

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: II: Die eiszeitlichen Gletscher der Hochalpen des Saanegebietes
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: 25.01.2026

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

mit dem Rhonegletscher berührend. Der Frienisberg, der Büttenberg und der Gibloux ragten als Nunatakr auf.

Brückner hat die beiden äussersten Endmoränen des Rhonegletschers auf einem Kärtchen bereits angedeutet,¹⁾ nämlich die von Solothurn und die von Hindelbank. Es sind Moränen der Rückzugsphasen der Würm-Eiszeit; gestützt darauf kann man diesen Vorstoß als erste Rückzugsphase der Würm-Eiszeit bezeichnen.

Damals war der Saanegletscher noch verhindert, selbständig in die Ebene vorzustossen; er wurde vielmehr vom Rhonegletscher noch mitgeschleppt, wie die Verbreitung der erratischen Blöcke vermuten lässt. Erst aus späterer Epoche datiert die selbständige Entwicklung des Saanegletscher-Endes.

Zweiter Teil.

Die eiszeitlichen Gletscher der Hochalpen des Saanegebietes.

Von den in unserem Gebiet heute noch vergletscherten Hochalpen weg flossen im Maximum der Eiszeiten bedeutende Eisströme durch die Ketten der Voralpen hindurch und ins Vorland hinab; dort verschmolzen sie mit dem Rhone-Inlandeis. Später zeigten diese Gletscher eine selbständige Entwicklung. Die Eismassen gelangten durch zwei Täler aus dem Innern der Alpenzone heraus, durch das Saanetal und das Ormonttal, und in denselben finden sich auch die Spuren jüngerer Stadien. In ihrem Ursprungsgebiet liegen die Schuttmassen anderer Hochalpengletscher, die erst in den jüngsten Phasen der Eiszeit selbständig endeten; es sind der Lauenengletscher und der Oldengletscher.

I. Der Saanegletscher.

Nachdem wir im Vorland und am Aussenrand des Saanegebietes Spuren des Rhonegletschers der Riss-Eiszeit, aus dem Maximum der Würm-Eiszeit und, wie wir anzunehmen geneigt

¹⁾ Die Alpen im Eiszeitalter, S. 497.

sind, auch aus der ersten Rückzugsphase festgestellt haben, gehen wir zur Betrachtung des eiszeitlichen Saanegletschers über und beschäftigen uns vorerst mit der oberen Gletschergrenze.

1. Obere Grenze des Saanegletschers.

a. Moränen.

Am Nordabhang der Hornflihgruppe beobachtete ich in Lokalmoräne vereinzelte Blöcke von Flyschbreccie aus der Etivaz-Niesenzone, so bei Oeschseite in 1230 m, bei Klein-Saanenwald in 1470 m und in 1380 m, bei Gross-Saanenwald in 1460—1480 m. Bei Richenstein wird Saanegletschermoräne in 1400—1450 m von Lokalmoräne überlagert, die bis 1500 m hinaufreicht. Am Rinderberg liegen Flyschblöcke in 1512 m. Am Westabhang der Hornflih ist Moräne bis 1700 m hinauf erschlossen; sie hat aber lokalen Charakter. Jedenfalls reichte Saanegletschereis hier bis 1600—1700 m hinauf, wie auch aus den runden Formen der Bergrücken wie Eggli und Windspillen hervorzugehen scheint.

Südlich von Flendruz fand ich bei der Hütte Cananéen in 1600 m deutlich gekritzte dunkle Kalke. Da das Anstehende hier aus Hornflihbreccie und Couches rouges besteht, ist die Ablagerung dem Hauptgletscher zuzuschreiben, um so mehr als keine Firnnische vorhanden ist, die einen Lokalgletscher hätte bergen können.

Durch den mächtigen Saanegletscher gestaut, haben seine linken Zuflüsse Moränen abgelagert, deren obere Grenze indirekt die Höhe des Hauptgletschers angibt, so der Etivazgletscher in 1500 m bei Entre deux Cornets¹⁾ und der Hongringletscher am Col de Jaman in 1450 m.

Südwestlich von Château-d'Oex steigt Saanegletschermoräne in grosser Mächtigkeit am Sonlemont von 1000 m bis zu 1250 und bis zu 1470 m hinauf. Hier in 1470 m walten Lokalgesteine vor.

Direkte Ablagerung des Saanegletschers erreicht in einem bedeutenden Aufschluss am Ostabhang der Dent de Lys bei Theraulaz du milieu eine Höhe von 1400 m. Auf Saanegletschermoräne liegt hier 20—30 m mächtiger Lokalgletscherschutt, charakterisiert durch helle Kalkgeschiebe. Eine seitliche Ausstülpung des Saanegletschers erfüllte das Tälchen der Marivue

¹⁾ Vgl. Schärdts Karte, Beitr. XXII, 1887.

oberhalb Albeuve bis zu 1340 m mit mächtigem durch Hornfluh- und Etivazflyschbreccie gekennzeichnetem Moränenschutt¹⁾ und in gleicher Weise auf der rechten Talseite südöstlich von Grandvillard bei Fenils-derrey bis 1300 m. Schöne Aufschlüsse von geringeren Dimensionen steigen ob Villars-sous-Mont bis 1280 m.²⁾

Im Quellgebiet des Afflon, eines Baches, der südlich von Enney in die Saane mündet, fand ich Grundmoräne bis zu 1200 m hinauf aufgeschlossen. Dieselbe besteht in der oberen Partie hauptsächlich aus hellen Kalkgeschieben, die undeutlich gekritzelt und gescheuert sind. Vereinzelt treten dunkle, schön polierte Kalkgeschiebe auf. Erst in 1100 m fand ich Etivazbreccie.

Auch westlich von Enney gehen Aufschlüsse nur bis 1200 m hinauf bei Les Pantets. Westlich von Greyerz mündet vom Moléson her die Albeuve. Diese schliesst in 1180 m Moräne auf, die talwärts in immer grösserer Mächtigkeit auftritt und aneutet, dass wohl das ganze Tälchen bis zu 1200 m hinauf verbaut worden war. Auffallend zahlreich sind hier grosse Blöcke von Hornfliuhbreccie. Am Ausgang des Tälchens der Albeuve fand ich Etivazbreccie und gekritzte Geschiebe bei Les Fossys in 1225 m und 1 km nördlich davon bei Le gros Schimberg in 1200 m.

Auf der rechten Talseite östlich von Grandvillard geht Moräne bei Fenils-derrey, wie erwähnt, bis 1300 m hinauf. Sie enthält vorzugsweise Flyschsandsteine, schwarze Jura- und rote Kreidekalke. Nördlich von Grandvillard beobachtete ich oberhalb Estavannens Moräne in 1180 m bei Les Perreyres; dagegen fand Gilliéron hier Erratikum in 1250 m.³⁾ An der Dent de Broc bemerkte ich am Nordabhang bei Grosses Sciernes in 1300 m gekritzte und gerundete helle Kalke; da sie nicht einem Lokal-gletscher zugeschrieben werden können, weil eine Firnmulde und Moränenwälle fehlen, halten wir sie für Erratikum des Saanegletschers. Wir fanden typische Rhonegletschermoräne am Montsalvensmassiv in 1260—1270 m; Erratikum in dieser Gruppe bei Le Cours in 1300—1320 m enthält nur Kalkgeschiebe und Etivazbreccie.

¹⁾ Schardt hält ihn mit Unrecht für Moräne des Lokalgletschers, Beiträge XXII, Seite 331.

²⁾ Auf der geolog. Karte, Bl. XVII, ist von allen angeführten Vorkommnissen nur dies gezeichnet.

³⁾ Beiträge XVIII, S. 228.

b. Ergebnisse.

Der Saanegletscher hat bis zu einer Höhe von durchschnittlich 600 m über der Talsohle typische Grundmoräne abgelagert, die scharfgekritzte, gut polierte und gerundete Geschiebe, in richtigem Gletscherschlamm gebettet, aufweist; vereinzelte eckige Blöcke fehlen nicht. Wie Brückner ausführt, kann für den Rhonegletscher die überste Grenze der Vereisung, die er der Riss-Eiszeit zuschreibt, nur mittelst vereinzelter erratischer Blöcke festgestellt werden.¹⁾ Nirgends sind frische Moränen an den Bergabhängen aus dieser Zeit vorhanden. Da nun alle dem Saanegletscher zugeteilten obersten Ablagerungen aus echter frischer Moräne bestehen, deren obere Grenzhöhen sehr gut miteinander übereinstimmen, zweifeln wir an ihrem jugendlichen Alter nicht und verweisen sie in die Würm-Eiszeit.

Nirgends hat der Saanegletscher seinen Schutt an den Gehängen als Wallmoräne aufgeschüttet, weil die Abhänge im grossen und ganzen sehr steil sind und weil die Ablagerung teils in Seitentälern, teils an Gehängen oberhalb der Schneegrenze geschah.

Interessant ist die Zusammensetzung der Moränen, die zeigt, dass der Saanegletscher im Maximum der Würm-Eiszeit Zuflüsse von den ihn bis Bulle umgebenden Bergketten erhielt. Diese seitlichen Gletscherzungen sind auf den Hauptgletscher geflossen, wie dies Brückner im Salzachgebiet vom Schalfferner gezeigt.²⁾ So markieren sich die Gletscher der Lyskette mit ihren hellen Kalken sehr scharf in den Aufschlüssen am Afflon und ebenso die westlichen Hängegletscher der Vanilnoirkette. Flyschsandsteine der Hundsrückzone kommen bis Grandvillard vor.

Ein Arm des Saanegletschers floss über die Saanenmöser dem Simmengletscher zu. Diese Erscheinung ist eine Wiederholung des gleichen Vorganges, welcher durch Baltzer³⁾ und Brückner⁴⁾ vom Aaregletscher beschrieben wurde, der über den Brünig geflossen ist.

¹⁾ Die Alpen im Eiszeitalter, S. 282 und 550.

²⁾ Vergletscherung des Salzachgebietes, 1886, S. 25.

³⁾ Beiträge XXX, Der diluviale Aaregletscher, Bern 1896, S. 130 und Karte XVII.

⁴⁾ Die Alpen im Eiszeitalter, S. 539, 542, 575.

Auffallend macht sich die Stauwirkung des Rhonegletschers geltend, der über dem Becken von Bulle, wie früher erwähnt, in 1260 m stand und so den Saanegletscher zwang, mächtiges Moränenmaterial, das dieser nicht talabwärts tragen konnte, in die seitlichen kleinen Täler zu schieben, die sich gegen das Haupttal öffnen. Solche Tälchen, wie das der Marivue oder der Albeuve, hätten zum Teil dem Hauptgletscher kleine Seitengletscher zugeführt, da ihr Talhintergrund sich weit über die würm-eiszeitliche Schneegrenze erhebt, wenn nicht gewaltsam der Ausgang mit Hauptgletscherschutt verbaut worden wäre, was sich zum Teil durch die Stauwirkung erklären lässt.

Am Ausgang des Saanetales war der Saanegletscher genötigt, seine obersten Eismassen auf den Rhonegletscher zu schieben. Dabei wurde erratisches Material aus dem Saanegebiet durch den Rhonegletscher weit ins Vorland verfrachtet, wie ich bei Giffers, Schwarzenburg, Thörishaus und Zollikofen beobachten konnte, wo sich Hornfluhbrecce und Mocausakonglomerat in Gesellschaft von Gabbro und Valorsinekonglomerat befinden.

2. Der selbständige Saanegletscher bei Bulle.

a. Orientierung.

Nach den im Vorland gemachten Beobachtungen geht hervor, dass der Saanegletscher im Maximum der Würm-Eiszeit und in der ersten Rückzugsphase durch den mächtigen Rhonegletscher in seiner selbständigen Entwicklung gehindert war.

Da nun die eiszeitlichen Gletscher noch in einer zweiten Rückzugsphase einen kleinen Vorstoss oder Halt machten, ist anzunehmen, dass damals der Saanegletscher die Endmoränen in der Niederung von Bulle aufwarf, die Gilliéron beschrieben und die Brückner als Rückzugsmoränen gedeutet hat, wie eingangs gesagt wurde. Diese Tatsache soll im folgenden Abschnitt ausführlicher besprochen werden; derselbe handelt zunächst vom ehemaligen Gletscherbett, dem Zungenbecken, so dann von den Ablagerungen des alten Gletschers.

b. Das Zungenbecken des Saanegletschers.

Wie eingangs angedeutet, fliesst die Saane vom Knie bei Montbovon in nördlicher Richtung auf 10 km in dem breiten Synklinaltal, das bei Greyerz im Norden durch die durchschnit-

tenen Kalkketten riegelförmig abgeschlossen wird, zwischen denen der Fluss in 694 m in schmalem Bett hindurchfliesst.¹⁾

Auf grosse Strecken pendelt der Fluss im Gebiet der Synklinale in breiter Niederung zwischen diluvialen Schottern hindurch; an andern Orten hat er sich tief in anstehenden Fels (obere Kreide) eingeschnitten.

Dieses breite Tal ist aber zum Teil ein reines Erosionstal; denn wie auch aus Schardts Profilen ersichtlich ist, werden die sekundären Falten der Kreide durchschnitten; dies tritt namentlich südlich von Grandvillard deutlich hervor.²⁾ Hier macht sich auf 1 km Breite und 2,2 km Länge ausgezeichnete Rippung im Streichen des Haupttales geltend. In der Synklinale steht südwestlich von Montbovon und nördlich von Estavannens Flysch an. Dieser scheint im eigentlichen Saanetal auf breite Flächen hin erodiert worden zu sein, während die härteren Bänke der oberen Kreide der Abtragung grösseren Widerstand entgegengesetzt haben.

Die mittlere Erhebung der Kreidefelsrippen beträgt 824 m, das ist 80 m über dem Flussniveau. Aehnliche Erscheinungen treten auf dem linken Ufer bei Sciernes auf. Diese Felshügel zwischen Grandvillard und Sciernes sind typische Rundhöcker. Bei Anlage der Gruyérez-Bahn 1904 konnte an vielen Aufschlüssen beobachtet werden, dass die unregelmässig steil und senkrecht gestellten Schichten glattweg abgeschnitten sind, so dass das Ganze sanft gerundete Buckel bildet.

Bei der Mündung des Hongrin hat das Saanetal eine Breite von 750 m, und bis Grandvillard wächst sie auf 1750 m. Wir bezeichnen das Talstück zwischen Montbovon und Gruyérez als das Becken von Grandvillard im Gegensatz zur Niederung von Bulle, die sich nördlich des Riegelberges von Gruyérez ausbreitet. Dieses nördliche Becken wird im Südwesten von den sanften Abhängen der Molésonflyschvorberge, des Schimbergs und der Alpettes, im Nordwesten vom Gibloux und im Osten vom Berra-massiv umschlossen.

Aus dem Becken von Bulle führen drei Ausgänge nach dem Mittelland hin, nach Westen, Norden und Nordosten, die alle zunächst sanft ansteigen und eine Wasserscheide besitzen, die

¹⁾ Vergl. Schardt, Beitr. XXII, S. 335.

²⁾ Beitr. XXII, Tafel XVI, Fig. 4 und 6.

viel höher liegt als die Saane östlich von Bulle. Der nördliche, breiteste Talausgang, der eine Schwellenhöhe von 791 m hat, wird von der Saane von Pont la Ville an abwärts in 120—150 m tiefer, schmaler Erosionsschlucht durchschnitten. Von Westen her fliesst bei Vaulruz zwischen Gibloux und Les Alpettes die Sionge dem Saanebecken zu, den Nordabhang der Alpettes entwässernd. 1 km nordwestlich von Vaulruz liegt die Wasserscheide in 843 m. Unmittelbar südlich von Pont la Ville mündet von Nordosten her die Serbache in die Saane, indem sie einem blinden Tal folgt, dessen Wasserscheide in 806 m liegt. Die beiden breiten Talfurchen der Sionge bei Vaulruz und der Serbache bei La Roche sind Talwasserscheiden.

Ausser der Sionge und der Serbache strömen noch andere Gewässer im Becken von Bulle zusammen, so von links die Trême und die Albeuve und von rechts der Jaunbach. Die Trême dürfte ursprünglich über Vuadens der Sionge zugeflossen sein. Heute zeigt sie einen zentripetalen Lauf, indem sie bei Bulle nach Osten und sogar nach Südosten umbiegt und zwischen Epagny und Broc der Saane zufliesst, nachdem sie unmittelbar oberhalb ihrer Mündung die Albeuve vom Nordabhang des Moléson und zahlreiche Bäche vom Schimberg aufgenommen hat. Der Jaunbach mündet in enger Schlucht bei Broc in einem Niveau von 680 m, während der breite Talausgang des Jauntales sich in 810 m befindet. In mehreren Windungen führt die Strasse von Broc die 130 m hohe Stufe empor.

Das Becken, dessen Breite bei Bulle 6,5 km beträgt, zeigt eine wellige Oberfläche, die durch flache Moränenwälle und gerundete Felshügel belebt wird. Ungefähr in der Mitte der Niederung erhebt sich der Flyschhügel von Morlon zu 826 m, und 2,5 km nördlich taucht aus dem sich zuspitzenden Becken der Molasse-Sandsteinhügel von Champotey zu 810 m auf. Verbindet man die drei Einzelerhebungen, den Riegel von Greyerz und die Rundhöcker von Morlon und Champotey, durch eine Linie, so wird die Niederung in zwei Längshälften geteilt, die sich durch ihre Sohlenhöhe unterscheiden. Die westliche Hälfte, in der die Orte Pâquier, Tour-de-Trême, Bulle, Riaz und Echarlens liegen, hat eine mittlere Höhe von 750 m. Die östliche Hälfte wird der ganzen Länge nach von der Saane durchflossen, die zum grössten Teil in mehr als 1 km breiter Alluvial-Ebene fliesst, deren mittlere Höhe 675 m beträgt. Diese Alluvial-

Ebene ist auf der Ostseite der ganzen Länge nach von einer Schotterterrasse mit Steilabfall begrenzt, auf der die Dörfer Broc, Botterens, Villarbeney, Villarvolard, Corbière und Hauteville liegen.

Denkt man sich die Saaneschlucht bei Pont la Ville zwischen Bertigny (793 m) und Au Bry (791 m) auf eine Entfernung von 1,5 km geschlossen und die Saane bis 791 m gestaut, so würde ein 20 km langer See entstehen, der bei Bulle 6 km breit wäre und dessen Wasser bis Albeuve reichte. Der See wäre bei Hauteville 146 m tief. Aus dem Seespiegel müssten drei Inseln sich 20—35 m erheben: der Riegel von Gleyerz und die Hügel von Morlon und Champotey. Wir haben hier also ein Zungenbecken vor uns, und in demselben müssen wir das Ende des nach dem Maximum der Würm-Eiszeit selbständig vorstossenden Saanegletschers suchen.

c. Die Endmoränen um Bulle.

Die Oberflächengestaltung im Gebiete der Endmoränen war entscheidend für die Art ihrer Ablagerung. Am Ausgang des breiten, stufenförmig mündenden Jauntales sind an mehreren Stellen bis 50 m hohe mächtige Moränenmassen aufgeschlossen, die sich als einheitliche Bildung bis zur Mündung des R. de Motélon mehr als 2 km weit zu 860 m hin erstrecken. Hornflih- und Etivazbreccien, die bei Favaulaz vorkommen, kennzeichnen sie hier als Grundmoräne des Saanegletschers, der bei Broc eine Mächtigkeit von 180 m besass, denn seine Sohle lag in 680 m.

Im Becken von Bulle bewirkte der Hügel von Morlon eine Teilung des Gletscherendes; daher kam es zur Bildung von zwei Systemen konzentrisch angeordneter Moränenwälle, entsprechend der Ost- und Westhälfte der Niederung.

In der östlichen Partie zieht ein nordwestlich streichender, flacher Wall über Villarvolard und bildet das Hangende der erwähnten interstadialen Schotter, ebenso wie 300 m südlich ein zweiter, der namentlich im Bachaufschluss von En Crochy typische Saanegletschergrundmoräne zeigt. Südlich von Crochy wird bei Punkt 726 durch den R. de Chaux ein dritter flacher Wall aufgeschlossen, dessen Struktur an der Strasse bei Les Cuéroz und südlich Villarbeney sichtbar ist. Diesen rechtsseitigen Halbbogen entsprechen zwei ausgesprochene Wälle auf dem lin-

ken Saaneufer, die vom Donjon gegen En Rantoz ziehen, Punkt 737 und 742 m. Die Gletscherzung, die bei Villarvolard in 730—740 m endete, musste 5 km südlich bei Broc eine Oberfläche von 860 gehabt haben; die Neigung am Gletscherende betrug demnach 25%^{oo}. Daher erklärt sich auch die Wirkung des Hügels von Morlon, der bis 826 m hinaufreicht, während hier die Gletscheroberfläche in 790 m lag. An seinem Südabhang fand ich bei Punkt 792 Moräne und bei Croix Schotter aufgeschlossen. Gilliéron zeichnet die ganze Erhebung als Moränenhügel¹⁾; sie musste aber schon vor dem selbständigen Vorstoss des Saanegletschers existiert haben; denn sehr wahrscheinlich besteht der ganze Sockel aus Flysch, nicht nur die Flanke, wie die Karte zeigt. Flysch steht nämlich auch auf der steilen Nordseite an. Die Moränendecke nimmt an Mächtigkeit nach oben ab.

Einheitlicher als auf der Osthälfte ist die Entwicklung des Moränensystems im westlichen Teil des Beckens, in dessen Zentrum Bulle liegt. Auf dem linken Ufer lassen sich die Endmoränen über 7 km weit verfolgen.

Ungefähr 2 km westlich von Gleyerz tritt bis zu 900 m hinauf bedeutender Moränenschutt auf, der frei ist von Rhonegletschergeschieben, dagegen grössere Hornflih- und Etivazblöcke enthält. Die Talsohle liegt hier in 730 m, so dass der Gletscher eine Mächtigkeit von 170 m gehabt haben musste. Die Moränenablagerungen sind zwischen der Albeuve und der Trême in ausreichendstem Masse durch sieben dem Nordosthang des Schimberges entströmende Bäche aufgeschlossen, die sich tief in den Schutt eingeschnitten haben.²⁾

Typische Saanegletschermoräne tritt am R. de la Vaudaisaz bei Crêt à Baron in 911 m auf, senkt sich dann langsam über Les Plains zu Les Pralis und bildet südlich von der Trême einen ausgesprochenen Wall, der bei Punkt 867 die Gîte à Meyer trägt. Nördlich von der Mühle an der Trême streicht der Wall gegen Vuadens hin über Punkt 816 gegen Au Briez, wird bei Au Croset von der Eisenbahn und der Sionge durchschnitten und verflacht sich nördlich von Riaz und westlich von Echarlens in Punkt 741. Im Aufschluss bei Croset an der Sionge ist die

¹⁾ Geolog. Karte, Bl. XII, und Carte géol. der Beitr. XII.

²⁾ Vergl. auch Gilliéron, Beitr. XVIII, S. 228.

Moräne sehr deutlich geschichtet. Dieser äussersten linken Ufermoräne entspricht ein weniger deutlicher Wall, der nördlich vom Hügel von Morlon mit der 20 m hohen Moränenkuppe «au Donjon» Punkt 746 beginnt, zwischen zwei Sümpfen gegen Au Montillier zieht und östlich vor Echarlens endet.

Diese äusserste Endmoräne des Saanegletschers ist sehr scharf nach aussen abgegrenzt, indem Rhonegletschererratikum überall in unmittelbarer Nähe auftritt; dies ist der Fall am Schimberg bei Mont Lovet; an der Trême westlich von der Mühle und Le Carry; bei Vuadens, wo drei nach Osten streichende Moränenwälle des Rhonegletschers in rechtem Winkel von der Moräne des Saanegletschers geschnitten werden; westlich von der Sionge bei Au Bolossy; westlich von Riaz bei En Joulin; östlich von Echarlens bei Champotey.

Innerhalb der äussersten Endmoräne des Saanegletschers lassen sich mehrere Wälle unterscheiden, die am Ostabhang des Schimbergs besonders eng gedrängt sind wie bei Fontannetaz und Montbarry. Zwischen Pâquier und Granges treten aus der dichten Scharung sechs deutliche Moränenzüge fingerförmig auseinander. Von diesen wurde der Verlauf des westlichsten bereits angedeutet; ihn übertrifft an Höhe der ihm unmittelbar östlich anliegende Wall, der südlich von der Trême in 861 m abbricht, nördlich vom Fluss in scharf ausgeprägter Wallform bei Champ-Jaquier in Punkt 825 m weiterstreicht über Dally und La Mottaz, dann nördlich vom Bahneinschnitt nach Nordost umbiegt und endlich die Sionge erreicht, die ihn durchschneidet. Ein 350 m breiter, aber flacher Moränenhügel bei Punkt 741 östlich von Riaz dürfte als rechtes Bogenstück der zweiten Endmoräne gelten.

Der dritte Wall, auf dem die Gebäude Montillon stehen, ist südlich der Trême gut erhalten, nördlich derselben aber auf 1 km Länge vollständig erodiert, und ein flacher, fächerförmig ausgebreiteter Schuttkegel liegt an seiner Stelle. Erst nördlich von der Romont-Bulle-Bahnlinie, bei Praz-Bourret, macht sich die Wallform geltend, die bei Moulin, südwestlich von Riaz, an der Sionge wieder verschwindet.

Aehnliche Verhältnisse zeigen auch zwei folgende, südlich von der Trême deutliche Moränenzüge. Unmittelbar nördlich vom Flusse gewährt die in ihrer Fortsetzung liegende schwach geneigte Ebene des Schuttkegels den Häusern von Saucens Platz, und unvermittelt erheben sich bei La Palaz die zwei Wälle, die

in sanftem Bogen gegen Riaz streichen, um sich bei En la Fin mit den Wällen von Verdel zu vereinigen.

- Der vierte Wall erhebt sich bei La Palaz zu dem rundlichen • Hügel von Montcaillaz Punkt 802, wo anstehender Sandstein gebrochen wird. Ueber demselben liegt sowohl Rhone- als auch Saanegletscherschutt. Die Felsoberfläche zeigte im Jahre 1905 schöne Gletscherschliffe und glaciale Strudellöcher. Deutliche Schrammen waren von Süden nach Norden gerichtet. 1906 hatten Menschenhände das Gebilde zerstört.

Von den genannten Moränenhügeln bei Le Verdel weist der südlichste mit Punkt 765 die deutlichste Wallform auf. Alle scheinen vom Hügel von Morlon auszustrahlen, doch zieht sich zwischen ihnen und dessen Westabhang eine kleine Rinne hin, in deren Sohle zahlreiche Wallisergeschiebe liegen.

Der sechste Moränenwall streicht in sanfter Wallform über Les Granges gegen Bulle und ist dort bei Anlage und Erweiterung des Bahnhofes mehrmals, zuletzt 1906, trefflich aufgeschlossen worden, ebenso durch die Trême, die nördlich von Granges nach Osten fliesst. Der Aufschluss am Bahnhof Bulle zeigt ungeschichtete Moräne mit ausserordentlich viel Schlamm, in dem zahlreiche Blöcke von halber Kubikmetergrösse und gekritzte Geschiebe von jeder Form und Dimension stecken. Bei der Brücke südlich von Bulle erhebt sich auf dem rechten Ufer eine sanfte Anhöhe, die als Rest der Endmoräne von Bulle gelten darf, denn sie besteht aus Gletscherschutt.

Die Neigung des Gletscherendes betrug in der grössten Ausdehnung zwischen Greyerz und Riaz auf 6—7 km etwa 25%.

Südlich von Pâquier zieht ein Moränenwall in 770 m gegen La Vaudaisaz hin. Von der Bahn aus bemerkt man hier in einer Schürfung im Gehänge, wie schiefgestellte Felsschichten von Moränenschutt bedeckt werden, ähnlich wie unmittelbar östlich von Pâquier bei Clos de la Chapelle. Südöstlich von dieser Stelle erhebt sich aus der sumpfigen Niederung ein kleiner, ganz flacher Hügel, Villard Jordon; vielleicht besteht er auch aus Fels wie der Hügel von Punkt 722 En aval d'Epagny, der von Favre und Schardt als «moraine transversale» bezeichnet wurde.¹⁾ Oder ist darunter die Schotterterrasse bei Les Addoux gemeint?

¹⁾ Beiträge XXII, S. 306.

Südwestlich von Greyerz durchschneidet die Albeuve zwischen Punkt 815 und Punkt 896 bedeutenden Moränenschutt, der bei Punkt 847 eine Mächtigkeit von 50 m erreicht. Er enthält Geschiebe des Saanegletschers. Im Oberlauf tritt solcher Schutt zwischen 1000—1200 m auf. Letzteren weisen wir zeitlich in das Maximum der Würm-Eiszeit, die Ablagerung aber in 815—896 m in die Rückzugsphase von Bulle. Unmittelbar südlich von Greyerz sah ich einen kleinen Moränenaufschluss über Anstehendem am Tunnel von L'Auge d'avaux und westlich von Enney in 740 m, hier von jüngerer Schotterterrasse überlagert.

Doch können wir auch von drei bedeutenderen Moränenablagerungen südlich von Greyerz sprechen. Das eine Vorkommnis liegt westlich von Enney bei La Tolletaz in 900 m; es ist blockreiche 20—40 m mächtige Moräne des Saanegletschers, die bis 940 m hinaufreicht. Darüber folgt eine Zone, in der der Bach in Fels einschneidet bis zu 1100 m. Dann aber findet sich die schon erwähnte Ablagerung, die bis 1200 m reicht und die wir dem Maximum der Würm-Eiszeit zuschrieben. Es gehört wohl die in 900—940 m liegende Moräne einer Rückzugsphase an, und zwar der, als der Saanegletscher bei Riaz endete, Damals stand seine Oberfläche westlich von Greyerz in 911 m. Eine zweite Ablagerung befindet sich in Wallform in 840 m bei La Léchire am Afflon südwestlich von Enney. Dieser Moräne entspricht eine dritte auf der rechten Talseite nördlich von Estavannens bei Rez-de-Ferrannaz in 842 m.¹⁾ Beide dürften aus der Zeit stammen, als der Saanegletscher bei Bulle endete und im Begriffe war, das Becken von Bulle zu verlassen. Es sind Ufermoränen.

Talaufwärts sind auf 20 km Spuren des Gletschers ausserordentlich spärlich, so dass man auf einen raschen Rückzug des Gletschers nach seinem langen Halt bei Bulle schliessen muss. Ich beobachtete nur vereinzelte erratische Blöcke auf Felshügeln bei Montbovon und Rossinière.

Fassen wir kurz das über die Endmoränen Gesagte zusammen. Im Becken von Bulle hat der Saanegletscher ausgeprägte Endmoränen abgelagert. Durch den Hügel von Morlon war die Gletscherzungue in zwei Lappen geteilt, so dass zwei

¹⁾ Gilliéron, Beiträge XVIII, S. 227.

Systeme von Endmoränen entwickelt sind. Im östlichen Gebiet überlagern drei Endmoränenwälle bei Villarvolard verfestigte ältere Schotter. Im westlichen Gebiet schlingen sich sechs konzentrische Wälle um die Niederung von Bulle. Der äusserste Wall endet bei Echarlens und Riaz, der innerste bei Bulle, also 4 km südlicher. Die Moränenablagerungen südlich von Bulle sind unbedeutend; sie haben südlich von Greyerz den Charakter von Ufermoränen.

d. Schotter.

Auf dem rechten Ufer der Saane lassen sich unterhalb der Endmoränen von Villarvolard nur auf 3 km hin bis Hauteville Schotterterrassen verfolgen; sie fallen von 730 m auf 711 m, also mit einem Gefälle von 6,3 %.¹⁾ Gilliéron beobachtete über den sog. interstadialen Schottern, charakterisiert durch liegende Grundmoräne und durch «dépôts fins», eine Schichtung von grösseren Geröllen.¹⁾ Diese hangenden Schotter dürften dem Saanegletscher bei Bulle entströmt sein. Diese Tatsache tritt auffällig südlich von der Brücke von Corberettes zutage. Hier geht bei s von Les Larrets Moräne in groben Schotter über, in dem häufig gekritzte Geschiebe zu beobachten sind. (Vgl. Taf. I, Fig. 1.)

Breiter als auf dem rechten ist das Schotterfeld auf dem linken Ufer, wo es sich von Riaz nach Norden westlich des Hügels von Champotey gegen au Villard erstreckt und von der Sionge und ihren Zuflüssen, die den Osthang des Gibloux entwässern, durchschnitten wird. Auf der Terrasse liegen die Dörfer Marsens und Vuippens, während Riaz und Echarlens im verbreiterten Bett der Sionge gebaut wurden, das diese in Moränen und Schottern des Saanegletschers eingeschnitten hat. Die Länge des Schotterfeldes ist wenig mehr als 3 km, und das Gefälle beträgt heute 10 %.

Im Liegenden beider Schotterterrassen erscheint 30 m mächtige Moräne des Rhonegletschers, namentlich bei Hauteville. Die Schmelzwässer des Saanegletschers mussten ungefähr die gleiche Furche durchflossen haben, in der noch heute die Saane bei Pont la Ville rauscht. Denn hier liegt das Molasse-plateau in 760—790 m, 3 km südlich davon die Schotter-

¹⁾ Beiträge XVIII, S. 451.

terrasse in 700 m. Demnach befand sich bei Pont la Ville der Wasserspiegel damals in etwa 680 m, heute in 636 m.

e. Rhonegletschergeschiebe bei Bulle.

Im Becken von Bulle kommen innerhalb der Endmoränen des Saanegletschers mehr oder weniger zahlreiche Geschiebe des Rhonegletschers vor, wie Gilliéron schon 1873 vom Moränenhügel beim Bahnhof Bulle¹⁾ und 1885 von der Umgebung des Hügels von Morlon beschrieben hat.²⁾ Dieser Forscher führt aus, dass kristalline Geschiebe am Ostabhang des Hügels von Morlon zu fehlen scheinen, dagegen in der Ebene am Westabhang häufig seien. Er schliesst daraus, dass zu einer gewissen Zeit der Hügel die Grenze gebildet habe zwischen dem Rhonegletscher, der von Westen kam, und den lokalen Gletschern, die zwischen Morlon und dem Berra- und Montsalvens-Massiv hindurchgeflossen sein sollten. Es ist sehr wohl möglich, dass sich in der ersten Rückzugsphase der Würm-Eiszeit hier ein ähnlicher Vorgang zugetragen hat.

Wir haben aber auch an andern Punkten Rhonegeschiebe beobachtet und sie wie folgt auf der Karte eingezeichnet:

Am Westabhang des Hügels von Morlon liegen hinter dem Hause Sur le Verdel in 750 m zahlreiche, bis zentnerschwere Blöcke von Granit, Gneiss und Valorsinekonglomerat. Nördlich von «sur le Verdel» fand ich kleinere Rhonegletschergeschiebe auf der Moräne En Montmelley Punkt 741 und östlich davon bei Au Saugy und bei En Rantoz in 720 m. Am Ostabhang des Hügels von Morlon sah ich Valorsinekonglomerat bei Bertholly in 700 m und ein kleines Stück am Nordabhang bei Punkt 728. In der beim Bahnhof von Bulle im Juni 1905 aufgeschlossenen Grundmoräne des Saanegletschers traten drei zentnerschwere Valorsineblöcke zutage; ebenso kamen auffallend zahlreiche, bis kopfgrosse Rhonegletschergeschiebe unter Saanegletschergrundmoräne westlich von Bulle bei Punkt 802 Montcaillaz vor und zwei kleinere Urgesteinsstücke im Einschnitt der neuen Linie Vuadens-Bulle bei La Mottaz. Dagegen liegen mehrere grössere Blöcke oberflächlich unter zusammengetragenen Steinen bei Saucens, 1 km westlich von Bulle.

¹⁾ Beiträge XII, Seite 150.

²⁾ Beiträge XVIII, S. 243.

Wir sehen demnach, dass vereinzelte Rhonegletscher-geschiebe in Moräne des Saanegletschers eingebettet, andere oberflächlich gelegen sind.

Aus der Verbreitung der Rhonegeschiebe im Becken von Bulle geht hervor, dass dieselben, wie Gilliéron erkannte, auf der Westseite des Hügels von Morlon besonders häufig sind, aber auch auf der Nordseite. Dagegen kommen sie auf der Ostseite selten vor. So fehlen sie in den hangenden Moränen des Saanegletschers bei Villarvolard ganz, im Gegensatz zu den Moränen bei Bulle. Zwar tritt dann von Villarvolard weg nach Norden hin, wie wir sahen, mächtige Moräne des Rhonegletschers im Niveau des Flusses unter den Lokalablagerungen auf. Südlich davon fehlt sie. Diese Tatsachen lassen folgenden Schluss zu :

Nach dem Maximum der Würm-Eiszeit drang eine Zunge des Rhonegletschers durch die breite Oeffnung von Vaulruz gegen Vuadens, daselbst drumlinartige Wälle bildend, bis zum Hügel von Morlon vor. Hier teilte sich das Eis. Ein Lappen floss nach Süden gegen Tour de Trême und Pâquier; ein anderer bewegte sich in nordöstlicher Richtung gegen Villarvolard, Hauteville und La Roche. Auf der Ostseite des Hügels von Morlon floss der Saanegletscher nordwärts, von dem eine seitliche Ausstülpung bis etwa zu 1000 m hinauf in den Ausgang des Jauntales reichte und hier die Moräne von Creux du Plex bei Crésuz ablagerte. Von Villarvolard an kam der Saanegletscher mit dem Rhonegletscher in Berühring, der den erstern unterteufte und die mächtigen Moränenmassen aufschüttete, die von schlammiger Grundmoräne des Lokalgletschers überlagert werden. Wir können hier also die erste Rückzugsphase der Würm-Eiszeit erkennen.

Nachdem das Rhone-Eis im Becken von Bulle ganz verschwunden war, stiess dann der Saanegletscher ungehindert vor und räumte den fremden Schutt aus, der namentlich im westlichen Teil des Beckens beträchtlich war, ihn teilweise einige Kilometer weit verfrachtend, teilweise nur überlagernd wie bei Villarvolard und Montcaillaz.

Die Blöcke von Saucens können aber auch durch die Trême hergebracht worden sein; denn sie liegen da, wo der dritte, vierte und fünfte Endmoränenwall auf eine Strecke von 500 m erodiert sind und wo sich ein flacher Schuttkegel der Trême

ausbreitet. Wie schon 1885 Gilliéron ausgeführt hat,¹⁾ werden die glacialen Ablagerungen zwischen Bulle und Gruyères von Flussschottern der Trême überlagert. In diesen Schottern beobachtete ich zahlreiche Rhonegletscherblöcke, die von der Trême aus dem Tal der Trême verschleppt worden sind. Des gleichen Ursprungs sind die Blöcke von Saucens. Die Trême floss früher westlich von Bulle durch gegen Riaz und dort in die Sionge. Ein Teil der Rhonegletschergeschiebe ist also als Ausräumungsprodukt des Saanegletschers zu betrachten, während andere von der Trême in das Becken von Bulle hinein verfrachtet worden sind.

f. Moränenfreie Zone und Rundbuckel.

Innerhalb der Endmoränenzone, also südlich von Bulle und Morlon, erheben sich sanft gerundete Hügel, die aus anstehendem Gestein bestehen und sozusagen frei sind von Erratikum.

So befindet sich südlich vom Hügel von Morlon der grosse Wald von Bouleyres auf zahlreichen, sanft geformten Erhebungen, die aus schwarzen Kalkschiefern aufgebaut sind. Diese Felshügel steigen von 737 zu 750, 761 und 771 m nach Norden an und bergen den Sumpf von Praz Bosson. Eine steilere Böschung haben die Rundbuckel von Tour de Trême; sie bestehen aus hartem Kalk. Südlich davon erhebt sich auf mehreren Felshügeln der Wald Sautaux 40—50 m hoch über die rings sich ausbreitenden Alluvial-Ebenen und sumpfigen Niederungen.

Ausgezeichnete Rundbuckelformen weisen die isolierten Felshügel auf, von denen der höchste in 827 m von der mittelalterlichen Siedlung Greyerz gekrönt wird. Alle bestehen aus mittlerem und unterem Jurakalk. Sie bilden die Reste der durch Fluss- und Gletscher-Erosion erniedrigten Kette, die hier in nordöstlicher Richtung streicht. Alle wurden noch vom Saanegletscher überflossen, als er im Becken von Bulle endete.

Die Moränenfreiheit des Zungenbeckens bestätigt hier die Regel, dass vom Gletscher sozusagen jeglicher Schutt seitwärts und vorwärts an den Rand, an das Ufer geschoben wird. Das Vorkommen von beträchtlichen Moränenmassen deutet also das Ende oder eine seitliche Grenze des Gletschers an.

1) Beiträge XVIII, S. 228.

g. Areal und Zeitfolge.

Das Gesamtareal des von der Saane bis Bulle entwässerten Gebietes beträgt 851 km². Von dieser Fläche entfallen 180 km² auf das Einzugsgebiet des Jaunbaches und 54 km² auf das westlich gelegene Molésongebiet. Auf den bei Bulle selbständig endigenden Saanegletscher kommen also 617 km² Areal und 61 km Länge. Die mittlere Höhe dieses Gebietes ergibt sich nach planimetrischer Berechnung zu 1540 m.

Nach den oben geschilderten Erscheinungen im Vorland des Saanegebietes muss der Saanegletscher den Vorstoss in die Niederung von Bulle nach dem Maximum der Würm-Eiszeit unternommen haben. Auch in der ersten Rückzugsphase der Würm-Eiszeit dürfte der Rhonegletscher das Becken von Bulle bedeckt haben, so dass der Saanegletscher nicht selbständig enden konnte. Aber nachdem sich der Rhonegletscher in die Juraseefurche und in das Genferseebecken zurückgezogen hatte, machte der Saanegletscher den selbständigen Vorstoss bis Bulle, der also der zweiten Rückzugsphase der allgemeinen Vergletscherung entspricht.

h. Zusammenfassung.

Wo in der Gegend von Bulle die Saane die Zone der Voralpen verlässt und ins Mittelland eintritt, breitet sich eine beckenförmige Niederung aus, die allseitig von Abhängen umgeben ist. In dieser Niederung erheben sich kleine Hügel und dehnen sich Schotter-Ebenen und Sümpfe aus. Die Hügel bestehen teils aus Fels, teils aus Gletscherschutt. Die Felshügel sind Rundbuckel aus Molasse-Sandstein, Flysch, Kalkschiefer und Kalk. Die andern Erhebungen sind Moränenwälle. Die Schotter-Ebenen sind teils fluvio-glacialen, teils fluviatilen Ursprungs. Gletscherschutt findet sich auch als Grundmoräne, die von Schotter bedeckt ist. Die Moränenablagerungen sind teils dem Rhonegletscher, teils dem Saanegletscher zuzuschreiben. Die Moränen des Rhonegletschers zeigen im nördlichen Teile der Niederung, die des Saanegletschers im südlichen grosse Mächtigkeit. Soweit letztere reichen, überlagern sie die ersteren. In dem Maximum der Würm-Eiszeit und in einer ersten Rückzugsphase bedeckte der Rhonegletscher den grössten Teil der Niederung. In einer jüngeren Phase der Würm-Eiszeit machte dann der Saanegletscher einen selbständigen Vorstoss bis in das Becken von Bulle. Dabei

warf er ausgeprägte Endmoränen auf, an die sich Schotterfelder knüpften. Durch den Felshügel von Morlon wurde die Gletscherzunge in zwei Lappen geteilt, denen zwei Endmoränen-systeme entsprechen. Der östliche Lappen reichte bis Villarvolard, der westliche anfangs bis Riaz, später bis Bulle. Innerhalb der Endmoränen erscheint ein moränenfreies Gebiet mit vielen Rundbuckeln. Die Schuttmassen des Saanegletschers werden von Schuttkegeln der Bäche überlagert, am Ausgang des Jauntales auch von jüngeren Schottern.

3. Der Saanegletscher bei Château-d'Oex und Saanen.

a. Das Saanetal zwischen Château-d'Oex und Gsteig.

Wandert man von Bulle das Saanetal aufwärts, so beobachtet man auf dem Wege abwechselnd gerundete Felsrücken, breite Schotterfelder und Talengen mit Schluchten; aber erst nach einer Strecke von 22 km trifft man wieder Moränen in der Talsohle an, nämlich bei Château-d'Oex. Von hier an begegnet man talaufwärts auf einer Länge von 15 km in beinahe ununterbrochener Folge, bald mehr zusammenhängenden, bald mehr vereinzelten Moränenablagerungen, teils in der Sohle, teils unmittelbar an der Seite des Tales. Dieselben deuten einen längeren Halt des Saanegletschers an, dessen Zunge in einem sichtlich erweiterten und glacial gestalteten Talstück lag. Die Erweiterung ist besonders auffallend bei Château-d'Oex und bei Saanen. Im ganzen können wir zwischen Château-d'Oex und Gsteig zwei Talstücke unterscheiden, die durch einen grösseren Querriegel von einander getrennt sind. Derselbe knüpft sich an eine Hornfluhkalkrippe, die auf der Nordseite der Rüblykette in nordöstlicher Richtung gegen Schönried, oberhalb Saanen, hinstreicht.¹⁾ Diese Rippe weist zwei gerundete Felsrücken auf, einen grössern, Le Vanel, und einen kleinern, den Rütihubel. Der erstere erhebt sich 232 m, der andere 80 m über der Talsohle. Von der Ruine auf dem Vanel erblickt man gegen Westen hin zunächst in breitem Tal die Dörfer Rougemont und Flendruz und weiterhin eine andere Talenge mit mehreren Felsbuckeln, die bei Gérignoz etwa 20 bis 45 m über die Talsohle aufragen. Hier streicht die schmale Kette der Gastlosen durch das Tal.

¹⁾ Vergl. Karten von Schardt, Lieferung XXII, und von F. Jaccard; La Région de la Brèche de la Hornfluh, 1904.

Westlich von derselben dehnt sich die Niederung von Château-d'Oex aus, die sich durch hügelige, sanfte Oberflächenformen ausgezeichnet. Da breiten sich auf der Sonnseite vier grosse Schuttkegel aus, die von zahlreichen Siedlungen bedeckt sind, wie Le Mont, Les Bossoms, Perrex, La Frasse etc. Château-d'Oex, d. h. die Kirche oder das Schloss und das zunächst anliegende, enggebaute Quartier, befindet sich auf einer schmalen Kreidekalkrippe, die das Tal in schräger Richtung durchsetzt. Bei Moulins, wo von Süden die Tourneresse mündet, fliest die Saane in ebener Talsohle; aber bald zwängt sie sich durch die Malmschicht des ersten Antiklinalschenkels, der hier senkrecht in die Höhe geht und die Talweitung abschliesst.

Wir erkennen also westlich vom Vanel zwei Talweitungen, die von einander durch die Kette der Gastlosen getrennt sind.

Oestlich vom Vanel breitet sich ein ebener, bis 500 m breiter Talboden aus, der sich 3 km weit nach Osten und dann nach Süden gegen Gstad und Gsteig hinzieht. 2 km südlich von Gstad tritt eine Talenge ein, die durch Moränenablagerung verursacht wird. Oberhalb derselben wird das Tal wieder breiter, so bei Gsteig 900 m. Zahlreiche Schuttkegel bauen sich in dasselbe vor.

Es können also in jedem der beiden Talstücke zwischen Château-d'Oex und Gsteig wieder zwei Talweitungen unterschieden werden, die durch Talengen von einander getrennt sind. In dem Talstück oberhalb des Vanels fliest die Saane fast überall in der breiten Talsohle. Dies ist unterhalb des Vanels nicht der Fall. Sie rauscht hier bis Moulins in durchschnittlich 30 m tiefer Schlucht hindurch, die in Moräne, Schotter, Flysch und Kalk eingeschnitten ist. In allen vier aufeinanderfolgenden Talweitungen finden sich Moränen des Saanegletschers, die wir nun kurz betrachten wollen.

b. Moränen bei Château-d'Oex.

Auf dem nördlichen Ufer ist ein ausgezeichneter Moränenaufschluss mit typischen Saanegletschergesteinen. Unter den letztern sind: Hornfluh- und Flyschbreccie, Couches rouges und Mocausakonglomerat. Dieser Aufschluss steigt beinahe vom Niveau der Saane, das 911 m beträgt, bis zu 995 m empor und befindet sich auf der Südseite des Hügels Punkt 995 östlich von Château-d'Oex, bei Les Bossoms. Da wo bei Punkt 911 die Brücke zum rechten Ufer führt, steht allerdings Flysch an,

der sich nach Osten hin zu 5 m über der Saane hinabsenkt und von der Moräne überlagert wird.

Andere Moränenvorkommnisse auf dem rechten Ufer sind wahrscheinlich von den vier genannten Schuttkegeln der Wildbäche bedeckt worden; denn es steht ausser Zweifel, dass hier Endmoränen vorhanden sein müssen, da auf dem linken Saaneufer solche Ablagerungen schön entwickelt sind. Zahlreiche Aufschlüsse zeigen hier nämlich gut gerollte und gekritzte Geschiebe von dunklem Alpenkalk, Couches rouges, Hornfluhbreccie und Nummulitenkalk und dazu verschiedene Flyschgesteine, alle in typischem Gletscherschlamm gebettet. Es lassen sich deutlich drei Wälle unterscheiden, die von Punkt 1030 südlich Brunet gegen Moulins hin ausstrahlen. Der südlichste streicht über Punkt 992 und 954, wird von der Tourneresse durchschnitten und markiert sich bei Château-Folly in Punkt 943 als Hügel. Auf dem zweiten Wall liegen die Häuser von Chaboz, und der dritte zieht über Brunet und Le Crêt. Zwischen Brunet und der Saane fand ich noch an mehreren Punkten Moränenschutt.

Die drei Wälle zeigen deutlich ein schwaches Einbiegen gegen die Talmitte zu und dürfen daher als Endmoränen aufgefasst werden; der Saanegletscher muss demnach hier längere Zeit stationär geblieben sein.

Unmittelbar westlich von Gérignoz ist an zwei Orten Moräne des Saanegletschers, hier durch Flyschbreccie charakterisiert, aufgeschlossen, nämlich bei Prateys Punkt 1033 und bei La Serniettaz zwischen Punkt 1109 und 1171, etwa in 1160 m. In beiden Aufschlüssen sind auch zahlreiche Hornfluhbreccienblöcke vorhanden.

Nördlich von Château-d'Oex steigen Moränenwälle von lokalen Gletschern bis 1100 m hinab. Wir haben noch davon zu reden.

Auf der Ostseite der das Tal durchquerenden Gastlosenkette begegnen wir wieder den Ablagerungen des Saanegletschers bei Flendruz und Rougemont, die der Bahnlinie entlang erschlossen waren.

c. Moränen bei Flendruz und Rougemont.

Da findet sich ein Aufschluss unmittelbar nördlich von Gérignoz bei Borsalet an der Strasse. Oestlich davon biegen sanft gerundete Moränenhügel bei Les Combes gegen Südwesten

und Süden, so in Punkt 1000 und 994. Ebenso sind östlich von Flendruz zwei Moränenhügel mit südwestlicher Richtung aufgeschlossen worden. Alle werden gegen die Saane zu flacher, und eine ebene Terrasse breitet sich dazwischen aus. Aber auch auf dem linken Saaneufer finden sich Spuren von Moränen, in Form von kleinen Hügeln, wie bei Alognys, und erratischen kleineren Geschieben und grösseren Blöcken, nämlich Flyschbreccie, so bei Revers und Praz-Ouliémoz. Aber typische Aufschlüsse fehlen; denn die Saane fliesst hier in einer Felsschlucht, und zahlreiche Schuttkegel, zum Teil mit grossen Hornfluh- und Malmblöcken, steigen von den steilen Abhängen der Rübjlykette herunter. Nur südlich von Rougemont ist auf dem rechten Ufer westlich von der Brücke Punkt 973 Moräne des Saane-gletschers mit gekritzten Geschieben im Niveau des Flusses, nämlich in 970 m, aufgeschlossen. Ein Moränenfetzen liegt auch an der Bahnlinie auf dem Kreidefelsen östlich von Rougemont, südlich Crau.

d. Moränen bei Saanen.

In ausgezeichneter Weise konnten südlich und westlich von Saanen bei der Erstellung der Oberlandbahn 1904 Moränen-aufschlüsse auf dem rechten Ufer der Saane beobachtet werden. Solche traten namentlich bei Galgenmätteli, unmittelbar östlich vom Rüthihubel und dem Vanel zutage, und bei Oey biegt ein grosser Moränenwall, auf dem das Hutzligut steht, gegen Süd-westen einwärts. Seine östliche Fortsetzung streicht nördlich von Saanen über Giebel, wo der Bach in Moränenschutt einschneidet, gegen Halten hinauf. Von Pfeifeneck zieht sich zur Kirche ein Felshügel, dem der Kauflisbach parallel der Saane zufliesst. Der Schuttkegel des Baches entstammt wohl hauptsächlich dem Moränenmaterial, das sich von Bühl und Scheibe gegen Gstad hin ununterbrochen verfolgen lässt. Aber auch auf dem linken Ufer tritt solches, hier von Lokalschutt bedeckt, an der Mündung des Ganderlibaches bei Wüthrichsrüti und südlich vom Schuttkegel des Kalberhönibachs auf.

Mitten in dem breiten Talboden erhebt sich bei Gstad ein Moränenhügel (Punkt 1050), der in der Richtung des Moränen-walles von der Windspille her liegt. Wahrscheinlich ist er als Rest einer mächtigen Endmoräne aufzufassen,¹⁾ die von Süden

¹⁾ Diese Auffassung vertritt auch F. Jaccard: *La Région de la Brèche de la Hornfluh.* 1904. S. 81.

durch die Saane und östlich vom Lauibach durchschnitten worden sein dürfte. Auf der geologischen Karte ist dieser Hügel mit Unrecht als Schuttkegel gezeichnet; der Aufschluss anlässlich der Stationsanlage enthält zahlreiche gekritzte Geschiebe in typischem Gletscherschlamm. Leider lässt sich die entsprechende linksseitige Moräne nicht beobachten; denn hier liegt ein grosser Flysch-Schuttkegel, in Punkt 1099 Stocken.

In den Moränen westlich von Saanen beobachtete ich als charakteristische Leitgesteine Flyschbreccie vom Typus der Niesenbreccie und Orbitoidenkalk. Es fehlen Hornfluhbreccie und Couches rouges. Aber diese letztern Gesteinsarten treten in der Umgebung von Saanen doch auch in Saanegletschermoräne auf, nämlich bei der Theilegg und auf den Saanemösern. Die Theilegg befindet sich nordwestlich von Saanen am Ausgang des Griesbachtals (Vallée des Fénils). Hier ist in 1160 m am Weg Moräne aufgeschlossen, die Couches rouges, Hornfluhbreccie, Mocausakonglomerat, Flyschsandstein und vereinzelte Flyschbreccie enthält. Gegen die Säge zu nimmt die Moräne durchaus lokalen Charakter an; dunkle Kalke, Couches rouges, Flyschsandstein und Mocausakonglomerat stehen im Griesbachtal an. Die Hornfluhbreccie der Theilegg-Moräne stammt dagegen aus der Rippe, über die der Saanegletscher in 1158 m bei Unter Port schreiten musste. Zudem findet sich noch östlich von der Theilegg ein Block von grobkörniger Flyschbreccie.

Steigt man von Saanen gegen die Saanemöser hinauf, so beobachtet man grosse Aufschlüsse am Kauflisbach, und südlich von demselben dehnt sich eine typische Moränenlandschaft aus, die sich von Scheibe in 1152 m bis Bühl ob Gstad hinzieht. In mehreren Windungen werden diese Hügel von der neuen Bahn umzogen. Auffallenderweise streichen diese Hügel wie Drumlin in der Richtung des Gletschers, der hier gegen Nordosten floss. Aber noch höher hinauf gehen Saanemoränen, nämlich gegen Station Schönried 1233 m, wo ein Moränenwall quer über die Möser zieht, und endlich bis gegen die Passhöhe von 1283 m und auf dem Abhang der Hornfluh bei Witternweiden in 1338 m, wie F. Jaccard beobachtete. Zwischen Hohenegg, östlich von der Passhöhe, und Oeschseite, wie Richenstein gewinnen sie bedeutende Mächtigkeit; sie steigen bis 1430 m hinauf.

Ungefähr 2 km oberhalb Gstad verengert sich das Becken auf etwa 50 m, und ein Moränenauftschluss in 1110 m bei Boden, 40 m über der Talsohle, deutet neuerdings ein linkes Teilstück einer Endmoräne an. Ich fand hier ausschliesslich Kalk und Flyschbreccie; solche Moräne zieht über Eichmatten zur Stufe des Fallbachs hinauf. Aber auch auf dem rechten Ufer der Saane tritt in 1080 m an der Strasse typische Moräne auf, so dass die Talenge hier einer Endmoräne zuzuschreiben ist. Der Gletscher hat denn auch seine Schmelzwässerablagerungen oder Sandr in das kurz vorher innegehabte Becken bei Saanen aufgeschüttet. Die Saane fliest nämlich zwischen Gstad und Saanen an einzelnen Stellen 3 m tiefer als die Talsohle, und die durch Kiesaushub beim Bahnbau entstandenen Aufschlüsse zeigen fein gerolltes und fein zerteiltes Gerölle mit Uebergusschichtung und Sandschmitzen, wie man sie gewöhnlich in fluvio-glacialen Schottern findet.

Südlich von Boden beobachtet man bei Gsteig mehrmals Verengungen der breiten Talsohle; aber sie sind bedingt durch zahlreiche Schuttkegel kleinerer und grösserer Seitenbäche, die hier in dem Flyschgebiet besonders häufig sind. Auf der linken Talseite treten auf die Kegel des Fallbachs und des Tscherzisbachs, dann Kegel bei Senggi, Laueli-Krachen und Maad-Rain. Auf der rechten Seite zählt man neun typische Schuttkegel, so östlich von Boden; bei Furen; bei Blutte; am Fänglisgraben; bei Fegsteineren; bei Stukeli und bei Hubel am Saaligrabenbach. Oberhalb dieses letzten und grössten Schuttkegels breitet sich bei Rohr das 2 km lange 900 m breite versumpfte Becken von Gsteig aus, in das sich bei Inner-Gsteig die Schuttkegel des Schreiendgrabenbachs und der Wildbäche bei Allmend und Punkt 1220 vorbauen. Auf der linken Seite wird die Niederung von zwei typischen Moränenwällen begleitet,¹⁾ die in 1230 m in südnördlicher Richtung von Heiti über Gsteig gegen Egg ziehen. Es sind Ufermoränen des Saanegletschers. Aber bis jetzt konnte die zugehörige Endmoräne oder die rechtsseitige Moräne nicht beobachtet werden — abgesehen von einem kleinen Aufschluss bei Matten im Grund — denn die genannten Schuttkegel besitzen wohl eine zu grosse Ausdehnung. Möglicherweise entspricht die Endmoräne von Boden dem Stand des Gletschers, als er die Ufermoräne von Gsteig bildete.

¹⁾ Vergl. Schardt, Beiträge XXII, S. 449.

Unzweifelhaft sind die beiden letzten Ablagerungen jünger als die Moränen von Saanen und Château-d'Oex.

Nach dem Gesteinsmaterial zu schliessen, musste der Saane-gletscher, als er bei Château-d'Oex endete, zahlreiche Zuflüsse von der Gummfluh-Rüblykette erhalten haben und durch die seitlichen Quellgletscher von Lauenen und von der Oldenalp verstärkt gewesen sein. Als er aber bei Gsteig endete, war er auch von seinen Zuflüssen aus den Hochalpen getrennt.

Wir wagen nicht, die Moränenablagerungen von Château-d'Oex und Saanen scharf von einander zu trennen, sondern verlegen ihre Entstehung in ein und dasselbe Stadium, aber mit Rückzugsphasen.

Dementsprechend gelangen nun auch die den Moränen entsprechenden Schotter im Zusammenhang miteinander zur Befrechung, die wir mit Château-d'Oex beginnen.

e. Schotter.

Ausgesprochen gut entwickelt sind die Schotter, die an den Moränen östlich von Moulins in 900 m entspringen und sich über 20 km weit talabwärts verfolgen lassen. Sie sind bei Les Moulins durch ausgeprägte Terrassenform mit Steilabfall und durch gut gerundete Saanegletschergerölle charakterisiert. Die Gerölle liegen in deutlich sandig-schlammiger Grundmasse und zeigen keine Verfestigung. Talabwärts nimmt der Schlammgehalt ab und die Verfestigung zu; die Gerölle werden immer kleiner. Die Terrasse wird von der Tourneresse und der Saane durchschnitten, so dass sich drei Terrassenreste vorfinden, von denen der nördliche bei Le Pré vom Schuttkegel des R. de Tenasse und der westliche vom Schuttkegel des Flumibachs und des Baches bei Monteiller überlagert wird. Ueberhaupt treten im Hangenden der Schotter an zahlreichen Punkten Schuttkegel der Seitenbäche auf, wie im folgenden zu erkennen ist.

Bei der Station La Chaudanne liegt ein kleiner Schotterfetzen über dem Tunnel; dagegen treten terrassierte Schotter bei Coulaz in 893 und bei Rossinière in 875 m auf. Diese Ortschaft liegt zum Teil auf einer rundgebuckelten Liasrippe, die sich südlich von der Saane fortsetzt, zum Teil auf Schuttkegeln zweier Wildbäche. Der östliche Kegel, auf dem die Gebäude von La Frasse und Borjoz stehen, war anlässlich der Stationsanlage im Jahre 1904 aufgeschlossen und zeigte in dem

von Moränenschutt ganz abweichenden Aufbau vereinzelte erratische Gerölle, aber ohne Kritze. Durch die Felsrippe wird die Schotterterrasse in zwei Hälften getrennt, beide sind von den erwähnten Schuttkegeln bedeckt. Auch auf dem linken Ufer kann man die gleiche Tatsache bei Franière beobachten. Die Saane hat hier ihr Bett nicht nur 27 m tief in das Schotterfeld eingeschnitten, sondern es auch durch laterale Erosion auf Kosten der Schotterterrasse beträchtlich erweitert; talabwärts aber tritt sie in eine Talenge ein. Eine ähnliche Erscheinung ist auch bei Moulins, oberhalb der Enge von Chaudanne, zu bemerken.

Spärlich sind Schotter bei Cuves in 833 m an der Saane. Das von Schardt auf seinen Karten eingezeichnete «terrain glaciaire» existiert hier gar nicht; westlich und südöstlich von Cuves finden sich ungeschichtete Gerölle von Schuttkegeln der zwei Bäche, die im Schichtstreichen in die Saane fliessen. Zwischen diesen beiden Schuttkegeln führt die Strasse an drei Stellen bei rundgebuckelten, vorn angeschnittenen Felsrippen vorbei. Auf dem linken Saaneufer baut sich ein mächtiger, bewaldeter, mit grossen Blöcken bedeckter Schuttkegel von Sautaz gegen La Tine ins Tal vor.

Sehr schön entwickelt sind die Schotterfelder bei Montbovon, die gleich unterhalb der Saaneschlucht bei Delevey in 800 m auftreten; sowohl auf dem linken wie auf dem rechten Ufer. Terrasser finden sich auch bei der Mündung des Hongrins. Bei Lessoc kann im Aufschluss von Le Rouet aufs deutlichste die Ueberlagerung der 25 m mächtigen, horizontalen Schotter durch den Schuttkegel beobachtet werden. Andere Teilstücke ziehen sich nordwärts gegen Neirivue und Villars-sous-Mont und werden hier und bei Albeuve von grossen Schuttkegeln bedeckt.

Westlich und nördlich von Grandvillard breitet sich ein weites, typisches Schotterfeld aus, das sich bis gegen Estavannens auf dem rechten Ufer und bis Enney auf dem linken hinzieht; es hat durch laterale Erosion der Saane viel von seiner ursprünglichen Ausdehnung verloren, ein Umstand, der auch hier eine Folge der talabwärtsliegenden Enge sein dürfte. Oestlich von Greyerz wird das Schottervorkommen bei Châtelet¹⁾ von einem grossen Schuttkegel überlagert, und nördlich des Riegels liegt

¹⁾ Vergl. auch Gilliéron, Beitr. XVIII, S. 222.

Epagny in 715 m auf einer Schotterterrasse. Zwischen Enney und Grandvillard wurden zahlreiche Schuttkegel im Hangenden aufgebaut. Alle diese verschiedenen Schottervorkommen lassen sich auf 21 km Länge talabwärts verfolgen, und sie zeigen ein durchaus einheitliches Fallen, so dass sie als gleichzeitige Bildung aufgefasst werden müssen, und da sie sich bei Moulins unmittelbar an Endmoränen des Saanegletschers anschmiegen, ist ihre fluvio-glaciale Entstehung nicht zu bezweifeln.

Tabelle des Gefälles :

Ort	Höhe ü. M.	Entfernung	Abstand	Neigung
Moulins	900 m	2,5 km	25 m	10 %/oo
Rossinière	875 »	4,5 »	75 »	16,6 %/oo
Montbovon	800 »	6 »	40 »	6,6 %/oo
Neirivue	760 »	2 »	19 »	9,5 %/oo
Grandvillard	741 »	3 »	11 »	3,6 %/oo
Enney	730 »	2 »	10 »	5 %/oo
Châtelet	720 »	1 »	5 »	5 %/oo
Epagny	715 »			
	Summe	21 km	185 m	8,8 %/oo Mittel

Mittleres Gefälle der Saane 9,2 %/oo.

Diese Tabelle ergibt die interessante Tatsache, dass zwischen Rossinière und Montbovon, wo sich die Saane heute mit 15 %/oo Gefälle in enger Schlucht durch die Vanilnoirkette windet, auch bei Bildung der Schotterterrassen ein annähernd gleicher Betrag der Neigung vorkam, der jedenfalls durch die stufenförmige Eintiefung des unteren Talstückes verursacht worden sein dürfte. Diese Stufe liegt zudem im Bereich härterer Schichten, die das Tal durchsetzen. Die Mächtigkeit der Schotter beträgt bei Moulins 14 m, bei Rossinière 27 m, bei Grandvillard 21 m, bei Châtelet 20 m und bei Epagny 23 m, im Mittel etwa 20 m. Rechnen wir auf 21 km Länge eine mittlere Breite von 0,5 km, so ergibt sich eine Aufschüttung von 210 Millionen Kubikmeter. Auch oberhalb der Moränen von Moulins und Château-d'Oex finden sich Schotterablagerungen. Unmittelbar unterhalb des Rüthihubel-Querriegels breitete sich auf eine Länge von 2 km die Schotterterrasse aus, auf der das Schloss von Rougemont steht; das

Dorf selber wurde auf dem grossen Schuttkegel gebaut, der sich von Norden her auf die Terrasse gelegt hat. Die Fortsetzung der letztern ist talabwärts bei Flendruz und Gérignoz an Aufschlüssen gut zu beobachten. Dass wir es hier mit einer fluvio-glacialen Bildung zu tun haben, beweist das Vorkommen von Moränenschutt mit gekritzten Geschieben unmittelbar rechts von der Mündung des Griesbaches in die Saane, wo die Terrasse sich an eine Kreidekalkrippe anlehnt. Dieser Punkt befindet sich 700 m westlich der Moränenaufschlüsse von Galgenmätteli. Es liegt demnach nahe, die Schotter mit diesen Schuttmassen und dem sie bis hier herab verfrachtenden Gletscher in Beziehung zu bringen.

Das Gefälle der Terrasse ist folgendes:

Records (östl. Rougemont)	1010 m	—	3 km	= 10 %
Flendruz	980 »	—	2 »	= 10 %
Gérignoz	960 »			

f. Areal, Gefälle und Alter.

Der Gletscher hatte bis Moulins eine Länge von 36 km und ein Gefälle der Oberfläche von im Mittel 60 %; denn der gletschererzeugende Grat erhebt sich zu rund 3100 m, das Ende lag in 900 m. Dem ungleichmässig fallenden Tallauf entsprechend, musste aber die Oberfläche des Gletschers an gewissen Stellen flacher liegen, an andern Stellen Steilabstürze aufweisen; letzteres jedenfalls bei Gsteig. Dies ergibt sich auch zum Teil aus dem nach den Moränenfunden berechneten Gefälle:

Tabelle des Gefälles:

Ort	Höhe	Abstand	Entfernung	Gefälle
Oldenhorngrat (Dôme)	3029 m	1829 m	29 km	62 %
Griesbach.	1200 m	40 m	8 km	5 %
La Siernettaz	1160 m	228 m	4 km	57 %
Moulins	973 m			

Deutlich tritt ein grosses Gefälle der Gletscherzunge und des oberen Teiles hervor. Mit Einschluss des Lauenen- und Oldenbachgebietes betrug das Areal 313 km², und die mittlere Höhe

des Bodens ergibt sich zu 1680 m. Da die deutlichen Endmoränen und die ausgedehnte Schotterterrasse einen längern Halt des Gletschers nach den Rückzugsphasen der Würm-Eiszeit anzeigen, müssen wir diesen Halt als das Bühlstadium des Saanegletschers bezeichnen.

Bestärkt werden wir in dieser Annahme durch folgende Tatsachen: Zwischen Montbovon und Rossinière steigen Moränen eines kleinen Lokalgletschers von der Dent de Corjon bis fast zum Niveau des Hauptflusses herab. Demnach musste sich der Saanegletscher schon von Bulle weg bis oberhalb Rossinière zurückgezogen haben, als der Lokalgletscher diesen Vorstoss machen konnte. Die Schneegrenze dieses Gletschers kann bei Nordexposition nicht höher als 1500 m gewesen sein. Nördlich von Château-d'Oex liegen in 1100 und 1200 m Moränen lokaler Gletscher, die eine Schneegrenze von etwa 1600 m besassen; genau die gleichen Beobachtungen machte ich am Nordabhang des Rocher du Midi und des Rübly, und südlich von Saanen ist Lokalmoräne des Kalberhönigletschers bei Rübdorf in etwa 1100 m, also 80—100 m über der Talsohle der Saane, aufgeschlossen. Alle diese Gletscher, auf deren Ablagerungen wir unten ausführlicher zurückkommen, konnten erst vorstossen, als der Saanegletscher bei Château-d'Oex und Saanen endete. Die lokale Schneegrenze von 1600 m lag etwa 1000 m tiefer als hier die heutige zu vermuten ist.

Wir setzen also die Bildung der Schotter und Moränen zwischen Château-d'Oex, Saanen und Gstad ins Bühlstadium. Demnach sind im Bühlstadium drei Phasen zu unterscheiden, in denen der Gletscher einen längern Halt machte, erst bei Château-d'Oex, dann westlich von Saanen und zuletzt bei Gstad. Jedem Halt entsprechen Endmoränen und Schotter. In der ersten Phase gelangte eine seitliche Zunge bis gegen die Passhöhe der Saanenmöser.

Die Moränen von Gsteig verlangen dagegen eine wesentlich höhere Schneegrenze; mit Rücksicht auf die Ablagerungen des Olden- und des Lauenengletschers, von denen gleich die Rede sein wird, verlegen wir die Moränen bei Gsteig ins Gschnitzstadium. Wir gehen nun zur Betrachtung des Daunstadiums über, dessen Spuren wir auf dem Sanetsch vermuten.

4. Beobachtungen auf dem Sanetsch.

a. Orientierung.

Das Daunstadium des Sanetschgletschers war in ausgezeichneter Weise entwickelt. Zur Erkenntnis desselben gehen wir von den Verhältnissen des heutigen Gletscherstandes aus. Die Tektonik der Diablerets ist ungemein kompliziert; dagegen sind die morphologischen Züge dieser Gebirgsgruppe einfacher. Ein Massiv von stark gefalteten Sedimentgesteinen steigt im Süden und Norden mit einem 1000—1500 m hohen Abfall zu ungefähr 3000 m empor.¹⁾ Durch zwei grosse Nischen im Norden und eine kleinere im Süden wird der Gebirgsklotz in mehrere Einzel-erhebungen und Gräte gegliedert. Diese Nischen berühren sich aber nicht, und so besteht zwischen denselben eine plateauähnliche Hochfläche, die einen 2 km breiten und 5 km langen Gletscherpanzer, den Zanfleuron- oder Saanegletscher, trägt. In den obersten Teil der Nischen hängen kleine Zungen des Plateaugletschers hinab, der sich sanft nach Osten senkt und dort abschmilzt. Die westliche der beiden grossen Nischen öffnet sich gegen Nordwesten und heisst Creux de Champ, die östliche birgt die Oldenalp. Zwischen beiden steigt die Zunge des Glacier du Dard zu einer vierten und kleinsten Nische hinunter.

Im Hintergrund der Nische der Oldenalp erhebt sich der steile, firnlose Gipfel des Oldenhorns zu 3124 m. Von ihm gehen zwei scharfe Gräte aus, einer nach Norden und der andere nach Osten; der erstere endigt im Nägelihorn, der andere zieht über Sanetschhorn und Gstellihorn dann nach Norden zum Schlauchhorn. Vom Oldenhorn gelangt man in südwestlicher Richtung über die firnbedeckte Kuppe des Dôme zum höchsten, stark verfirnten Gipfel der Gruppe, Le Diableret, mit 3222 m. Am Südrand des Zanfleurongletschers erhebt sich in Punkt 2911 ein turmartiger Felsklotz isoliert empor, la Tour St-Martin. Zwischen diesem Punkt und Le Diableret liegt die halbkreisförmige Einbuchtung der südlichen Nische, in die durch Gletschersturz vom Plateaugletscher eine Zunge hinunterfällt, der Gl. de Tschiffaz.

600 m östlich von Tour St-Martin treten rechtsufrige, unbewachsene Moränenwälle auf, die sich an vielen Stellen 200 bis 300 m vom heutigen Gletscherrande entfernen. Sie enthalten durchweg kantenbestossene, polierte, gescheuerte oder gekritzte

¹⁾ Vergl. Profil, Tafel III, Coupe Nr. 2, bei Renevier, Beiträge XVI, 1890.

Geschiebe in Glacialschlamm, also Grundmoräne. In der Tat fehlen Oberflächenmoränen auf dem Zanfleurongletscher vollständig. Es war mir nicht möglich, unter den vom Gletscher abgelagerten Geschieben solche zu finden, die eckige, splitterige, vom Gletscher gar nicht bestossene Bruchflächen zeigen. Zwischen Gletscherrand und äussersten frischen, vegetationslosen Moränen liegt eine Zone, in der nackter Fels zutage tritt.

b. Rundbuckel und Talstufen.

Dieser anstehende Fels ist vom Gletscher in der intensivsten Weise poliert und geschliffen worden und zeigt eine äusserst unruhige Oberflächenform; sanft gerundete Rundhöcker wechseln ab mit wassergefüllten Felsbecken; an vielen Stellen fliesst das Wasser dieser Felsbecken unterirdisch ab und speist die Quellen der Liserne. Ueberall liegt in grösserer oder geringerer Mächtigkeit der vom Gletscher abgelagerte Moränenschutt. Die Gletscherschliffe stehen an einzelnen Stellen an Vollkommenheit und Feinheit dem berühmten Gletscherschliff von Solothurn nicht nach.

Auch ausserhalb der frischen Endmoränen, die dem Hochstand von 1850 entsprechen, findet sich eine Zone der prachtvollsten und typischsten Rundbuckellandschaft. So weit das Auge reicht, erheben sich sanft wellige Felsrücken, zwischen denen beckenartige Vertiefungen liegen. Aber im einzelnen treten scharfe Unterschiede auf. Weit entfernt, eine glatte oder geschrammte Fläche an den Rundhöckern zu erkennen, erblickt man rauhe Felsrücken, die von unzähligen kleinen und grossen Karrenrinnen durchfurcht sind, und der Boden der Becken ist erfüllt vom Schutt der durch mechanische Verwitterung angegriffenen Gehänge. Dazwischen breiten sich Teppiche der kleinwüchsigen Alpenflora aus.

Diese Zone der alten Rundbuckellandschaft mit ihren Karrenbildungen und Rasenteppichen erstreckt sich ungefähr 2—3 km vom Gletscherende weg nach Osten. Hat man, vom Gletscher nach Osten marschierend, den Rand der alten Rundbuckellandschaft erreicht, die sich in vereinzelte Rundhöcker auflöst, so ändert sich der morphologische Charakter der Landschaft vollständig.

Vor uns erheben sich zwei Gipfel im Mittelgrund dieses prachtvollen Alpenbildes mit steilen Kalkwänden, zur Rechten der

Sublage zu 2735 m und zur Linken der Arpelistock zu 3039 m. Beide vereinigen sich nach Nordosten hin in der Fortsetzung der Kämme, deren Ende sie markieren, im Wildhorn, an dessen Südwestabhang der kleine Glacier du Brozét hängt. Vom Arpelistock weg führt nach Westen gegen den Zanfleurongletscher ein scharfer Grat, der rasch abwärts steigt und in 2234 m die tiefste Stelle erreicht, über die heute der Sanetschpass führt. Wo auf der Karte, Siegfried-Atlas Blatt 481, das *h* im Wort «Col du Sanetsch» steht, sind durch Schraffen rundliche Hügel gezeichnet, und sie entsprechen wirklich dem zu Rundhöckern geformten, abgeschliffenen Ende des Grates, zwischen denen zwei Felsbecken liegen. Dieser Grat trägt auf der topographischen Karte den Namen Prés Bœurre.

Rechtwinklig zur Richtung des Grates öffnet sich nach Norden und Süden je ein Tal; beide werden von Schmelzwasseradern des Zanfleurongletschers durchflossen, das nördliche von der Saane, das südliche von der Morge. Beide Täler zeigen in ihrem obersten Abschnitt auffallende Aehnlichkeiten. Die beiden Gehänge des Grates Prés Bœurre, der die Wasserscheide bildet und aus weichen Neocomsschiefern besteht, sind ausserordentlich scharf durch die Rinnale des fliessenden Wassers zerschnitten. Nur am Fusse des Grates bis zu 2300 m hinauf liegt ein dünner Rasenteppich; höher hinauf ist das Gestein nackt, und die Schichten liegen bloss und durch keinerlei Schuttablagerung, sei es trockenen Absturzschutt in Form von Schuttkegeln oder losen Gehängeschutt, verdeckt da. Alle abgelösten Gesteinstrümmer sind vom Wasser hinuntergespült worden. In wunderbarer Gesetzmässigkeit vereinigen sich trichter- oder fingerförmig viele kleinere Rinnen zu vereinzelten grössern Furchen mit V-förmigem Querschnitt und ausgeglichenem Gefälle. Jedes dieser Tälchen mündet mit einem ausgedehnten sanften Schuttkegel, der in dem breiten ebenen Talboden vom Wildbach aufgeschüttet worden ist. Auf der Südseite kommt dazu eine kleine Sandebene, die vom südlichen Gletscherbach, der Morge, bei Punkt 2109 zwischen Rundhöckern durchflossen wird. Auch auf der Nordseite erheben sich im breiten Talboden rundgeformte Felskügel.

Beide Flüsse, Saane und Morge, haben in dem breiten Talbecken an einzelnen Stellen ein verhältnismässig geringes Gefälle, so dass sie sich verästeln und Serpentinen bilden; an

andern winden sie sich in engem Bett zwischen vereinzelten Rundbuckeln hindurch. Durch Rundbuckel werden ferner beide Talstücke nach aussen beckenförmig abgeschlossen, und beide Talstücke brechen plötzlich in grosser Stufe unvermittelt ab.

Die Unterschiede bestehen darin, dass das nördliche Talstück länger ist und eine gewaltigere Stufe besitzt als das südlichere. Dagegen bietet die südliche Stufe eine Eigentümlichkeit. Die Zone der älteren Rundbuckellandschaft setzt sich nämlich hier noch nach Südosten fort, und so sind die zum Teil nackten Felsköpfe der südlichen Stufe in grossartiger Weise gerundet und geschliffen; die Rundbuckellandschaft endet auf der Südseite erst unterhalb der Stufe in 1636 m bei den Hütten der Alp Zaraen. Durch den Grat Prés Bœurre, der heute die Wasserscheide der beiden Gletscherbäche Saane und Morge bildet, war in der Eiszeit der Gletscher wie durch einen Keil in zwei Zungen gespalten worden.

c. Moränen.

Die Teilung des Gletschers durch den Grat in zwei Zungen geht auch aus der Verbreitung der Moränenablagerungen hervor. Die Zone der älteren Rundbuckellandschaft wird von deutlich geformten, vollständig mit Rasen bewachsenen Moränenwällen und von Moränenschutt umgeben. Am Südabhang des Grates Prés Bœurre liegt Moräne in 2170 m, östlich des *x* von «pte Croix» auf der Karte. Sie ist von einem Wildbach aufgeschlossen. Andere Bäche durchschneiden östlich von den Punkten 2155 und 2136 Moränenwälle, von denen einige oberhalb der Alp Zanfleuron nach der Talmitte einbiegen und in 2100 m vom Weg aufgeschlossen sind. Auf der geologischen Karte Blatt XVII ist mit *q* ein Moränenkomplex gezeichnet, der das Gebiet oberhalb der Alp Zanfleuron bis zu «pte Croix» umfasst und sowohl die erwähnten Schuttkegel als auch die Rundhöcker aus Anstehendem bei Punkt 2136 (2140) und die Sandraufschüttung bei Punkt 2109 einschliesst. Von den gleich zu erwähnenden Moränenablagerungen auf der Nordseite ist auf der geologischen Karte nichts verzeichnet. Ein anderer Moränenwall zieht bei den Hütten von Zanfleuron direkt nach Süden; er bildete die linke Ufermoräne der Gletscherzung, die auch eine rechte Moräne in Form eines nach Osten hinabsteigenden Walles abgelagert hat; dieser endet bei Punkt 2024 oberhalb Genièvre.

Da das nördlich vom Grat Prés Bœurre gelegene Talbecken zwischen Sanetschhorn und Arpelisstock sich mehr als 4 km

weit hin erstreckt, also mehr als dreimal länger ist als das südliche, so war es hier auch zu grösserer und zusammenhängender Moränenaufschüttung gekommen.

Westlich von der Passhöhe beginnt in 2400 m eine Ufermoräne, die dem linken Ufer der Saane parallel geht und grün bewachsen ist. Der genannte Betrag gibt einen Anhalt für die Schneegrenze, die damals nicht unter 2400 m gelegen hat, also 350 m unter der heutigen.

Unterhalb der Passhöhe beobachtet man in 2221 m bei La Grande Croix einen Moränenwall, über den der Weg führt. Er endet unweit Punkt 2096, ebenso zwei ihm parallel ziehende Wälle zu beiden Seiten der Saane und zwei Wälle östlich vom Weg. Letztere sind durch die Wildbäche am Nordabhang des Grates Prés Bœurre trefflich aufgeschlossen. Auf der Karte werden alle diese Wälle durch den Namen «Chalets de Zanfleuron» geschnitten. Ungefähr 1 km nördlich von diesen Chalets liegen zwischen grossen Blöcken eines jungen Bergsturzes die Hütten der Alp Fleuria. Nördlich von denselben ziehen Moränenwälle bei Punkt 2082 auf dem linken Ufer der Saane gegen das Chalet de la Ley und auf dem rechten Ufer gegen die Rundhöcker les Moulins bei Punkt 2126. Bei dem Chalet de la Ley öffnet sich nach Südwesten ein kleines Tälchen, das zwischen Sanetschhorn und Gstellihorn liegt und typische Felsrippen zeigt.

Der Ausgang dieses Tälchens, Les Creux de la Ley, ist von einer grossen Zahl grünbewachsener kleiner Schutthügel besetzt, zwischen denen winzige Seelein liegen. Die ganze äusserst unruhige Landschaft erinnert an Tomahügel. Die Hügel werden zudem von unzähligen grössern und kleinern eckigen Kalkblöcken bedeckt, die von den Steinwänden des Gros Monton bei den Punkten 2573, 2490 und 2329 am linken Abhang der Creux de la Ley heruntergestürzt sind. Durch die Saane und andere Agenzien sind diese grünen Hügel vielerorts aufgeschlossen, und ich fand petrographisch verschiedenartige, kantenbestossene, gerundete und einige gekritzte Kalkgeschiebe in Glacialschlamm. Diese Hügel sind demnach Moränenhügel des Saanegletschers, der sich hier am Ausgang des Seitentälchens stark verbreitern konnte.

Die Moränen setzen sich auf dem linken Ufer fort, und das Chalet de Genièvre steht zwischen Bergsturzblöcken auf einem ausgesprochenen Moränenwall, der auch gekritzte Geschiebe ent-

hält. Auf dem rechten Ufer der Saane legt sich gegenüber dem Chalet de Genièvre ein mächtiger Schuttkegel quer über den Talboden; er dehnt sich nach Norden bis zu Punkt 2018 aus. Hier durchschneidet die Saane einen Endmoränenwall, auf dem Bergsturzblöcke liegen, die vom Schafhorn herabgestürzt sind. 0,85 km nördlich von Punkt 2018 beginnt bei Punkt 2002 die Stufe des Sanetschpasses gegen Gsteig hinab. Zwischen den beiden Punkten erhebt sich 30—40 m hoch ein Komplex von gerundeten, kleinen Hügeln aus anstehendem Fels, der das Talstück riegel-förmig abschliesst. Das Ganze ist eine Einzelerhebung mitten im Tal, so dass links und rechts schmale Talausgänge vorhanden sind. Durch den westlichen fliesst die Saane in nordwestlicher Richtung und in gewundenem, schmalem Bette bis zu Punkt 1856, La Boiterie, um dann von hier im «Saaneschuss» mit weithin sichtbaren Wasserfällen von zusammen etwa 600 m Fallhöhe gegen Gsteig hinabzustürzen. Durch den östlichen, den breiteren Ausgang führt der Passweg, der noch bis zu Punkt 2002 an vereinzelten Stellen Moränenschutt aufschliesst.

d. Ergebnisse.

Der Saanegletscher, der heute eine Länge von kaum 5 km besitzt, war 10 km lang, als er auf der Sanetschpasshöhe bei Punkt 2018 endete. Noch damals war er in zwei Zungen gespalten, von denen eine nach Norden als Saanegletscher, die andere als Zanfleurongletscher nach Süden floss. Da sich auf dem damals vom Gletscher bedeckten Gebiete heute menschliche, seit langem bewohnte Siedlungen befinden, so muss dieser Gletscherstand in vorhistorischer Zeit gewesen sein, was auch mit den Beobachtungen über Moränen und Rundbuckellandschaft übereinstimmt. Das Gletscherende und die Schneegrenze waren 300—400 m tiefer als heute. Wir sprechen daher hier vom Daunstadium des Saanegletschers.

5. Die Rückzugsphasen und -stadien des Saanegletschers.

In einem kurzen Rückblick können wir feststellen, dass der Saanegletscher in der Eiszeit eine gut ausgesprochene selbständige Entwicklung besass. Diese fällt jedoch erst in die Zeit nach dem Maximum der letzten, der Würm-Eiszeit. Damals, in einer Rückzugsphase, stiess der Gletscher ungehindert in die Niederung von Bulle vor. Die ihm in dieser Phase zugeschriebenen

Moränen reichen aber nicht ins Molasseplateau des Mittellandes hinaus, sondern liegen auf der Grenze zwischen Voralpen und Mittelland, die nördlichsten bei Riaz und Villarvolard.

Talaufwärts folgt eine moränenfreie Talstrecke von etwa 20 km Länge. Dann beginnt die Serie von beträchtlichen Moränenanhäufungen mit Schottern, die wir ins Bühlstadium verlegten. Sie erstreckt sich 16 km weit von Château-d'Oex bis Gstad. Dreimal machte hier der Gletscher halt; besonders ausgeprägt ist das Verweilen bei Saanen, wo typische Moränen ein ausgesprochenes Zungenbecken umsäumen. Als der Gletscher bei Château-d'Oex endete, bewegte sich eine Zunge nach Nordosten hin bis zur Passhöhe der Saanenmöser. Die Schneegrenze lag im Bühlstadium in 1600—1700 m.

Oberhalb Gstad liegen jüngere Moränen bei Boden im Grund und bei Gsteig; wir weisen letztere ins Gschnitzstadium. Ein bemerkenswerter Abstand besteht also hier nicht zwischen den jüngsten Moränen des Bühlstadiums und der ältesten des Gschnitzstadiums

Dagegen ist der Höhenunterschied zum Daunstadium bedeutend. Damals bedeckte der Gletscher die ganze Höhe des Sanetschpasses. Mit Sicherheit kann hier die Schneegrenze zu 2300 bis 2400 m angegeben werden.

II. Der Oldengletscher.

Der eiszeitliche Saanegletscher besass noch im Bühlstadium drei Quellgletscher, den Lauenengletscher, den Saanegletscher und den Oldengletscher. Das Sammelgebiet des Oldengletschers lag in der Nische der Oldenalp, am Nordabhang des Oldenhorns. Im Gschnitzstadium hatte sich der Lauenengletscher vom Saanegletscher getrennt, und auch der Oldengletscher endete selbstständig, wie aus folgenden Beobachtungen hervorgeht:

a. Endmoränen bei Gsteig.

Westlich von Gsteig ist ein typischer Moränenaufschluss in *n* von Aegerten, wo ich gekritzte Geschiebe, grosse Blöcke in Schlamm und Sand, Nummulitenkalk, Rauchwacke und Taveyannazsandstein fand. Letzterer findet sich im Gebiet des Saanegletschers nicht, sondern steht in der Oldenalp an. Auch auf dem linken Ufer des Reuschbaches ziehen Moränenwälle

quer zur Richtung der Ufermoränen des Saanegletschers von Gsteig. Westlich von Reusch sind Moränenaufschlüsse an der Pillonstrasse bei Stockenweid, bei Punkt 1401, bei Punkt 1451 La Marche und in 1500 m am Weg gegen Griden Punkt 1539. Die Hütten von Reusch selben stehen in 1326 m auf einem Schuttkegel in einem breiten versumpften Becken, in das der Bach von der Oldenalp herunter in vielen Wasserfällen über eine 500 m hohe Talstufe stürzt.

b. Das Ursprungsgebiet.

Es finden sich noch jüngere Moränen im Ursprungsgebiet, oberhalb der Oldenalp. Die Oldenalp liegt in einem von Rundhöckern nach aussen abgeschlossenen Tälchen mit breiter Talsohle, die aber zum grössten Teil von mächtigen Schuttkegeln zahlreicher Wildbäche bedeckt ist. Im Hintergrund des Tales gelangt man über eine Stufe, über welche die «Schreienden Bäche» rauschen, zu einer Terrasse, Oberolden, die von typischen Rundhöckern gekrönt wird. Hinter einem solchen, dem Punkt 2310, befindet sich ein kleines Wasserbecken. Zahlreich sind an den steilen Felswänden schöne Gletscherschliffe. Bis zu 2300 m hinab ziehen sich deutliche Moränenwälle, die aber durchaus unbewachsen sind. Sie deuten zwei Gletscherzungen an. Die eine floss als Hängegletscher direkt vom Oldenhorn nach Nordosten gegen Punkt 2423 herunter; die andere war die vergrösserte Zunge des kleinen Oldengletschers, der heute in 2600 m endet. Die Schneegrenze müsste in 2500 gewesen sein. Das Daunstadium ist hier nicht typisch entwickelt; denn die Moränenwälle scheinen noch jünger zu sein. Dagegen fand ich nördlich vom Nägelihorn in 1800—1900 m typische Moräne oberhalb Punkt 1791 Krottenberg, die einen Gletscher mit einer Schneegrenze von 2300 m voraussetzt. Dieser lag in dem Tälchen Entre la Reille, das schöne Rundbuckel aufweist.

III. Der Lauenengletscher.

a. Das Lauenental.

Die glacialen Spuren sind im Lauenengebiet von ausgezeichneter Entwicklung, sowohl erkennbar in Talformen als auch in Moränen. Von Gstaad weg, wo der Lauibach in die Saane mündet, wandert man vorerst in engem, schluchtartigem Tal aufwärts gegen Bissen, Trom und «in der Enge». Von hier an wird das

Tal breiter, so bei Stalden. Zwischen Trom und Stalden bilden zahlreiche Schuttkegel von Wildbächen sanft geneigte Halden mit Steilabfall gegen den Bach und die Strasse zu.

Sodann erheben sich vor uns die Gebäude des Dorfes Lauenen auf zahlreichen kleinen Hügeln. Oberhalb derselben dehnt sich eine weite sumpfige Niederung aus, das Rohr. Es ist 2,5 km lang und 500 m breit. In dieses Becken ergiessen sich sieben Bäche, einige mit zentripetalem Lauf, alle mit Schuttkegel. Der Hauptbach durchfliesst als Rohrbach in vielen Serpentinen und trägem Lauf die Niederung mit einem Gefälle von 12‰. Zwischen Trom und Gstad mündet der Lauibach in engem Bett rasch und schäumend mit 40‰ Neigung ins Saanetal. Hier erkennt man einen breiten Talausgang in 1130 m, wo die Höfe von Windspillen bei Punkt 1133 stehen. In diesen breiten Ausgang des Lauenentales hat sich der Lauibach eine jugendliche Schlucht, teils in Fels, teils in Moräne eingeschnitten.

Das Lauenental weist also eine Stufenmündung bei Bissen und Gstad und ein Zungenbecken bei Lauenen auf. Bei Punkt 1252 hört das breite versumpfte Becken plötzlich auf, und man gelangt über eine Stufe von 120 m zu einer neuen beckenförmigen Erweiterung, in der drei kleine Seen, die Lauenen-Seen liegen, die Reste eines 1000 m langen und 400 m breiten einzigen Sees. Das Seebecken wird talabwärts durch typische Rundhöcker aus Nummulitenkalk abgeschlossen. Zu dem Seebecken hinunter stürzen die beiden Quellbäche des Lauibaches, der Dungelbach und der Geltenbach. Letzterer kommt direkt von Süden vom Geltengletscher; der Dungelbach bildet von Südosten her einen prachtvollen Wasserfall, den Dungelschuss, über eine 400 m hohe Stufe hinunter. Beide Bäche vereinigen sich östlich von den Lauenen-Seen und ohne sich in diese zu ergiessen, rauschen sie an der Ostseite der Rundhöcker in junger Erosionsschlucht mit grossem Gefälle dem Zungenbecken zu, in das sie bei Punkt 1252 eintreten. Die Lauenen-Seen werden heute durch Schwemmkegel mehr und mehr verkleinert.

b. Moränen im Lauenental.

An zwei Orten liegen Moränen des Lauenengletschers in der Talsohle, bei Bissen und bei Lauenen. Bei Bissen werden sie vom Bach angeschnitten, so bei Scheibe. Sie treten auf beiden Ufern wallförmig auf, so links und bei Gmündten.

Diese Moränen berühren solche des Saanegletschers, die über Punkt 1133 ziehen. Damals endete dieser Gletscher bei Saanen und Gstad. Wenn in der ersten Phase des Bühlstadiums der Lauenengletscher noch auf der rechten Flanke des Hauptgletschers mitfloss, so war er also in der letzten Phase, wie die Endmoränen von Bissen lehren, von ihm getrennt.

Eine durchaus selbständige Entfaltung besass der Gletscher, als er bei Lauenen endete, wo gute Aufschlüsse an den Hügeln deren Moränenatur unzweifelhaft machen. Bis in die Gegend der Lauenen-Seen hinauf konnte ich auf beiden Talseiten den Verlauf von Ufermoränen an Aufschlüssen verfolgen, obgleich Wälle nicht zu erkennen sind. Gletscherschutt findet man z. B. am Weg nach «Hinterm See» und am kleinsten Seelein, dann auf der rechten Seite in 1400 m bei «Unterm Dungel» und bei der Wolfsegg in 1350—1380 m.

Der Lauenengletscher war bis Lauenen etwa 9—10 km lang, und er bedeckte ein Areal von annähernd 36 km². Die mittlere Höhe des von ihm eingenommenen Bodens beträgt 2020 m. Heute befindet sich nach Jegerlehner die Schneegrenze am Gelten-gletscher in 2675 m, am Dungelgletscher in 2785 m,¹⁾ im Mittel also 2730 m. Mit Rücksicht auf die orographischen Verhältnisse kann die Schneegrenze des bei Lauenen endigenden Gletschers nicht höher als 2020—2040 m angenommen werden. Daraus ergibt sich eine Depression von ungefähr 700 m, und dieser Betrag spricht für das Gschnitzstadium.

c. Das Ursprungsgebiet.

Oberhalb der 400 m hohen Stufe des Dungelschusses gelangt man zu einem ebenen Boden von mehr als 1 km Länge. Er wird auf der Nordseite von zwei Wallmoränen umsäumt, zwischen denen in 1800 m die Hütten der Küh-Dungelalp stehen. Der von Endmoränen eingefasste Boden deutet ein kleines Zungenbecken des Dungelgletschers an, das auf den drei andern Seiten von hohen Felsmauern umgeben ist.

In der Mitte des Bodens erhebt sich bei Punkt 1820 ein 20 m hoher Rundhöcker aus Nummulitenkalk mit sanfter, geschliffener Stossseite und steiler, brüchiger Leeseite. Die Schmelzwässer, die in zahlreichen Wasserfällen von oben herunterstürzen, schütten

¹⁾ Gerlands Beiträge zur Geophysik, Bd. V, Heft 3, S. 544.

flache Schuttkegel auf, neben denen sich ein Torf führender Sumpf befindet.

Die ganze Hohlform macht den Eindruck eines riesigen Kares; es war das eine Ursprungskar des hocheiszeitlichen Lauenengletschers. Dieser Eindruck wird noch dadurch verstärkt, dass man von dem Karboden aus den heutigen Dungelgletscher nicht wahrnimmt, der 650 m höher über den senkrechten Urgonfelswänden abschmilzt. Der Gletscher, der die Endmoränen in 1800 m ablagerte, verlangte eine 300—400 m tiefere Schneegrenze als heute. Dies spricht für das Daunstadium.

Als das andere Ursprungskar des Lauenengletschers kann der riesige Zirkus angesehen werden, der sich oberhalb des Gelten schusses bei Punkt 2158 ausdehnt. Von den senkrechten Wänden herunter rauschen zahlreiche Schmelzbäche des Geltengletschers, und in fünf bedeutenden Wasserfällen stürzt der Geltenbach über hohe Talstufen hinunter, bis er sich mit dem Dungelbach vereinigt. Oberhalb Punkt 1941 dehnt sich eine ausgezeichnete Rundbuckellandschaft aus; in 1800 m ist Moräne aufgeschlossen, und von da abwärts fliesst der Bach in einem typischen Taltrog, dem Feissenberg.

IV. Der Ormontgletscher.

Vom Massiv der Diablerets fliessen heute Gewässer nach allen Richtungen talabwärts; nach Nordosten der Oldenbach und die Saane, nach Südosten die Morge, nach Süden die Lizerne, nach Westen der Avançon und die Grionne und nach Nordwesten hin der Dard und die Grande Eau. In allen diesen Tälern lagen in der Eiszeit bedeutende Talgletscher. Wir haben bereits die Spuren der beiden nordöstlichen beschrieben und möchten nur noch die erratischen Bildungen des Ormonttales anführen, weil es das Saanegebiet im Süden begrenzt.

1. Das Ormonttal.

Der Ormontgletscher, der sich in dem von der Grande Eau durchflossenen Ormonttal bewegte, entquoll einem riesigen, halbkreisförmigen Kessel, dem Creux de Champ, der ungefähr 4 km von Nordwesten her in den Gebirgsstock hineingeschnitten ist. Von der Mitte aus, wo sich die radial fliessenden Bäche vereinigen, steigen die Wände 1600—1900 m nach drei Seiten hin

in die Höhe. Talauswärts verbreitert sich das Tal gegen Ormont-dessus hin zu einem mit jungen Aufschüttungen im Niveau von 1160 m eingeebneten Zungenbecken, das von gerundeten Felshügeln und Moränenwällen umsäumt ist. Weiter talabwärts verschmälert sich der ebene Talboden, der in 1080 m bei Rosé ganz verschwindet. Von hier weg fliesst der Fluss in einer schmalen, V-förmigen Furche, die an Tiefe immer mehr zunimmt; bei Vuargny ist sie über 200 m tief. Statt des ebenen Talbodens stellen sich in der Talsohle infolge Gesteinswechsels grosse Rundbuckel und hochgelegene Talterrassen ein; erstere wie der Aigremont und Les Champs oberhalb Le Sepey, letztere links bei Plambuit in 1120 m, rechts bei Leysin in 1260 m, also 520 und 660 m über dem Fluss.

2. Gletscherablagerungen im Ormonttal.

Im Maximum der Würm-Eiszeit und in den ersten Rückzugsphasen bildete der Ormontgletscher die rechtsseitige Flanke des Rhone-Inlandeises, wie aus der Verbreitung der charakteristischen Flyschgesteine geschlossen werden muss. Damals stand das Rhone-Eis wohl bis zu 1500 m hinauf vor dem Ausgang des Ormonttales, und Rhoneblöcke wurden weit in dasselbe hinauf verfrachtet. Nach den lokalen Ablagerungen im Ormonttal zu urteilen, besass der Ormontgletscher später eine selbständige Entwicklung, wie auch Schardt annimmt.¹⁾

An vier Orten sind die Anhäufungen von Gletscherschutt beträchtlich, bei Vuargny unweit von Leysin, im mittleren Ormonttal bei Rosé, im Ormont-dessus bei Les Plans und im Ursprungsgebiet bei Vers Champ.

a. Im untern Ormonttal.

Bei Vuargny ist Moräne in Punkt 891, in 860 m und in Punkt 836 an der grossen Strasse aufgeschlossen; überall sind Flyschgesteine in der Mehrzahl; aber vereinzelt treten auch Rhonegletschergeschiebe auf, wie schon Schardt erkannte.²⁾ Im Aufschluss von Punkt 836 sind die oberen Partien geschichtet und gehen talabwärts in wirkliche Schotter über, die zwischen Punkt 829 und 821 trefflich aufgeschlossen sind; sie sind zum Teil verfestigt und fallen stark flussabwärts. Eine ähnliche Er-

¹⁾ Beiträge XXII, S. 255.

²⁾ Beiträge XXII, S. 254.

scheinung tritt auch etwa 2 km weiter talabwärts oberhalb Fontaney bei der oberen Strassenwindung in Punkt 661 auf. Hier zeigen gutgewaschene, geschichtete, stark westlich fallende Schotter deutliche Deltastruktur an. In den Schottern sind Rhonegerölle häufig. Die Schmelzbäche des Ormontgletschers mussten durch den quer vor dem Ormonttal liegenden Rhonegletscher gestaut worden sein, der bis etwa 800 m hinaufreichte, also ungefähr 700 m weniger hoch als im Maximum der Würm-Eiszeit.

Oestlich von Le Sepey ist in 1060 m bei Punkt 1054 ein bedeutender Moränenauflusschluss, der sehr viel Flyschgesteine der Tornettazkette enthält. Nördlich von Le Sepey tritt dagegen am Südabhang des Mont d'Or Gletscherschutt auf, der ausserordentlich reich ist an dunklem Kalk, der am Mont d'Or ansteht. Auch oberhalb der Mündung des Raverettazbaches liegen typische Endmoränen des Raverettazgletschers bei Perrausaz und Combballaz.¹⁾

Es zeigt sich demnach, dass in einem gewissen Stadium der Ormontgletscher noch Zuflüsse vom Südabhang der Tornettazkette erhielt; dagegen hatten sich lokale Gletscher vom Ost- und Südabhang des Mont d'Or schon von ihm getrennt. Diese besassen eine Schneegrenze von etwa 1600 m; das ist ungefähr 1000 m tiefer als sie heute hier sein müsste, und dieser Betrag entspricht dem Bühlstadium. Damals aber endete der Ormontgletscher bei Vuargny, und nach den dortigen Stausee-Bildungen zu schliessen, bedeckte im Bühlstadium der Rhonegletscher das Rhonetal bei Aigle mit einer Eismächtigkeit von etwa 400 m. Das Ende des Rhonegletschers lag demnach bei einer mittleren Neigung der Eisoberfläche der Gletscherzungue von 20% 20 km nördlicher, also etwa in der Mitte des Genfersees, bei geringerem Gefälle natürlich weiter im Westen. Einem niedrigeren Stande entspricht wohl die Moräne oberhalb Aigle bei Punkt 453. Diese Annahmen sind nicht unwahrscheinlich; denn es wurde bereits gezeigt, dass der Saanegletscher im Bühlstadium eine grosse Entwicklung besass, und Brückner rechnet im Bereich des Reussgletschers vier Endmoränen zum Bühlstadium.²⁾ Das Ende des Rhonegletschers bei St. Maurice resp. Verossay, das nach Brückner diesem Stadium angehört, würde vielleicht dessen letzte Phase markieren.

¹⁾ Vergl. Beiträge XXII, S. 255.

²⁾ Die Alpen im Eiszeitalter, 1902, Kärtchen S. 496.

b. Moränen im oberen Ormonttal.

Talaufwärts sind jüngere Endmoränen des Ormontgletschers bei Punkt 1096 Rosé aufgeschlossen; besonders deutlich ist ihre Bildung bei Au Plan im Ormont-dessus. Sie umsäumen hier die breite Niederung von Les Diablerets. Nördlich von Punkt 1173, wo die Kirche auf einem Felssockel steht, ziehen Moränenwälle mit Taveyannazsandstein und Nummulitenkalk von Guelien gegen Planet und Emenoux in 1190 m und zu Punkt 1205 am T. du Plan. Auf dem linken Ufer führt ein Wall von Punkt 1210 bei Rachy-dessous gegen Le Pont hinunter.

Wenn wir den Gletscherstand bis Vuargny ins Bühlstadium wiesen, so können wir die letzgenannten Moränen ins Gschnitzstadium versetzen. Diese Annahme wird noch gestützt durch die Beobachtungen über Lokalgletscher am Südabhang der Tornettazkette, wie auf Seite 189 zu zeigen ist.

Der Wanderer bemerkt südlich von der Hotelsiedlung von Les Diablerets bei Sous Barmes in 1230 m einen grossen Schuttwall, der aus eckigen Blöcken besteht; das Ganze sieht aus wie verfrachteter Gehängeschutt; vielleicht ist es eine hauptsächlich aus Oberflächenschutt aufgebaute Moräne, was bei der Steilheit der begleitenden Wände nicht ausgeschlossen wäre. Demnach müsste hier der Gletscher in sein jüngstes eiszeitliches Stadium eingetreten sein. Diese Tatsache wird unzweifelhaft erhärtet durch einen ausgezeichneten Aufschluss von typischer Grundmoräne, der sich genau in der Mitte des Creux de Champ bei Vers Champ in 1350 m befindet. Andere Ablagerungen sind wohl den zahlreichen Schmelzbächen zum Opfer gefallen; denn diese stürzen in tosenden Wasserfällen die steilen Wände von den Gletschern herunter, die 1000 m hoch über Vers Champ abschmelzen, und schütten mächtige Schuttkegel am Fuss der übersteilen Felshänge auf. Diese Aufschüttung vollzieht sich namentlich in einer Zone von 1350—1500 m; unterhalb derselben überwiegt die Erosion, das Einschneiden in die lockeren Schuttmassen.

3. Die Spuren des Dardgletschers.

In ganz ausgezeichneter Weise lassen sich Moränenwälle verfolgen, die vom Col de Pillon weg dem Dard entlang ziehen. In 1200 m treten solche in Berührung mit den Wällen des Ormontgletschers, so an der Biegung der Strasse zwischen Guelien

und dem Felshügel Punkt 1173. Die Dard-Moränen enthalten auch Flyschgesteine, im Gegensatz zum Hauptgletscher. Ein anderer Wall streicht von Parchets gegen Vers le Bay auf dem rechten und von Punkt 1293 gegen Corbaz auf dem linken Ufer. Ein dritter Wall zieht von Punkt 1484 westlich von der Passhöhe weg fast 2 km weit der Strasse entlang über Punkt 1396 Durand, Punkt 1323 Sur la Sciaz und endet in 1282 m bei La Palanche. Deutlich kann an der Strasse die Ueberlagerung des weissen anstehenden Gipses durch den Moränenschutt beobachtet werden. Diesem rechtsseitigen entspricht auch ein Wall auf der linken Seite, der über Le Mont in 1321 m gegen den Fluss hinabzieht. Endlich findet sich noch ein jüngster Wall von 1 km Länge bei «En Pillon», mit zwei Wasserbecken bei 1391 m. Dieser Moränenwall liegt in dem kleinen typischen Zungenbecken, dem Creux de Pillon, in welches der Dard mit prachtvollem Wasserfall hinunterstürzt, unten einen Schuttkegel aufbauend.

Alle diese Moränen deuten das Gschnitzstadium des Dardgletschers an.

Es finden sich auch solche aus dem Daunstadium, nämlich oberhalb des Wasserfalles; sie steigen bis 1700 m hinab, so bei Derbé Saudan. Der heutige Gletscher hängt im Hintergrund einer ihm zu gross gewordenen Nische, an deren Ausgang alle Felsen gerundet sind.

Im Gschnitzstadium lag hier die Schneegrenze in 1900 bis 2000 m, im Daunstadium etwa in 2300—2400 m.

Zusammenfassung über die Gletscher der Hochalpen.

Die eiszeitlichen Spuren der Hochalpengletscher liessen sich bis zu den neuesten Moränen und Schottern hinauf verfolgen. Im Maximum der Würm-Eiszeit bildeten die Hochalpengletscher seitliche Zuflüsse zum Rhonegletscher. In einer Rückzugsphase und im Bühlstadium endete einer selbständig, der Saanegletscher. Im Gschnitz- und Daunstadium aber kamen fünf Gletscher zu beinahe ganz freier Entwicklung. Drei Hauptgletscher bewegten sich im Gschnitzstadium von den Alpen direkt talabwärts, der Lauenengletscher, der Saanegletscher und der Ormontgletscher. Die beiden letztern wurden im Abschmelzgebiet je von einem kleineren Seitengletscher berührt, vom Oldengletscher und dem Dardgletscher. (Vgl. Taf. IV.)

Sämtliche fünf Eisströme entquollen grossen Ursprungskaren, in deren Hintergrund heute noch Firnfelder und Hängegletscher vorkommen. Beim Saanegletscher ist die Wandverwitterung bzw. 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