrasse hin, wie auch aus der Darstellung von Gilliéron hervorgeht.[2])

Diese Terrasse senkt sich vom Ausgang des Motélontales von Punkt 871 gegen Favaulaz d'amont auf 857 m. Hier tritt

---

[1]) Beiträge XVIII, S. 231 und S. 257.

[2]) Vergl. Fig. 1 auf Tafel VI in Beiträge XVIII und S. 235.

deutliche Wallform auf. Westlich davon finden sich in unteren Partien Saanegeschiebe, im Hangenden nur Lokalgesteine, namentlich aus dem Motélontal. Oestlich von der Mündung des R. de Motélon erreicht sehr schlammreiche Jaungletschermoräne eine Mächtigkeit von 80 bis 90 m. Auch hier kann man von einer Terrasse sprechen, deren Oberfläche schwach gewellt ist und Wallformen andeutet, wie bei Liençon links und bei Au Praz rechts vom Jaunbach. Diese sanft wellige Terrasse setzt sich gegen das untere Javroztal hinauf fort und ist östlich von Cerniat auch 70—80 m mächtig. Hier walten Gesteine des Javrozgebietes vor; es finden sich darin vereinzelt mehrere Geschiebe des Rhonegletschers wie Valorsinekonglomerat. Bemerkenswert ist die deutliche Schichtung der ungemein schlammreichen Moräne am Javroz bei La Vertschire. Die Schichten fallen schwach flussabwärts. Bei der Brücke über den Javroz und südlich davon bei Punkt 833 liegen typische Schotter in 820 und 860 m, während ungeschichtete Moräne daneben bis zu 880 und 893 m hinaufsteigt.

Wir erkennen also zwischen Charmey und Broc drei mächtige Moränenterrassen in einem Niveau von 870—900 m. Aber ausser denselben geht auch lokaler Gletscherschutt an den Gehängen 200 m hoch hinauf, ohne indessen die oberste Grenze zu erreichen. Unmittelbar nordwestlich von Crésuz ist Moräne mit einzelnen Saanegeschieben, aber ohne Rhonegesteine, in 1000 m am Bach bei Creux du Plex aufgeschlossen, und nordöstlich von Crésuz tritt typische Lokalmoräne aus dem Jaun- und Javroztal in Punkt 1025 und nördlich von Punkt 1012 unweit von Les Utzets auf. Oberhalb der Mündung des R. de Motélon steigt bedeutende Moräne bei La Gourmandaz und Veichalet-dessous zu 1100 m hinauf. Sie enthält nur Gesteine des Motélontales.

Es ergeben sich aus diesen Beobachtungen zwei Phasen der Jauntalgletscher; aber es ist schwierig, die genaue Zeitfolge zu bestimmen und alle Details zu erklären.

Im Maximum der Würm-Eiszeit drang Eis des Rhone- und Saanegletschers zeitweilig ins untere Jauntal ein. Erst später konnten die Lokalgletscher vorstossen. In einer Rückzugsphase reichte der Jaungletscher bei Crésuz bis 1000 m hinauf; von rechts kam der Javrozgletscher, der südwestlich von Cerniat bei Les Utzets in 1010 m stand, und von links quoll der Motélongletscher aus dem schmalen Tale heraus, das er bis zu

1100 m hinauf anfüllte. Beim Ausgang des Jauntales vereinigten sich diese Eismassen mit dem Saanegletscher, der hier in 900 bis 1000 m stand. Dieser Phase entsprechen keine Endmoränen der Lokalgletscher, aber Ufermoränen; denn damals waren sie noch dem Rhonegletscher tributär. Das war demnach in der ersten Rückzugsphase der Würm-Eiszeit.

In der zweiten Phase wurden die mächtigen Moränenmassen aufgeschüttet, die in 870—900 m liegen und Schotter überlagern. Letztere entstanden beim Rückzug nach der ersten Rückzugsphase. In dieser Phase drang der Jaungletscher zuerst bis Chevalet westlich von Crésuz und Favaulaz d'amont vor, dabei den Saanegletscher berührend. Sodann baute er die Endmoränen von au Praz und Liençon westlich und südwestlich von Charmey auf. Die Zunge des Jaungletschers lag damals quer vor dem Ausgang des Javroztales, in welchem der Javrozgletscher etwa bei Valseinte endete. Daher entstand ein Stausee, in welchen die geschichteten, mächtigen Moränenmassen des Jaungletschers aufgeschüttet wurden. Infolge der Stauung durch den Saanegletscher, der damals quer vor dem Ausgang des Jauntales lag, konnte sich kein Schotterfeld bilden, das an die Endmoränen bei Crésuz angeschlossen haben würde. Vielmehr flossen die Jaungletscherbäche auf den Saanegletscher herab, und je mehr dessen Zunge einschrumpfte, desto tiefer schnitten sie in Moräne und Fels ein, so eine tiefe Schlucht in die Talsohle einsägend. Erst später, nachdem der Saanegletscher zurückgewichen war, mussten die Bäche des Jaungletschers Schottermaterial im Saanetal aufschütten, und dies war der Fall bei Broc.

Als der Jaungletscher bis westlich von Charmey reichte, bedeckte er ein Areal von etwa 97 km² und war 20 km lang. Die mittlere Höhe des von ihm bedeckten Bodens beträgt 1490 m. Für die Bestimmung der Schneegrenze kommen zwei kleine Gletscher in Betracht, die damals vom Massiv der Schopfenspitze bis 950 m herabreichten; der eine endete bei Les Arses, der andere bei Liderrey, östlich und nördlich von Charmey. Die Schneegrenze lag beim einen in 1300, beim andern in 1400 m. Der Betrag von 1400 m ist der bestimmtere und zuverlässigere.

Die in den Lokalmoränen vorhandenen, vereinzelten Rhonegeschiebe sind Ausräumungsprodukte aus früherer Epoche.

c. Die Schotter bei Broc.

Zu den glacialen Ablagerungen des Jaungletschers gehören auch die Schotter am Ausgang des Jauntales in der Umgebung von Broc. Wir können hier drei Schottervorkommnisse unterscheiden: eine Terrasse, auf der sich Broc befindet, eine andere mit Botterens und Villarbeney am rechten Ufer der Saane und eine Einzelerhebung auf dem linken Ufer, Punkt 734 bei «derrière Chésaux».

Die Schotterterrasse von Broc beginnt am Ausgang der Jaunbachschlucht in 740 m bei Liaubon. Die Schotter überlagern hier die Ufermoräne des Saanegletschers aus der zweiten Rückzugsphase. Die Terrasse fällt regelmässig nach Westen auf 730, 724 und 721 m. In 725—724 m steht das Dorf Broc. Hier beträgt die Mächtigkeit genau 40 m; denn die Alluvial-Ebene des Jaunbachs liegt in 684 m. Unter dem Kapitel: «Le glacier de la Jogne dans la plaine» hat Gilliéron diese Terrasse und einen südlich von Broc gelegenen kleinen Aufschluss derselben beschrieben.[1]) Diese Kapitelbezeichnung ist irreführend; denn der Jaungletscher hat die Ebene nicht betreten. Im April 1904 konnte ich bei Erstellung eines neuen Verbindungsweges zwischen der Fabrik Cailler und Broc am Nordrand der Terrasse einen 300 m langen, 20 m hohen Aufschluss beobachten. In der östlichen Partie bemerkte ich ein Fallen der Schichten unter 11° nach Westen hin; im westlichen Teil werden sie immer flacher. Es ist eine Art Deltastruktur. Die Terrasse besass wohl früher eine grössere Ausdehnung; Jaunbach und Saane haben sie in lateraler Erosion verringert. Nördlich von Broc zeigen sich in der Schotterterrasse zwei Erosionsterrassen, eine in 715, die andere in 705 m. Sie sind beim Tiefereinschneiden des Jaunbaches entstanden. Die Saane selber hat westlich von Broc ihr Bett 20 m tief in Schotter und dann noch 20 m in Fels eingeschnitten.

Die zweite Schotterterrasse, diejenige von Botterens, beginnt auf dem rechten Ufer des Jaunbaches nördlich vom Ausgang der Schlucht in 730 m. Auch diese Terrasse senkt sich talabwärts, hier nach Norden auf 724 m und 713 m. Auf die Terrasse legen sich vom Abhang des Montsalvens-Massiv zahlreiche Schuttkegel, auf denen sich die Siedlungen befinden, wie in 746 m Botterens und in 739 m Villarbeney. Südlich

---

[1]) Beiträge XVIII, S. 242.

von Villarbeney, bei les Bolossys, ruht in 730 m lockerer auf verfestigtem Schotter und dieser in 690 m auf geschichteter schlammiger Grundmoräne. Nördlich Villarbeney tritt bei les Cuéroz gleiche Lagerung auf. Hier liegt verfestigter feinkörniger Schotter von geringer Mächtigkeit in 742 m auf Endmoräne des Saanegletschers, in deren Liegendem wieder schlammige, geschichtete Grundmoräne aufgeschlossen ist. Wie bei Broc, so sind auch hier die hangenden Schotter jünger als die Moräne des Saanegletschers aus der zweiten Rückzugsphase.

Die Einzelerhebung Punkt 734 auf dem linken Ufer der Saane befindet sich unmittelbar westlich von der Terrasse von Broc. Da sich deren Oberfläche hier in 721 m befindet, so ragt der vereinzelte Schotter 13 m über die Terrasse empor.

Wir stellen also aus diesen Beobachtungen gemeinsame Züge fest: Zwei Schotterterrassen fallen von gemeinsamem Ursprungspunkt gleichmässig talabwärts, und wo sie aufhören, liegen petrographisch gleichartige Schotter 13—17 m höher. Alle diese Schotter sind nach der zweiten Rückzugsphase entstanden, sie sind jünger als die Moränen des Saanegletschers, der damals nördlich von Bulle endete.

Wie lassen sich diese Verhältnisse erklären? Wie wir dem vorigen Abschnitt entnehmen können, dürften sich die Schmelzwässer der Jauntalgletscher im Verhältnis, wie die quer vor dem Jauntalausgang liegende Zunge des Saanegletschers einschrumpfte, in den Talboden des Jauntales eingeschnitten haben; dabei konnten sie ihre Gerölle auf und neben der Zunge des Saanegletschers ablagern. Daher entstanden die höhern Schotterlager, wie in Punkt 734 westlich Broc und bei Villarbeney in 742 m auf der Endmoräne des Saanegletschers. Als dann später die Zunge dieses Gletschers ganz aus der Niederung nördlich von Greyerz verschwunden war, breitete sich an ihrem Platze ein Stausee aus, der durch die talabwärts liegende Endmoränen-Umwallung verursacht ward. In diesen See schütteten nun die ungehindert abströmenden Schmelzwässer der Jauntalgletscher ihre Gerölle in Form eines grossen Schotterkegels auf. Dieser Schotterkegel breitete sich fächerförmig vom Ausgang der Jaunbachschlucht weg gegen Epagny, Morlon und Botterens hin aus. Am Aufbau der Schotter beteiligten sich auch Gerölle der Schmelzwässer des Saanegletschers, der immer mehr zurückging. Der Schotterkegel besass eine Neigung von 10—15 ‰.

In dem Masse, wie bei Villarvolard der Moränenwall eingeschnitten wurde, vertieften Jaunbach und Saane ihr Bett, und dabei verfehlte letztere die frühere Talsohle; denn sie schnitt westlich von Broc auf 1750 m Länge unter Schotter in Fels ein. Infolge dieses Riegels bildete sie oberhalb desselben in den Schottern weite Serpentinen, so dass grosse Flächen des Schotterkegels abgetragen wurden. Das Gleiche tat der Jaunbach, und so blieben nur kleine Teile des Schotterfeldes übrig, wie die Terrassen südlich von Botterens und Broc. Hier erkennt man deutlich, dass im Bereich der ursprünglichen Talsohle die laterale Erosion der Flüsse in den Schottern am grössten war; denn die Terrasse zeigt daselbst einen schmalen Hals von 250 m. Auch nördlich von Broc verbreiteten die Gewässer im Bereich der weicheren glacialen Ablagerungen ihr Bett, das zwischen Morlon und Botterens eine Breite von 1000 m besitzt. Mit einem Steilrand fallen auf beiden Ufern Schotterterrassen 50—80 m tief zur Flussebene hinab.

Die Flüsse wechselten öfters beim Einschneiden ihre Richtung, daher entstanden Erosionsterrassen. Eine solche liegt in 705 m, und diese Zahl gibt uns einen Anhaltspunkt für die zeitliche Entstehung. Denn bis Epagny, 2 km südlich von Broc, konnten wir die Schotterterrasse des Saanegletschers verfolgen, die im Bühlstadium entstanden war. Diese Terrasse fällt zwischen Montbovon und Epagny auf 14 km mit 5—6% Neigung auf 715 m hinab. Bei gleichem Gefälle musste die Saane bei Broc in 705 m fliessen, also 20—23 m höher als heute. Demnach hatte der Fluss im Bühlstadium noch nicht den ganzen Fels- und Schotter-Riegel durchsägt.

Wir fassen zusammen: Die Schotter von Broc und Umgebung wurden von Jaunbach und Saane beim Rückgang des Saanegletschers nach der zweiten Rückzugsphase, aber vor dem Bühlstadium aufgeschüttet.

d. Moränen und Schotter bei Imfang.

Auf dem rechten Ufer des Jaunbaches sind bei Hinterweid und Vorsatzli, gegenüber von Imfang, interessante Aufschlüsse. Hier wird 20—30 m mächtiger, verfestigter Glacialschotter von ebenso mächtiger Grundmoräne überlagert. Die Geschiebe derselben weisen Mocausakonglomerat und viel Flyschsandstein auf. Diese Gesteine stehen im Einzugsgebiet des Montbaches und

des Sattelbaches an. Dem Montbach geht westlich von Imfang ein Moränenwall parallel, der in 1055 m bei L'Avoyère abbricht. Hier liegen auch Endmoränen des kleinen Kneusgletschers vom Nordabhang der Hochmatt. Die Moräne des Montgletschers ist durch Flyschsandstein und Mocausakonglomerat charakterisiert. Der Montgletscher hat zudem eine Endmoräne südlich Imfang abgelagert; derselben zufolge musste die Gletscherzunge auf 2 km ein Gefälle von 220 ‰ gehabt haben; denn der Gletscher floss über die Stufe hinunter, die sich an den südöstlichen Malm- und Kreideschenkel der Vanilnoir-Antiklinale knüpft. Setzt man die Ufermoräne von L'Avoyère in der Richtung der Montgletscherzunge nach Norden fort, so gelangt man mit 75 ‰ Gefälle auf die Moräne von Hinterweid und Vorsatzli. Da auch der petrographische Charakter der Geschiebe einen solchen Schluss erlaubt, so schreiben wir diese Moräne dem Montgletscher zu.

Der Jaungletscher musste sich damals schon von Charmey weg bis oberhalb Imfang zurückgezogen haben. In diese Zeit des Rückzuges fällt die Aufschüttung der Schotter im Liegenden der Moränen. Dann machte der Montgletscher einen Vorstoss ins Jauntal hinab und lagerte die hangende Moräne ab. Dadurch mussten die Gewässer vom obern Jauntal gestaut worden sein. Talabwärts findet man Schotteraufschlüsse mit undeutlich gekritzten Geschieben, so bei Le Brésil und Praz Jean.

e. Spuren des Jaungletschers im Quellgebiet.

Oberhalb Imfang fehlen bedeutende Moränenablagerungen in der Talsohle auf 6,5 km hin. Erst im obersten Talstück des Jauntales, südlich von der Enge, die durch die Gastlosenkette verursacht wird, ist Moräne in 1110 m durch den Jaunbach aufgeschlossen. Ein Moränenwall zieht auf dem linken Ufer über Punkt 1143, wo das Haus «Auf der Matte» steht. 1,5 km südlich davon steigt ein zweiter Wall von Abläntschen zur Talsohle herunter, und talaufwärts hat der Bach noch an andern Stellen Moräne auf beiden Ufern erschlossen, so namentlich bei Welsch-Pfeifenegg und Sagenweidli. Als der Gletscher bei «Auf der Matte» endete, war er 6,5 km lang, und die mittlere Höhe des von ihm bedeckten Bodens beträgt 1580 m.

Dieser Halt musste nach der zweiten Rückzugsphase stattgefunden haben. Wir bezeichnen ihn als Bühlstadium. Aber

auch der Vorstoss des Montgletschers ins Jauntal hatte sich nach der zweiten Rückzugsphase der Würm-Eiszeit ereignet, so dass wir ihn ebenfalls dem Bühlstadium zuweisen.

Wir deuteten an, dass durch den Vorstoss des Montgletschers eine Stauung der Gewässer des obern Jauntales stattgefunden haben musste. Tatsächlich finden sich nun zwischen Imfang und Jaun ausgeprägte Glacialschotter, die bis 30 m Mächtigkeit erreichen. Sie sind auf dem rechten Ufer bei Kürzi und In der Au und auf dem linken Ufer bei Gasseraweid aufgeschlossen. Nicht selten sind gekritzte Geschiebe, namentlich unmittelbar westlich von Jaun. Diese dürften dem Allmendgletscher angehört haben, der unmittelbar nördlich von Jaun vom Neuschelspass herunterfloss. Er führte aber nur Jura- und Triasgesteine. In den Schottern finden sich aber auch roter Kreidekalk und Flysch. Diese müssen vom Sattelgletscher und vom Jaungletscher stammen. Die Aufschlüsse von Kürzi erinnern an verschwemmte Moräne.

Das Jauntal ist bei Abläntschen trogförmig gestaltet. Grosse Schuttkegel legen sich auf die Talsohle, da wo die Seitenbäche münden. An beiden Flanken und im Talhintergrund steigt man eine 300—400 m hohe Stufe zu einem ebenen oder sanft geneigten Boden von Karnischen empor, die links an der Kette der Gastlosen, rechts am Hundsrück eingeschnitten sind. Unterhalb der Schwelle findet sich vielerorts ein tiefer Einschnitt eines Baches in Moränenschutt, so bei Rudersberg in 1500 m im Saugraben, in gleicher Höhe bei Birren, in 1400—1500 m im Bühlgraben und in 1350 m im Gastlosengraben. Diese Moränen entsprechen zwei Kar- und zwei Hängegletschern, die eine Schneegrenze von etwa 1800—1900 m besassen.

In der Hundsrückzone lagen kleine Kar- und Hängegletscher am Nordabhang mit einer Schneegrenze von ebenfalls 1800 m, wie bei Gruben und im Hinter Schlündi. Wir können diese letzte Phase der Gletscherentwicklung im Jauntal, die sich nach dem Bühlstadium ereignete, als Gschnitzstadium bezeichnen.

3. Der Bergsturz von La Tzintre.

Die Ortschaft La Tzintre ist nicht nur durch den Jaunbachfall, sondern auch durch Ablagerungen eines kleinen Bergsturzes interessant. Zahlreiche grosse, zum Teil haushohe Kalksteinblöcke liegen bei Moulin neuf in regellosen Haufen, die sich

etwa 1 km weit dem Fluss entlang bis zum Wasserfall hinziehen, der durch sie ein romantisch reizvolles Gepräge erhält. Moränenmaterial ist im Bereiche der Blöcke nicht vorhanden. Herr Prof. Brückner bestätigte diese Beobachtung anlässlich einer Begehung des Gebietes mit mir im Mai 1904. Das kleine Tälchen nordöstlich von La Tzintre ist ebenfalls mit unzähligen Blöcken bedeckt, die bis gegen Punkt 1462 hinaufführen. Es handelt sich hier jedenfalls um einen lokalen Bergsturz.

Gilliéron betrachtet die westlichste Partie der abgestürzten Blöcke als Moräne, während die östlicheren Schuttmassen weniger sicher glacialen Ursprungs seien.[1]) Er ist überzeugt, dass diese Blöcke die Stauung des Flusses oberhalb des Wasserfalles und diesen verursacht hätten. Wir teilen diese Meinung nicht. Das Einzugsgebiet und die Bahn der Bergsturzmassen sind von so geringer Ausdehnung, dass es in dem trockenen, harten Kalkgestein nicht zu so bedeutenden Reibungs- und Zertrümmerungsmassen kommen konnte, die imstande gewesen wären, im Verein mit den Blöcken den erosionskräftigen Fluss zu stauen, der sich zwischen den einzelnen schlammfreien Blöcken in Wirklichkeit über eine Felsschwelle hinunterstürzt.[2]) 2 km oberhalb La Tzintre liegen bei Les Auges zahlreiche Blöcke eines zweiten kleinen Bergsturzes unter einer Felsnische, Le Vanel.

4. Zusammenfassung.

Die Verbreitung der glacialen Bildungen im Jauntal lässt folgende chronologische Entwicklung erkennen:

In der Riss-Eiszeit drang ein Lappen des Rhonegletschers zeitweilig ins untere Jauntal und ins Javroztal ein.

Im Maximum der Würm-Eiszeit standen Rhone- und Saanegletscher bis zu 1300 m hinauf quer vor dem Ausgang des Jauntales, die freie Entwicklung des Jaungletschers hindernd, wie auch später.

In einer ersten Rückzugsphase schlossen sich die Gletscher aus den Tälern des Jaungebietes dem Saanegletscher an, der noch dem Rhonegletscher tributär war.

In einer zweiten Rückzugsphase baute der Jaungletscher mächtige Endmoränen bei Crésuz und Charmey auf, dabei an

---

[1]) Beiträge XVIII, S. 234.

[2]) Man vergl. Bild Tafel VI, Fig. 2, bei Gilliéron, Beiträge XVIII.

der Stirn den Saanegletscher berührend, an der rechten Seite den Abfluss des Javrozgletschers stauend. Nach Schwinden des Saanegletschers wurden bei Broc am Ausgang des Jauntales bedeutende Schotter abgelagert. Die Schneegrenze lag in 1400 m.

Im Bühlstadium endete der Jaungletscher vorerst nördlich von Abläntschen, noch als 6 km langer Talgletscher entwickelt, mit einer Schneegrenze von 1500—1600 m; dann ging er allmählich zurück.

Im Gschnitzstadium lagen im Ursprungsgebiet mehrere kleine Kar- und Hängegletscher mit einer Schneegrenze von 1800 bis 1900 m.

In der Postglacialzeit ereigneten sich bei La Tzintre, oberhalb Charmey, zwei kleine Bergstürze, und zahlreiche Wildbäche lagerten Schuttkegel auf Moränen und Schotterterrassen ab.

II. Der Hongringletscher.

1. Das Hongrintal.

Etwa 1 km nördlich von Montbovon mündet von links der 20 km lange Hongrin in die Saane. Dieser entquillt einem Karsee am Nordabhang der Tornettazgruppe in der Etivazflyschzone und wendet sich dann gegen West-Nordwest quer zum Streichen der Gastlosenkette, worauf er die Mocausaflyschzone durchmisst. Von hier an schneidet er in nordwestlicher Richtung durch die Antiklinale der vierten Kalkzone, der Rochers de Naye-Vanilnoirkette. Nachdem er eine sekundäre Falte des Nordwestschenkels, die Synklinale En Corjon und die kleine Antiklinale Pierra derrey durchflossen hat, ändert der Fluss den Lauf und schneidet in dem Streichen der Greyerzersynklinale ein, um dann in die Saane zu münden.[1])

Viermal werden fast senkrecht stehende harte Malmschichten durchschnitten, und die untersten 6 km des Flusslaufes liegen in unterer Kreide. Das Hongrintal ist also ein typisches Quertal, wie das Saane- und das Jauntal und viele ihrer Nebentäler. Wo die harten Kreide- und Malm-Kalkbänke den Lauf durchqueren, sind Engen, im Bereich der Flyschzonen erweiterte Talstücke mit sanften Abhängen, ebenso in den weichen Gesteinen des Dogger und Lias im Kern der Antiklinalen.

---

[1]) Vergl. Geol. Karte, Blatt XVII, und Profile von Schardt, Lieferung XXII, Pl. XVII, Fig. 2, Karte und Text S. 353, 1887.

Aber diese Engen in den harten Schichten sind von bemerkenswerter Form. Die oberste Talenge liegt bei Jointe, wo der Kamm der Pointe d'Aveneyre zum Planachaux hinüberzieht. Hier mündet in den Grand Hongrin von Südwesten der Petit Hongrin. Bis Jointe fliesst der letztere auf einer tektonischen Linie, nämlich im Streichen der Mocausa-Flyschzone, teils in Flysch, teils in obere Kreide eingetieft. Vor seiner Mündung biegt er jäh um und sägt eine 60—70 m tiefe Schlucht von 2—4 m Breite in untere Kreide ein; ebenso tief hat sich daneben der Grand Hongrin eine enge Rinne in einen breiteren trogförmig profilierten Taleingang eingeschnitten.

Genau dasselbe Querprofil zeigt die unterste Talenge bei Pierra derrey. Aber von hier weg lässt sich das trogförmig profilierte Tal mit der schluchtartig eingesägten Erosionsrinne mehrere Kilometer weit nach Norden hin bis zur Mündung verfolgen, auf der Strecke, in der der Fluss in Kreide eingeschnitten ist. Auf einer sanft geneigten linken Talterrasse führt die Montreux-Oberland-Bahn 120—200 m hoch über den Fluss bei den Weilern von Allière und Les Planches vorbei, während auf einer rechten der Weg von Montbovon ins Hongrintal über Les Mosses, Punkt 1077, geht.

Von anderer Gestalt sind die zwei mittleren Engen. Hier geht die Trogform bis zum Flussniveau hinab. Infolgedessen ist das Tal bei Preysaz-au-Maidzo unten 300 m breit, und über 200 m hinauf streben die senkrechten Felswände empor.

2. Moränen und Schotter.

Moränen des Hongringletschers finden sich in drei grösseren Gebieten, nämlich da, wo das Tal die erste Antiklinale der vierten Kalkzone durchschneidet, dann im Gebiet der Mocausaflyschzone und endlich in der Etivazflyschzone. Aus der letzten Zone stammt auch das Leitgestein.

a. Im untern Hongrintal.

In der vierten Kalkzone liegt Erratikum teils 4—500 m über der Talsohle, teils wenig hoch über dem Fluss, am rechten Ufer. Die höchsten Spuren des Hongringletschers sind einige Flyschblöcke, die im Tälchen von Jaman bis zu 1450 am Passweg vorkommen. Sie wurden hier wohl im Maximum der Würm-Eiszeit abgelagert. Die Moränen auf dem rechten Ufer liegen

alle am Wege, der von Montbovon ins Hongrintal führt. So beobachtete ich einen Aufschluss bei La Cergniaz in 900 m; er ist vereinzelt und unbedeutend. Dagegen beginnt gegenüber von Allières bei Cergniaz es Pollys in Punkt 921 Erratikum, das sich 2 km weit nach Süden hin über Cuvigne derrey nach Les Mosses zu 1100 m hinaufzieht. Immerhin ist die Mächtigkeit dieser Moräne gering. Ein ausgezeichneter Moränenaufschluss findet sich am Weg bei Pierra derrey zwischen Punkt 1116 und 1139.

Von besonderer Bedeutung ist der Umstand, dass in der vierten Kalkzone auf dem linken Ufer des Hongrins keine Moräne des Hongringletschers auftritt, dagegen typische Endmoränen von Seitengletschern, die bis fast zum Flussniveau hinabgereicht haben mussten, nachdem der Hongringletscher dieses Talstück verlassen hatte.

Solche Endmoränen liegen am Ausgang kleiner Seitentäler, wie bei der Station von Allières in 1110 m, in 1018 m und 963 m an der Mündung des Jamantälchens, in 1100 m bei Bonaudon d'en bas, bei Preysaz-au-Maidzo in 1100 und in 1060 m und bei Lavanchy in 1082 m. Demnach haben sechs kleine Hängegletscher von dem Massiv der Rochers de Naye und der Dent de Corjon einen Vorstoss gemacht, nachdem der Hongringletscher die rechtsufrigen Moränen abgelagert hatte.

b. Im mittleren und obern Hongrintal.

Die Moränenmassen in der Mocausaflyschzone liegen unmittelbar oberhalb der Enge von Jointe und sind auf beiden Ufern aufgeschlossen. Sie haben bedeutende Mächtigkeit, so rechts bei der Scierie am Paqueretbach 60—80 m, links noch mehr. Hier ziehen deutliche Wälle über Grand-Débat gegen Punkt 1164 hinab. Es sind Endmoränen des Hongringletschers. Allerdings fehlt hier ein Schotterfeld, weil die Schmelzwässer sich nicht ausbreiten konnten, sondern in einer einzigen schmalen Schlucht entweichen mussten. Doch finden sich typische Glacialschotter im Hongrintal am Weg, der vom Eingang des Tales bei Les Pontets über den Hongrin nach Allières hinaufführt, und zwar auf dem linken Ufer in 900—920 m, etwa 15 m mächtig

Die Moränen, die der Hongringletscher in der Etivazflyschzone abgelagert hat, liegen zwischen Les Mosses und Lécherette

und bedecken ein zusammenhängendes Gebiet von 3,5 km Länge. In diesem Komplex kann man drei Gruppen von Endmoränen unterscheiden, nämlich bei Lécherette, bei Vers l'Hongrin und bei En l'Hongrin.

4 km oberhalb der Endmoräne von Jointe durchschneidet der Hongrin eine wallförmige Endmoräne, die über die Punkte 1370 und 1393 von Lécherette herzieht und bei Anteinettes in 1340 m endet. Der Gletscher war von Süden gekommen, und nur die Zunge musste auf 1 km nach Westen umgebogen haben. Das Tal ist hier sehr breit mit sanften Gehängen. 0,75 km oberhalb von Anteinettes wird vom Bach ein anderer Endmoränenwall aufgeschlossen, auf dem die Hütten Gobalettaz in 1380 m und Vallentines in 1373 m stehen. Aber schon 0,5 km südlich von diesem Aufschluss ist an der Brücke Punkt 1379 bei Cuizon wieder Moräne entblösst. Von Cuizon weg führt die Strasse nach Süden etwa 1 km weit einem Moränenwall entlang, den sie bei Punkt 1424 durchschneidet. Ein zweiter, kürzerer Wall geht westlich von diesem parallel. Der grosse Wall bildet auch die Scheide zwischen den zwei Bächen, Hongrin und R. des Biolles; der letztere kommt direkt von Süden aus der sumpfigen Depression von Les Mosses. Aber auch westlich vom R. des Biolles hat der Hongringletscher Moränenwälle abgelagert, die durch zahlreiche Etivazflyschblöcke ausgezeichnet sind. Ein Wall führt über Punkt 1435, wo sich die Hütte Commun-des-Mosses befindet. Der andere streicht über Punkt 1418 und endet, wie oben gesagt, bei Gobalettaz. 200—300 m östlich von Punkt 1424, wo die grosse Strasse den Moränenwall durchschneidet, befinden sich drei Endmoränenwälle des Hongringletschers. Der äusserste zieht über Punkt 1440, wo grosse Etivazflyschblöcke liegen; der innerste trägt die Hütte von Vers l'Hongrin bei Punkt 1459. Ungefähr 1 km oberhalb dieser Stelle liegen wieder drei halbkreisförmige, dicht gescharte Endmoränenwälle, wo die Hütten von En l'Hongrin stehen. Die Wälle umschliessen einen tafelebenen sumpfigen Boden. Nicht nur durch die Form, sondern auch durch Aufschlüsse, in denen ich gekritzte Geschiebe fand, konnte die Moränennatur festgestellt werden. Hier musste der Gletscher einen längern Halt gemacht haben; denn Talform und Moränen sind typisch entwickelt.

Oberhalb des kleinen Zungenbeckens von En l'Hongrin steigert sich das im Mittel bis hierher 40—45 ‰ starke Gefälle

des Hongrins auf 370 ‰. In rauschenden Wasserfällen stürzen zwei Bäche eine 370 m hohe Stufe herunter; sie stammen aus dem Lac Lioson, den sie in 1850 m verlassen. Dieser See ist ein Felsbecken in anstehendem Etivazflysch. Oberhalb des Sees schieben sich gewaltige Schuttmassen vor, auf denen in 1877 m die Hütte La Chenau steht. Es ist nicht Schwemmschutt eines Wildbaches, sondern verfrachteter Gehängeschutt, der unregelmässige Wälle bildet, zwischen denen drei winzig kleine Wassertümpel liegen. Letztere sind auf der Karte gezeichnet. Ich möchte diese Haufen für Schutt ehemaliger Hängegletscher halten. In 2120 m liegt die Schwelle von einem ganz kleinen Kar östlich vom Gipfel Pointe de Chaussy.

c. Ergebnisse.

Wir überblicken kurz die Moränenablagerungen im Hongrintal. Sie sind auffallend beträchtlich. Befremdend ist zugleich die grosse Zahl der ausgesprochenen Endmoränen. Wie verhält es sich mit den Rückzugsphasen und -Stadien des Hongringletschers? Alle diese Endmoränen wurden nach dem Maximum der Würm-Eiszeit abgelagert.

Die Ufermoräne von Pierra derrey und der unbedeutende Moränenschutt östlich von Allières bezeichnen schwerlich eine ausgeprägte Endmoräne, sondern entsprechen eher der Phase, als der Saanegletscher noch im Becken von Bulle endete. Wir hörten, dass dort das Gefälle der Gletscherzunge 25 ‰ betrug. Südlich von Greyerz lagerte der Saanegletscher in 840 m Ufermoränen ab, als er im Rückzug begriffen war. Bei einer Neigung der Gletscheroberfläche von 20 ‰ zwischen Greyerz und Montbovon musste der Gletscher bei dem 10 km entfernten Montbovon in 1040 m gestanden haben. Es konnte also der Hongringletscher, der hier in 1100 und 1000 m aus dem Tal kam und bei Pierra derrey in 1139 m stand, ganz gut sich mit dem Saanegletscher vereinigen, oder direkt auf ihm münden, so wie heute nach der Darstellung auf dem Siegfried-Atlas noch der mittlere Aletschgletscher in 2333 m auf dem grossen endet, dessen Rücken sich hier bis zu 2426 m hinaufwölbt.

Die Endmoränen von Jointe und Lécherette dürften im Bühlstadium entstanden sein. Denn lokale Seitengletscher machten in der vierten Kalkzone einen Vorstoss tief ins Hongrintal hinab, nachdem sich der Hongringletscher zurückgezogen hatte. Diese

kleinen Gletscher verlangten eine Schneegrenze von 1500 bis 1600 m.

Damals, als der Gletscher bei La Jointe endete, musste er eine Zunge bei Lécherette nach Norden in das etwa 250 m tiefere Etivaztal hinabgesandt haben. In der Tat lässt sich von der Passhöhe weg entsprechendes Moränenmaterial konstatieren. Es hat demnach eine Umkehr der Erscheinung stattgefunden, im Maximum der Würm-Eiszeit ein Ueberfliessen des Etivazgletschers von Osten her, wie S. 184 ausgeführt werden soll, und im Bühlstadium vom Hongringletscher nach Norden hin.

Der Halt des Gletschers in En l'Hongrin unterhalb der Karstufe verlangte eine Schneegrenze von 1900 m. Demnach würde sich eine Depression der Schneegrenze von etwa 700 m ergeben, also entsprechend dem Gschnitzstadium.

3. Zusammenfassung.

Im Maximum der Würm-Eiszeit bildete der Hongringletscher einen grossen linksseitigen Zufluss des Saanegletschers. Er stand am Talausgang mit einer Mächtigkeit von etwa 500 m und reichte am Col de Jaman bis zu 1450 m hinauf.

In der zweiten Rückzugsphase lagerte er am Talausgang unbedeutenden Schutt ab, der auf eine Berührung des Saanegletschers mit dem Hongringletscher hinweist.

Im Bühlstadium endete er selbständig unmittelbar oberhalb einer Talenge, wo das Tal in die vierte Kalkzone eintritt. Aus diesem Stadium finden sich noch mehrere jüngere Endmoränen.

Das Gschnitzstadium mit einer Depression der Schneegrenze von 700 m ist typisch entwickelt.

Der Hongringletscher entstammte einem deutlichen Ursprungskar, in dem sich heute ein See befindet. Derselbe liegt in einem Felsbecken aus gleichartigem Gestein, Flysch, und hat einen oberirdischen Abfluss. Der Gletscher hat das Quertal im Unterlauf trogförmig erweitert.

III. Die Sensegletscher.

1. Orientierung.

Unabhängig von der Saane mündet bei Plaffeien die Sense östlich vom Saanegebiet ins Vorland. Von hier an fliesst sie zunächst 18 km nach Norden und dann 10 km nach Westen, um bei Laupen in die Saane zu münden.

Genau wie die Saane bei Bulle, so durchmisst die Sense bei ihrem Austritt aus der nördlichen Flyschzone der Voralpen eine beckenförmige Niederung, in der sich Plaffeien befindet, um dann mit vielen Windungen eine bis 200 m tiefe Schlucht in die Molasse einzuschneiden.

Unmittelbar vor dem Verlassen der Flyschzone vereinigen sich beim Zollhaus die zwei Quellflüsse der Sense; der eine kommt von Osten aus einem Karsee am Gantrisch, die Kalte Sense, der andere von Süden aus dem Schwarzsee, die Warme Sense. Beide Flüsse entwässern 20 km der Kammlinie der Stockhornkette. Diese Strecke zieht von Patraflon zu Schopfenspitze, Kaiseregg, Mähre, Scheibe über den Ochsen bis zum Gantrisch. Da die Gantrischsense 10 km weit von Osten nach Westen, also ungefähr der Kalkkette entlang fliesst, nimmt sie von links noch zwei bedeutende Gewässer auf, die in der Kalkzone entspringen, die Hengstsense beim Zehntenvorsass und die Muscherensense beim Sangernboden. Zudem sammelt sie noch zahlreiche Bäche vom Südabhang der Flyschberge: Pfeife, Schüpfenfluh und Selibühl, so den Rotenbach und den Burggrabenbach.

Im Maximum der Würm-Eiszeit lagerte der Rhonegletscher quer vor dem Ausgang des Sensetales bei Kloster Moräne ab, die bis 950 m hinaufreicht, also 106 m über der Talsohle.

Nach Gilliéron machte der Sensegletscher nach Schwinden des Rhone-Eises einen Vorstoss in die Ebene.[1]) Tatsächlich liegt durchaus kein Lokalerratikum über der Rhonemoräne; der Sensegletscher scheint also das Becken von Plaffeien nach dem Maximum der Würm-Eiszeit nicht mehr betreten zu haben; denn dasselbe wird im Westen, Norden und Osten von Rhonemoräne und -Schotter umgeben.

2. Glaciale Bildungen im Sensegebiet.

Diese Bildungen sind bis in die hintersten Bergnischen zu verfolgen, so dass der Uebersicht halber ihre Verbreitung in besonderen Abschnitten behandelt werden muss, nämlich nach den beiden Hauptflüssen und ihren Zuflüssen.

a. Beim Zollhaus.

Die Sensegletscher bauten innerhalb der Flyschzone oberhalb der Talenge von Gauchheit-Kloster beim Zollhaus Endmoränen

[1]) Beiträge XVIII, S. 252.

auf, denen ein typisches Schotterfeld angesetzt ist. Diese Moränen zeigen, dass die beiden Sensegletscher sich schon geteilt hatten. Denn es ist Moräne südlich Gutmannshaus an den Windungen der Strasse aufgeschlossen; hier endete der Schwarzseegletscher. Oestlich von Gutmannshaus liegt ein deutlicher Moränenwall, der gegenüber dem Warmen Seitengraben aufgeschlossen ist. Auch Punkt 927 ist Moräne, die auf Flysch auflagert.

Diesen Moränen schmiegt sich ein Schotterfeld an, auf dem Gutmannshaus steht. Diese Schotter können talabwärts auf dem linken Ufer über Kloster, Stäfeli, Krommen bis nördlich von Plaffeien hin verfolgt werden. Die Schotterterrasse hat eine Länge von 5 km und ein Gefälle von 14 ‰. Auf der Terrasse stehen die Häuser und Weiler von Plaffeien, und in sie hinein hat die Sense ein 40—50 m tiefes Bett eingeschnitten und dabei die Struktur der Terrasse blossgelegt. Wir unterscheiden mit Gilliéron drei Schichten.[1]) Im Liegenden erscheinen Schotter, darüber eine 10 m mächtige Schlammschicht und im Hangenden Schotter. So beurteilt Gilliéron die Ablagerungen. Es ist aber zu bemerken, dass die liegenden Schotter gewöhnliche Flussschotter sind ohne deutliche Schichtung, mit groben und feineren Geröllen. Dagegen halte ich die sehr deutlich geschichteten, hangenden Schotter mit feineren, gut gewaschenen Geröllen für Gletscherschotter. Im ersten Falle war die Ablagerung bedingt durch einen rasch dahinfliessenden Fluss vom Charakter der heutigen Sense; im andern Fall aber haben langsamer fliessende Schmelzbäche, die einer unfern gelegenen Gletscherzunge mit vielen Verzweigungen entströmten, die feine Schichtung der Schotter als Sandr erzeugt.

Diese Beobachtung führt zu einem interessanten Schlusse. Wie auch Gilliéron ausführt, wurde das Schotterfeld von Plaffeien nach seiner Entstehung von keinem Gletscher mehr bedeckt. Demnach hat sich der Sensegletscher unmittelbar nach Schwinden des Rhonegletschers zurückgezogen, so dass die Sense die liegenden Schotter als Flussschotter bildete. Dann wurde der Lauf der Sense verlegt, so dass sie in einem toten Winkel den Schlamm ablagerte. Sodann stiessen die Sensegletscher wieder beträchtlich vor und schufen die hangenden Schotter.

---

[1]) Beiträge, Lieferung XVIII, S. 253.

b. Im Tal der Kalten Sense.

In der Talsohle der Kalten Sense treffen wir bis 100 m mächtige Moränenmassen,[1]) namentlich bei Rotenbach und beim Zehntenvorsass an. Hier endete der Gantrischgletscher, und seine Ufermoräne lässt sich auf dem rechten Ufer über Zehntenvorsass 3 km weit verfolgen. Sie beginnt in 1500 m bei den Wahlenhütten und endigt in 1300 m. Talabwärts sind zwischen Rotenbach und Sangernboden an zwei Orten Schotter und geschotterte Moräne aufgeschlossen, nämlich bei der Säge und bei Untere Burg.

Der eigentliche Gantrischgletscher wurde von zwei Kargletschern zwischen Gantrisch und Ochsen genährt. Jede der zwei Nischen hat zwei Stufen, die vollständig mit erratischem Material, Wallmoränen und Blöcken, bedeckt sind.

Im obersten Talschluss des west-östlich streichenden Sensetales beträgt das Gefälle 90 ‰. Dann steigt man mit 260 ‰ Neigung über eine Stufe zum Gantrischberg hinauf. Hier zieht eine Endmoräne auf der linken Seite über die Birrehütte zur Ritzhütte hinab, dann von der untern Gantrischhütte zur obern hinauf. Der Kargletscher dieser Ausdehnung wurde aus zwei Firnnischen gespeist. Aus der westlichen an der Bürglen kam später ein kleiner Gletscher, dessen Endmoräne den Gantrischsee umschliesst. Vom See gelangt man über eine 200 m hohe Stufe zur östlichen Nische, einem typischen Kar, das Gantrischkummli. Unmittelbar unterhalb der Felsschwelle liegt die Endmoräne des Kargletschers in 1689 m. Die Schneegrenze lag in 1700—1800 m.

Zwischen Ochsen und Bürglen kam ein zweiter Kargletscher aus der Nische von Schwefelberg. Die Moränen, die ausserordentlich blockreich sind, wurden schon von Gilliéron beschrieben.[2]) An Hand der topographischen Kurvenkarte im Massstab von 1:25,000 können wir hier die Verbreitung etwas genauer angeben. Eine grosse Endmoräne endigt noch im Tal der Sense bei den unteren Wahlenhütten in 1318 m. Eine jüngere Endmoräne schlingt sich in 1374 m um die Gebäude von Bad Schwefelberg. Dieser Kargletscher entstammte zwei Firnnischen. Aus jeder Nische kam später ein ganz kleiner Kar- oder Hängegletscher, der über einer 100 m hohen Felsstufe selbständig en-

---

[1]) Vergl. Gilliéron, Beiträge XVIII, S. 248.

[2]) Beiträge XVIII, S. 248.

dete. So liegen in 1500 und 1540 m Endmoränen des Gletschers aus dem Schwefelbergpochten und in 1551 und 1604 m Endmoränen des Gletschers aus der Nische Im Ofen. Brückner bestimmte für die Phase, als der Gletscher beim Bad Schwefelberg endete, die Schneegrenze zu 1650 m.[1])

c. Im Hengstschlund.

Im Tal der Hengstsense, das beim Zehntenvorsass mit einer Stufe von 104 ‰ Steigung ins Tal der Gantrischsense mündet, ist Moräne an der Strasse in 1190 m nördlich von Sonnighengst aufgeschlossen. Der Hof gleichen Namens steht auf dem Schuttkegel eines Erdschlipfes. Das nun folgende mittlere Talstück von Punkt 1229 an aufwärts zeigt auf etwa 2,3 km ein Gefälle von 60 ‰. Dann befindet man sich bei Punkt 1371 in einem Talschluss, der von fünf Gebirgsstöcken umgeben ist, die einen Dreiviertelkreis bilden. Es sind Alpiglenmähre, Widdersgrind, Scheibe, Mähre und Wannelskopf. Die Scheibe mit 2152 m überragt alle andern nur um ein kleines an Höhe und Breite. Zwischen den fünf Gipfeln liegen vier Nischen, von denen die zwei östlich von der Scheibe sich bei Grenchen und die zwei westlichen sich bei Seeberg vereinigen. In allen diesen Nischen erreichen die Schutthalden grosse Mächtigkeit. Von Punkt 1371 gelangt man über eine Stufe von 170 ‰ zum Karsee von Seeberg hinauf und mit 200 ‰ Steigung zur Nische von Grenchen. Hier liegt die Endmoräne eines kleinen Gletschers, und bei Seeberg bildet eine solche in 1500 m die Schwelle, die den See abdämmt.

In das Hengsttal münden noch zwei andere Karnischen mit ausgesprochener Stufe; eine kleine links, am Nordabhang des Wannelskopf, eine grössere rechts, am Nordabhang der Alpiglenmähre. Aus beiden kamen Gletscher, die selbständig Endmoränen ablagerten.[2]) So stehen in der kleinen Nische die Sennhütten von Kronenberg in 1472 m auf Moränenwällen. Die grössere Nische bildet ein Treppenkar mit drei Stufen, deren Schwellen von Endmoränen bedeckt sind. Auf der untersten steht die Hütte von Unteralpiglen in 1494 m, auf der obersten die von Oberalpiglen in 1673 m. Hier liegen zudem zahlreiche grössere Blöcke eines Bergsturzes.

---

[1]) Die Alpen im Eiszeitalter, S. 632.

[2]) Vergl. auch Gilliéron, Beiträge XVIII, S. 251 und Pl. 10, Fig. 1.

d. Im Muscherenschlund.

Am Ausgang des Muscherenschlundes ist sowohl vor dem Wirtshaus von Sangernboden als 0,7 km südlich davon auf beiden Ufern der Muscherensense typische Moräne aufgeschlossen, die vom Muscherengletscher abgelagert worden sein mag, der bis hier einen Vorstoss machte, als sich der Hauptgletscher bereits bis Rotenbach zurückgezogen hatte. Die Aufschlüsse von Schotter und geschotterter Moräne zwischen Sangernboden und Rotenbach lassen auf Stauung durch den vorgestossenen Muscherengletscher schliessen.

Auch im Hintergrund des Muscherenschlundes finden sich Moränen. Bis zur Mündung in die Gantrischsense zeigt sich auf 4 km ein Gefälle von 62 ‰. Im ersten Kilometer ist das Tal verhältnismässig eng; auf die obern 3 km fällt eine Talweitung; aber hier bauen sich grosse Schuttkegel vor, die die deutliche Uebersteilheit der untern Gehänge auszugleichen streben. Bei 4,5 km Länge endet das Tal in einem Talschluss in 1300 m. Hier ist es 500 m breit mit ebenem, sumpfigem Talboden. Von diesem Talboden steigt man über Stufen zu drei Karnischen empor, die sich hier vereinigen. Diese Nischen liegen am Nord- und Nordostabhang des Kaisereggmassivs.

Auf einer Felsschwelle steht in 1506 m die Hütte Känelgantrisch oberhalb einer Stufe von 200 ‰ Gefälle. Ueber die Stufe hinunter ist die Endmoräne eines lokalen Gletschers gelagert. Dieser Gletscher lag in dem kesselartigen Känelgantrischgrund, und sein Nährgebiet befand sich in den Karnischen Steiniger Gantrisch und Küharnisch-Pochten. Im Steinigen Gantrisch umschlingt in 1648 m eine Endmoräne einen Sumpf, ebenso am Küharnisch in 1800 m; die Schneegrenze lag in 1950 m. Mächtige Schutthalden bekleiden den Fuss der Felswände.

Die zweite Karnische mündet mit einer Stufe von 240 ‰ in den Talschluss. Sie heisst Grosser Neuer Gantrisch. Wir können hier drei Moränenkomplexe unterscheiden, nämlich in 1380 m, in 1502 und in 1550 m. Die untersten Moränen sind drei talwärts ziehende Wälle, die in 1350 m enden. In 1502 und 1550 m liegen Endmoränen des immer kleiner gewordenen Gletschers, dessen Schneegrenze sich zuerst in 1600 m befand, um bis 1700 und 1800 m zu steigen.

Die dritte Karnische besteht aus drei gesonderten breiten Couloirs, die alle in die Nische der Geissalp auslaufen; sie tragen

die Bezeichnungen: Parwengi, Schachenholz und Im Schachen. Der Hintergrund der Geissalpnische wird durch den 2 km langen Grat «Schwarze Fluh» zwischen Kaiseregg und Gemsgrätli gebildet. Hier lag ein 3 km langer Gletscher, dessen Zunge über die Stufe hinunter ins Haupttal hing Das Gefälle der Stufe ist 100 ‰. Die Endmoräne des Geissalpgletschers zieht rechts über den Grat 1445 gegen Punkt 1328 Kleiner Neuer Gantrisch. Links kann man sie 3 km weit verfolgen. Sie beginnt bei Salzmatt in 1630 m, geht über Steiners Hohberg Punkt 1466 zur obern und untern Kähle und endet als Blockwall in 1230 m. Später endeten die drei Couloirsgletscher getrennt. Vorerst bildeten die beiden Schachengletscher eine typische Endmoräne, die in 1333 m einen ebenen Boden, den «Schönenboden», in 1326 m abschliesst. Damals endete der Parwengigletscher in 1580 m. Dann bildeten sich drei Endmoränen; beim Parwengigletscher in 1651 m, hier ein kleines Seelein umschliessend, beim Schachenholz in 1642 m und Im Schachen in 1430 m. Die Schneegrenze zeigt also ein Hinaufrücken von 1600 m auf 1850 m bei Nordexposition.

Der Muscherengletscher erhielt aber, als er als Talgletscher ausgebildet war, noch zwei weitere Zuflüsse aus Nischen, in denen in einer späteren Phase selbständige Gletscher endeten. So stieg vom Westabhang der Mähre ein typischer Hanggletscher ins Tal, der in 1335 m beim Spitalgantrisch kleine Endmoränenwälle abgelagert hat. Von diesen strömte das Schmelzwasser in breiter Fläche fächerförmig ab und schuf einen grossen Schotterkegel in dem breiten Talgrund. Dieser Schotter ist in 1200 m am Fluss aufgeschlossen. Hier fand ich ein 6—7 m mächtiges, verfestigtes, gut gewaschenes, aber schlecht gerolltes Konglomerat. Die Neigung des Schotterkegels beträgt 180 ‰. Die Schneegrenze ergibt sich zu 1650 m. Der zweite Seitengletscher kam von links aus einer Nische, die gebildet wird durch die Erhebungen: die Kähleneggg, das Hohmättli und den Ettenberg. Moränen eines jüngern Stadiums sind im Spitzenbühl in 1300 m und in 1400 m aufgeschlossen. Die Stufe unterhalb der Nische hat eine Neigung von 200 ‰. Die Schneegrenze ergibt sich zu 1550 m.

Ueber die eiszeitlichen Moränen im Hintergrund des Muscherenschlundes hat 1902 Walter Hofmann Beobachtungen ge-

macht,[1]) die sich nur auf die allerobersten Gletscherablagerungen an der Kaiseregg beziehen, so dass er, da er die tiefer liegenden, weit mächtigeren noch nicht kannte, die Verhältnisse nicht überall überschaute. Dies spricht er auch offen aus; so führt er verschiedene Oertlichkeiten an, die noch «eingehenderer Untersuchung» bedürften, oder er sagt, dass seine Beobachtungen noch «unsicher seien» oder dass «dieses Kar noch abzusuchen sei». Immerhin hat er eine Reihe von Beobachtungen gesammelt, die bereits Brückner in dem Werk «Die Alpen im Eiszeitalter» verwendete.[2]) Leider hat ein jäher Tod seinen angefangenen Forschungen ein zu frühes Ende gemacht. Er stürzte 1903 im Gebiet der Brecca ab.

e. Im Tal der Warmen Sense.

Wie wir es jetzt schon an vier Tälern im Sensegebiet gesehen haben, können wir auch im Tal der Schwarzseesense ein trogähnliches Haupttal beobachten, das talabwärts eine Talenge mit grossem Gefälle aufweist, weiter oben mit einem erweiterten Talschluss aufhört. Zu diesem Talschluss führen mehrere Karnischen in Stufen herunter. Im Haupttal wird die Uebersteilheit der untern Gehänge durch zahlreiche Schuttkegel ausgeglichen. Im Talschluss liegt der Schwarzsee, dem ebenfalls durch Schuttkegel der Untergang droht. Der See ist heute 1,5 km lang, besass aber früher eine Länge von fast 3 km; denn ein breiter Sumpf dehnt sich heute noch zwischen der Bürstera und der Krätze aus. Ein gewaltiger Schuttkegel schob sich zwischen der Bürstera und der Gipsera vom Schlossisbödeli herunter. Bei Krätze dürfte die Schwelle teils durch Schuttkegel, teils durch eine Endmoräne verursacht worden sein.[3])

Von den Karnischen, zu denen man vom Schwarzsee aus über 300 m hohe Stufen emporsteigt, weisen drei eine Länge von 3 km und eine Breite von 1,5 km auf. Es sind die Riggisalp, die Neuschels und der Breccaschlund. Von Südwesten her münden mit einer Stufe zwei Isoklinaltälchen, Les Recardets und die Furche des R. du Thoosrain.

---

[1]) Beobachtungen über Moränen im Bereich der Kaiseregg und des Brecca-Schlundes in den Freiburger Alpen. Von Walter Hofmann. Naturforschende Gesellschaft Bern, 1904.

[2]) Die Alpen im Eiszeitalter. 1903. S. 632.

[3]) Vergl. Gilliéron, Beiträge XVIII, S. 247.

Die Nische der Riggisalp wird durch einen halbkreisförmigen Grat gebildet, der sich von der Kaiseregg (2189 m) zur Teuschlismad und von hier nach Norden gegen den Staldenhubel zieht. Die Endmoränen oberhalb der Talstufe sind zahlreich und typisch. So fand ich gute Aufschlüsse zwischen 1300 und 1350 m. Die Wälle treten deutlich hervor. Ein jüngeres Stadium wird durch Wälle in 1512—1550 m angedeutet. Die Schneegrenze stieg von 1600 auf 1800 m.

Im Neuschelstal ist eine Ufermoräne bei Untere Mitzlere in 1430 m aufgeschlossen. Damals musste ein Gletscher die ganze Nische erfüllt haben. Später bildeten drei kleine Gletscher Endmoränen, so bei Mittlere Neuschels in 1446 m, bei Obere Neuschels in 1554 m und beim Hundsgrind in 1517 m am Osthang der Spitzfluh.

Im Breccaschlund konnte ich nur rundgebuckelte Felsköpfe mit zahllosen Karren, aber durchaus gar keine durch gekrizte Geschiebe oder verfrachteten Gehängeschutt charakterisierte Moränenwälle feststellen, wie sie von Hofmann (a. a. O.) beschrieben wurden. Vielfach hat er, wie beim Ripettli-Seeli, Felsrippen für Moränenwälle gehalten. Dagegen liegt Moränenschutt unterhalb der Stufe in etwa 1100 m.

Von schöner Entwicklung sind Moränenwälle im Tälchen von Recardets. Unterhalb der Stufe zieht ein Wall mit vielen Blöcken von Les Plianos gegen Fischerweid hinab. Jüngere Moräne ist am Gehänge bei Punkt 1302 aufgeschlossen, und die Hütte Recardets-dessus steht in 1465 m auf einem Moränenwall, der in Punkt 1441 einbiegt und in 1400 m endet.

Die rechten Talabhänge sind von regelmässigen Schutthalden gebildet.

Die Oberflächenformen der Nischen der Riggisalp und der Neuschels, sowie die Moränen im Recardets wurden schon von Gilliéron ausführlich beschrieben. [1])

Auffallend mächtig ist Moränenschutt, in den der R. du Thoosrair sich bis 80 m tief eingeschnitten hat.

f. Spuren seitlicher Hängegletscher im Flyschgebiet.

Ausser den zwei Talgletschern, die im Hengst- und im Muscherenschlund lagen, erhielt der Gantrischgletscher auch Zuflüsse von einem linken und einem rechten Hängegletscher.

---

[1]) Beiträge XVIII, S. 245–247.

Bei der Säge oberhalb Sangernboden münden von Süden zwei Bäche, von denen der grössere 2 km Länge besitzt. Beide fliessen einander 1 km lang parallel; beide kommen aus der gleichen flachen Nische, dem Ladengrat. Beide haben in ihrem Unterlauf ein Gefälle von 250 ‰, und ihr Bett ist ein tief in Schutt eingeschnittener Graben; der grössere heisst Marchgraben, der kleinere Ebengraben. Der Schutt ist bis Punkt 1172 im Steckhüttenwald Moränenschutt des Lokalgletschers; dieser baute jüngere Endmoränen oberhalb des Waldes in 1350 und 1391 m und 1460 m auf. Das Gestein ist alles Flyschsandstein; doch sind Kritze deutlich. Die Schneegrenze ergibt sich zu anfänglich 1450, dann zu 1550 m. Dieser Gletscher endete selbständig in 1172 m, als sich der Sensegletscher schon bis Rotenbach zurückgezogen hatte. Für diese Phase ergibt sich eine Schneegrenze von 1450 m, die später auf 1500—1550 m anstieg.

Auch vom Südabhang der Pfeife kam ein Hängegletscher aus dem Gebiet des Burggrabenbaches; denn südlich vom Ottenleuebad fand ich in 1100—1170 m beim Farnachervorsass Endmoränenwälle und Grundmoränenaufschluss von durchaus lokalem Charakter. Damals musste sich der Sensegletscher schon bis Rotenbach zurückgezogen haben; es ergibt sich eine Schneegrenze von 1400 m.

3. Ergebnisse.

Im Maximum der Würm-Eiszeit stand der Sensegletscher in direkter Beziehung und Berührung mit dem Rhonegletscher. Letzterer legte sich bei Plaffeien in 950 m quer vor den Ausgang des Sensetales.

In der ersten Rückzugsphase machten die beiden Quellgletscher der Sensetäler einen Vorstoss, in dem sie aber nicht bis in das soeben vom Rhonegletscher verlassene Gebiet, in die Niederung von Plaffeien, vordrangen, sondern noch oberhalb des Austrittstores aus der Voralpenzone endeten. Dieses Ende wird bestimmt durch Endmoränen und eine gemeinsame typische Schotterterrasse.

Es ist auch eine zweite Rückzugsphase durch Moränen und Schotter angedeutet. In derselben hatten sich die zwei linken Seitengletscher des Gantrischgletschers vom Hauptgletscher getrennt, so dass in dieser Phase vier Talgletscher von durchschnittlich 7 km Länge und zwei seitliche Hängegletscher entwickelt

waren. Jeder dieser vier Talgletscher wurde aus zwei bis sechs ausgesprochenen Firnmulden genährt, die in Stufen zu dem Talschluss hinabführen. Die Schneegrenze lag in 1450 m.

Auch in den Firnmulden, von denen einige Kare sind, finden sich ausgesprochene Endmoränen, und zwar mehrere hintereinander. Entsprechend der untersten dieser Moränen ergibt sich eine Schneegrenze von 1600—1650 m. Der Depression der Schneegrenze von 900 m zufolge handelt es sich um das Bühlstadium. Als die Gletscher die obersten Endmoränen bildeten, besassen sie bei Nordexposition eine Schneegrenze von 1800 m. Es spiegelt sich in den aufeinanderfolgenden Moränen das allmähliche Hinaufrücken der Schneegrenze von 1400 auf 1800 m wider.

Im Sensegebiet können wir ausser Karnischen auch trogförmige Haupttäler mit einem Talschluss beobachten, um den sich Ursprungskare gruppieren, während an den Talflanken Seitenkare vorkommen. Es finden sich zudem noch drei kleinere Seebecken innerhalb der Endmoränen eines Kars und ein grösserer See in einem Talschluss.

Der Boden der Täler wird heute von zahlreichen Schuttkegeln der Wildbäche bedeckt, und in den Karen reihen sich mächtige Schutthalden den Felswänden entlang.

Vierter Teil.

Kleine Talgletscher, Kar- und Hängegletscher in den Voralpen.

Sowohl der Hauptgletscher im Saanetal als auch alle grösseren Talgletscher der Voralpen erhielten im Maximum der Würm-Eiszeit und in den Rückzugsphasen seitliche Zuflüsse von den Bergabhängen her, so dass damals diese Seitengletscher nicht selbständig enden konnten. Dagegen waren in den jüngeren Stadien die grossen Talgletscher eingeschrumpft und besassen nicht mehr die hocheiszeitliche, gewaltige Mächtigkeit; daher konnten jetzt die seitlichen Gletscher selbständig Endmoränen ablagern und bis unter die obere Grenze der Haupt-Eisströme vorstossen. Es lässt sich aus einer Reihe kleiner