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: IV: Kleine Talgletscher, Kar- und Hängegletscher in den Voralpen
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-322461

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 22.08.2025

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

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

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

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

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

Vierter Teil.

Kleine Talgletscher, Kar- und Hängegletscher in den Voralpen.

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

Gletscher unter ähnlichen Verhältnissen mit Sicherheit auf die Schneegrenze und daher auf das Stadium des Hauptgletschers schliessen.

Wir halten uns bei der Betrachtung der Lokalgletscher an die eingangs skizzierten Gesteinszonen und beginnen mit der vierten Flyschzone, in welcher Berra und Gurnigel eigene Gletscher besassen. Daran schliesst sich gegen das Innere der Alpen die vierte Kalkzone an, die Ketten und Stöcke der Rochers de Naye, des Moléson, des Vanilnoir und der Kaiseregg mit den Ketten bis zum Stockhorn hin; sodann trug auch die Kette der Gastlosen eigene Gletscher. Diese drei Gebirgszüge bilden gewissermassen den Aussensaum der Alpen, und hier müsste nach Brückner[1]) die heutige Schneegrenze in 2500—2600 m liegen.

Der innern Zone der Voralpen rechnen wir die Gummfluh-Hornfluhkette und die Etivazflyscherhebungen: Tornettaz und Gifferhorn, zu. In diesem Gebiet dürfte sich nach Analogie die Schneegrenze heute in 2600—2700 m befinden. Diese Werte geben uns weitere Anhaltspunkte zur Bestimmung des Unterschiedes der späteiszeitlichen Schneegrenze von der heutigen.

I. In der Berra-Flyschzone.

Diese Zone bildet den Aussenrand der Voralpen gegen das Mittelland hin, das im Maximum der Würm-Eiszeit fast vollständig vom Inlandeis des Rhonegletschers bedeckt war. Am Nordwestabhang der vierten Flyschzone findet sich dessen Erratikum weithin ausgedehnt, und diese Verbreitung gab Anhaltspunkte zur Bestimmung der Eishöhe. Die südwestlichen Gipfel der vierten Flyschzone, zwischen Genfersee und dem Becken von Bulle, ragten nur unbedeutend über das Rhone-Eis empor und trugen keine Gletscher. Dagegen erhoben sich nach Osten hin die Gipfel zu beträchtlicher Höhe über das Inlandeis, weil an ihnen der gewaltige Gletscher weniger hoch hinaufreichte. Von Osten her schoben sich Eismassen des Aaregletschers; aber auch sie gingen nur wenig an den Abhängen der Flyschberge hinauf, so dass sich an deren Nordabhang im Maximum der Würm-Eiszeit und später eigene Gletscher entwickeln konnten,

---

[1]) Die Alpen im Eiszeitalter, S. 632. 1902.

wie wir sehen werden.[1]) Zwei breite Berggruppen fallen hierbei in den Rahmen unserer Betrachtung: die Berra- und die Pfeife-Gurnigelgruppe.

1. Vergletscherung der Berra.

a. Gletscherspuren im Tal der Aergeren.

Da wo bei Plasselb die Aergeren, die den Nordabhang der Berra entwässert, die Flyschzone verlässt, fliesst sie zunächst in einem 300 m breiten Bett, das 40 m tief in diluvialen Schutt eingeschnitten ist. Das Hangende ist horizontal geschichteter Glacialschotter mit Rhone- und Lokalgeröllen; er bildet die Terrasse «Ebnet», auf der in 861 m die meisten Gebäude von Plasselb stehen, und eine Terrasse auf dem linken Ufer bei Muhlers in gleicher Höhe. Das Liegende ist Moräne des Rhonegletschers, die bis zu 900 m hinauf zu beiden Seiten der Aergeren in grosser Mächtigkeit, bis zu 1000 m spärlicher, auftritt. Bei Punkt 859 wird das Flussbett durch zwei Schuttkegel eingeengt. Oberhalb derselben schneidet die Aergeren durch Bergsturzschutt mit grossen Blöcken, von dem äussersten Felsabbruch der Muschenegg Punkt 1196 stammend. Sodann steht zu beiden Seiten des Flusses bis Glattenstein Flysch an; hier nimmt die Aergeren von rechts her den Höllbach auf. Auf dem linken Ufer führt in 930—950 m der Weg über Schutt, der oben Bachschutt, unten Lokalgletscherschutt ist, mit deutlich gerundeten, gekritzten und gescheuerten Geschieben. Es kommen vereinzelte Rhonegeschiebe vor. Typisch ist auch die Moräne, da wo bei Warena die Kurve von 1000 m den Bach quert. Hier und weiter aufwärts fehlen Rhonegeschiebe. Zwischen Punkt 1029 und 1050 deckt hellbraun verwitterter Bachschutt mächtigen Schutt, der aus einer graublauen, zähen Schlamm-Masse besteht, in der zahlreiche Blöcke jeder Grösse (von Faust bis 1 m^3) stecken, darunter einzelne mit deutlichen Schrammen und bestossenen Kanten. Solcher Schutt ist auch bei Poffetsvorsatz am Weg in 1070 m und im Wald bei La Bruggera aufgeschlossen. In den mächtigen Ablagerungen auf dem rechten Ufer bei Reschera

---

[1]) Obschon Gilliéron gekritzte Geschiebe im Flysch südlich von Rüschegg gefunden hat, glaubt er nicht an lokale Gletscher, «qui aient laissé des traces de quelque importance», weil die Berragruppe nicht hoch genug gewesen sei; «des stries peuvent se former par des éboulements...» Beiträge XII, S. 22, 1873.

ist genau die gleiche Struktur zu beobachten, jedoch sind hier Kritze selten, dafür aber erscheinen kleine Hügel, die als Moränenhügel aufgefasst werden können. Demnach ist ein selbstständiger Aergerengletscher von 6 km Länge bis Glattenstein vorgestossen.

b. Gletscherspuren im Quellgebiet.

Beinahe noch besser erhalten als im Haupttal, weil nicht von zahlreichen Schuttkegeln bedeckt, sind Moränen im Firngebiet des Aergerengletschers.

Wo man auch steht, von jedem Punkt, innerhalb dieser Erhebungen aus gesehen, erscheint das Aergerental trogförmig profiliert; grosse Schuttkegel der stufenförmig mündenden Wildbäche reihen sich aneinander, so dass der Hauptfluss Mühe hat, sich hindurchzuwinden. Sechs solcher Bäche kommen aus breiten Nischen, die einen sumpfigen, sanft abfallenden Boden und steile Umrandung im Hintergrund besitzen. Talauswärts schneiden alle Bäche 50—70 m tief, teils in Schutt, teils in den weichen, vielfachen gefalteten, anstehenden Flysch ein, und ihre Gräben sind scharf V-förmig bis cannonartig. Der hangende Schutt besteht überall aus grauem, zähem Schlamm mit zahlreichen Blöcken, von denen viele ganz ausgezeichnet poliert und gekritzt sind. Es ist typischer Gletscherschutt. Vielerorts lässt sich noch die Wallform der Moränen erkennen. Diese verraten die einstige Anwesenheit kleiner Hänge- und Kargletscher. Ein solcher lag im Quellgebiet des R. de la Paradisa, wo sich der Cousinbert mit Steilwand zu 1635 m erhebt. Die Schneegrenze lag in 1550 m. Zwei Gletscher mit gleicher Schneegrenze hingen in den flachen Nischen am Nordhang der Berra, Les Filistorfènes und La Filistorfenaz, von 1250 m an gemeinsam entwässert. Zwei kleinere Hängegletscher lagerten Moränen in 1300—1330 m bei Torry und Petit Torry ab; Schneegrenze 1450 m. Im Creux d'Enfer besass der Gletscher eine Schneegrenze von 1500—1550 m; eine solche von 1450 m verlangte der kleine Kargletscher von l'Hauta Schiaz.

Aber auch im Gebiet des Höllbachs sind typische Moränen von grosser Mächtigkeit aufgeschlossen, so östlich vom Stockberg bei Grande Paine bis 1320 m und nördlich vom Stockberg in Punkt 1199, hier 80 m mächtig. Sie lassen auf zwei Gletscher schliessen, die vom Aergerengletscher getrennt waren. Der

Stockberggletscher besass eine Schneegrenze von 1350 m, der Höllgletscher, der bei Grande Paine endete, eine Firnlinie von 1450 m.

c. Ergebnisse.

Im Maximum der Würm-Eiszeit stand der Rhonegletscher bis 1000 m, also 150 m mächtig quer vor dem Ausgang des Aergerentales, den Lokalgletscher in seiner Selbständigkeit hemmend.

Nachdem das Rhone-Eis geschwunden war, konnte der Aergerengletscher ungehindert vorstossen; er erreichte aber nicht einmal Plasselb, sondern seine Schmelzbäche schütteten dort nur die mit Rhonegeschieben vermischten Schotter auf. Die hohe Lage derselben lässt auf Stauung der Aergeren talabwärts durch den etwa bis Marly oder Giffers reichenden Rhonegletscher schliessen. Der Lokalgletscher endete bei Glattenstein.

In einer zweiten Rückzugsphase lagerte der Aergerengletscher Schutt in 1050—1070 m ab. Auch die beiden Gletscher im Höllbachtal konnten damals in den Rückzugsphasen vorgestossen haben, und für diese Zeit ergibt sich also eine Schneegrenze von im Mittel 1400 m.

Dagegen lassen die Gletscher in den Karnischen an der Berra ein späteres Stadium vermuten, mit einer Schneegrenze von 1500—1550 m. Die Depression der Schneegrenze von rund 1000 m unter der heutigen, die sich nach Brückner hier in 2500 bis 2600 m befinden müsste, zeigt das Bühlstadium an.

2. Vergletscherung der Pfeife-Gurnigelgruppe.

Zwischen Plaffeien und Blumenstein erhebt sich die östlichste Gruppe der vierten Flyschzone zu den sanftgeformten Voralpenbergen der Pfeife, der Schüpfenfluh und des Selibühl mit dem von hier nach Norden ziehenden Gurnigelhubel. Die mittlere Höhe der Kammlinie beträgt zirka 1650 m. Der Südabhang der Gruppe wird von der Sense entwässert, der Norden vom Schwarzwasser. Am Nordabhang tritt Erratikum des Aaregletschers 50 m unterhalb des Bades Gurnigel in einem typischen Aufschluss bei Blattenbach in 1109 m und im Gurnigelwald auf. Am Nordabhang des Selibühls und der Schüpfefluh kommen steilwandige Abstürze vor, die im Halbkreise breite Nischen umgeben. In solchen Mulden liegen die Quellgebiete zahlreicher Bäche, wie

des Selibachs, des Wissbachs, des Furrersgrabenbachs und des Schwarzwassers. Alle diese Bäche haben zwischen 1300 und 1000 m Höhe tiefe Gräben in Schutt und Anstehendem eingeschnitten. Dieser Schutt besteht aus grossen und kleinen, regellos in grauem, zähem Schlamm gebetteten Blöcken, von denen die meisten kantengerundet und viele deutlich gekritzt sind. Das Gestein ist fast ausschliesslich Flyschsandstein, doch kommen auch vereinzelte Kalkgeschiebe, die oben anstehen, vor, an denen Gletscherpolitur ausgezeichnet erhalten ist.

Wir haben also genau die gleichen Erscheinungen wie an der Berra. Der lokale Gletscherschutt hat im Seligraben oberhalb Punkt 1085 stellenweise eine Mächtigkeit von 80 m. Von da an abwärts bis Punkt 957 steht Flysch und dann Molasse an. Ueber der letztern tritt wieder Lokalmoräne auf, die gegen 900 m hinab in Aaregletschermoräne übergeht, charakterisiert durch Gasterengranit, Niesenbreccie, Hornfluhbreccie und viel dunkeln Alpenkalk.

Am Wissbach ist in 1200 m eine Moräne aufgeschlossen, die eine vertorfte Niederung abdämmt; oberhalb derselben tritt wieder Moräne in 1220 m auf. Ausserordentlich schlammig ist der Schutt im Furrersgraben in 1200 m. Von guter Entwicklung sind die Moränen im Tröligraben, in dem das Schwarzwasser oberhalb Punkt 942 in 30 m mächtigen Gletscherschutt und noch 30 m tief in die südwärts einfallende Molasse eingeschnitten ist. Auf jeder Seite zieht ein Moränenwall, so rechts vom Lauetli Punkt 1213 weg gegen Haslersweid und links über Aeugstenhüttli.

Im Tröligraben liegt in 900 m ein Valorsineblock von 0,5 m^3 Inhalt. Einen gleichen Block fand ich in Flyschschutt mit gekritzten Geschieben in 950 m im Murtengraben südlich von Rüschegg, am Nordabhang der Pfeife. Beide Blöcke stammen wohl aus der Riss-Eiszeit.

Unter den lokalen Gesteinen fallen rote exotische Granitblöcke auf. Ein solcher von etwa 50 m^3 Inhalt liegt unweit der Mündung des Wissbachs und ist auf der Karte in Punkt 818 als Err. Bl. gezeichnet. Wohl treten hier auch Flyschblöcke auf, aber Aufschlüsse von typischer Moräne fehlen. Immerhin muss der Block erratisch sein; er liegt hier auf Molasse.

Von deutlicher Karform mit Stufen sind zwei kleine Nischen an der Schüpfefluh bei Gauchheit und eine Nische an der Pfeife, der Einberg.

Die Schneegrenze lag für den Gletscher am Nordabhang der Pfeife in 1250 m, für den Schwarzwassergletscher in 1300 m, für den Wissbachgletscher in 1350 m; beim Seligletscher lag sie anfänglich wohl in 1300, später in 1400 m. Im Mittel ergibt sich 1300—1350 m für die Schneegrenze.

Am Südabhang des Selibühl und der Pfeife und an allen Abhängen der Berra finden sich oberhalb der erratischen Grenze in den Bachrinnen gewaltige Haufen grosser Blöcke von 1 bis zu 4 m^3 Inhalt. Sie bestehen aus dem im Einzugsgebiet anstehenden grobkörnigen Flyschsandstein. Dazu tritt eine beträchtliche Masse von mergeligem Schutt des gleichen Gesteins, wie schon Gilliéron ausführte.[1]) Gilliéron erklärt, diese Bildungen seien durch Zersetzung der lehmig-schlammigen Schichten hervorgegangen, die ein Abrutschen des Terrains bewirken. In der Tat stammen die Schuttmassen nicht als Absturz von übersteilen Gehängepartien her, denn nach oben wird die Böschung vielerorts sanfter, und dort liegen flache Nischen. In diesen dürften sich in der Eiszeit lokale Firnfelder gefunden haben, und möglicherweise können die Blockhaufen durch kleine Gletscher aus den Nischen heraus verfrachtet worden sein. Leider ist der erwähnte Flyschsandstein zur Erhaltung von Gletscherschrammen nicht geeignet, so dass ein direkter Beweis der Entstehung fehlt. Doch folgerten wir diesen Schluss aus den Darlegungen von Bayberger,[2]) der Blockablagerungen im Böhmerwald eiszeitlichen Gletschern zuschreibt.

3. Zusammenfassung.

In der vierten Flyschzone trugen nur die Berra- und die Pfeife-Gurnigelgruppe selbständige Gletscher.

Im Maximum der Würm-Eiszeit stand der Rhonegletscher am Westabhang der Berra in 1200 m, im Norden in 1000 m, der Aaregletscher am Nordostabhang des Gurnigels in 1110 m. Damals lagen am Nordabhang der Pfeife-Gurnigelgruppe fünf selbständige Gletscher von 3—4 km Länge mit einer Schneegrenze von 1300—1350 m.

---

[1]) Beiträge XVIII, S. 283. 1885.

[2]) F. Bayberger, Geographisch-geologische Studien aus dem Böhmerwald. Peterm. M. Ergh. 81. 1886.

In den Rückzugsphasen machte der Aergerengletscher einen selbständigen Vorstoss, aber nicht bis ins Gebiet, das soeben vom Rhonegletscher verlassen war.

Im Bühlstadium befanden sich am Nordabhang sieben kleine Kar- oder Hängegletscher mit einer Schneegrenze von 1500 bis 1550 m.

II. In der Vanilnoir-Kalkzone.

Die Ketten der vierten Kalkzone, die sich vom Genfersee bis zum Thunersee erstreckt, werden durch die tief eingeschnittenen Furchen des Jauntales, des Saanetales und des Hongrintales in mehrere Gruppen geteilt, von denen jede ein eigenes Fluss-System besitzt. Westlich von Saane und Hongrin reihen sich mehrere Gruppen aneinander, die Rochers de Naye, die Kette der Dent de Lys und das Molésonmassiv. Zwischen Hongrin und Saane erhebt sich die kleine Gruppe der Dent de Corjon; zwischen Saane und Jaunbach zieht die mächtige Vanilnoirkette zu der Hochmatt hin, und nördlich vom Jaunbach steigt die Gruppe der Schopfenspitze empor.

An den Gehängen aller dieser Erhebungen finden sich hochgelegene Moränen der grossen Eisströme aus dem Maximum der Würm-Eiszeit; aber noch in den Rückzugsphasen reichte das Eis der Talgletscher an ihnen bedeutend hoch hinauf.

Dagegen war der Fuss aller Ketten im Bühlstadium von den Hauptgletschern frei, und nichts stand der Ablagerung der lokalen Endmoränen hindernd im Wege, wie aus den folgenden Beobachtungen zu erkennen ist.

1. Vergletscherung der Rochers de Naye.

a. Orographie.

Das Massiv der Rochers de Naye ist allseitig scharf umgrenzt. Im Westen bricht es steil zum Genfersee und dem untersten Rhonetal bei Villeneuve ab; im Südosten liegt die Flyschmulde der Mocausazone; im Nordosten bildet der Hongrin in einem Durchbruchtal eine tiefe Scheidelinie, und im Nordwesten liegt die Fortsetzung der Greyerzer-Synklinale, die sich gegen den Col de Jaman hinaufzieht.

Tektonisch bildet die Gruppe der Rochers de Naye eine breite und eine schmale Antiklinale, zwischen welchen eine

schmale Synklinale liegt.[1]) Da die Antiklinalen zum Teil bis auf die Trias aufgeschlossen sind, so treten mehrere langgezogene Bergzüge oder Ketten auf, die im Streichen der Falten einander parallel gehen. Sie entsprechen den harten Gewölbeschenkeln und bestehen zumeist aus oberem Malm. Der südöstlichste Zug ist die Kette des Mont-Arvel, die in der Pointe d'Aveneyre mit 2030 m kulminiert. In einem Abstand von 2 km zieht sich der Doppelkamm der Rochers de Naye hin, der das Kreidesynklinaltälchen von Naye einschliesst, das sich zum Hongrin hinabsenkt.

Zwischen Rochers de Naye und Pointe d'Aveneyre fliessen die Gewässer im Streichen der Antiklinale von der Wasserscheide ab, die als schmaler Grat die beiden Gipfel verbindet; in den Genfersee ergiesst sich die Tinière, in den Hongrin der R. de Chaude. Dagegen weist die kleinere Antiklinale nur einen grösseren Bach auf, der dem Streichen folgend talwärts eilt, nämlich nach Südwesten in den Genfersee Le Veray T. Nach Nordosten hin bricht das Gewässer vorerst durch den Isoklinalkamm des nördlichen Schenkels durch und fliesst in der Kreide-Synklinale des Col de Jaman dem Hongrin zu.

b. Der Jamangletscher.

Die Gletscherspuren am Nordostabhang der Rochers de Naye-Gruppe führen zur Annahme von vier kleinen selbständigen Gletschern, von denen der Jamangletscher die grösste Länge besass.

Der Jamanbach wird in seinem Unterlauf von zwei Moränenwällen begleitet, die aus dem Tälchen herausführen und sich in 960 m zu einer Endmoräne vereinigen. Sowohl auf dem linken Ufer bei Praz derrey in 1010 m und bei Villaz in 963 m als auch auf dem rechten bei Basnaudon in 1018 m sind die Wälle aufgeschlossen. Sie enthalten hauptsächlich Geschiebe von hellem Kalk; ich fand ein einziges faustgrosses Gerölle von Etivazflyschbreccie. Dieser vereinzelte Fund gestattet uns nicht, die Moränen dem Hongringletscher zuzuschreiben, sondern wir müssen sie auch ihrer Form nach dem Jamangletscher zuweisen. Dieser muss also einen Vorstoss ins Hongrintal hinab gemacht haben, und sein Ende lag nur 10 m über dem Hongrin. Der 4 km lange Gletscher besass eine Schneegrenze von 1500 m.

---

[1]) Vergl. Profile von H. Schardt, Beiträge XXII, Tafel XVII, Fig. 3 und Karte.

BIBLIOTHEK der E. T. H.
ZÜRICH

Talaufwärts begegnet man noch kleineren Moränenvorkommnissen in 1250 m bei Les Cases und in 1350 m bei der neuen Hütte von La Joux. Von La Joux führt eine bewaldete steile Stufe zu den Punkten 1490 und 1487 hinauf. In Punkt 1490 liegt ein Moränenwall, der sich gegen die Hütten bei Punkt 1516 hinzieht. Er bildet die blockreiche Endmoräne eines kleinen Hängegletschers, der am Nordabhang der Dent de Jaman (1878 m) lag. Damals konnte östlich davon der grössere Gletscher bis La Joux hinabreichen; das Gletscherende hing über die gerundete Felsschwelle von Punkt 1487 hinunter, während der obere Teil der Zunge da lag, wo sich heute in Punkt 1474 ein ebener, versumpfter Boden ausbreitet. Die Felsschwelle, unter der das Bächlein hindurchfliesst, dämmt diesen Boden beckenförmig ab.

Von Punkt 1474 gelangt man über eine Stufe mit 300 ‰ Gefälle zu einer andern Schwelle, auf welcher in 1568 m eine Blockmoräne liegt, die ein Seebecken, den Lac de Jaman, abschliesst.[1]) Diese Blockmoräne zieht sich dem Südostfuss der Dent de Jaman entlang und biegt in 1568 m zu der Stirnmoräne des Jamangletschers einwärts. Schardt fasst diese Blockmoräne als Schuttkegel der Dent de Jaman auf, von dem er sagt[2]):

«Un cône d'éboulement est surtout remarquable; il se détache du pied oriental de la Dent et descend au N.-E. jusqu'au pied de Hautandon; c'est cet éboulement, sans doute, qui a barré le vallon et donné lieu à la formation du lac.»

Wir stimmen mit Schardt darin überein, dass wir auch die Stauung des Sees durch den bezeichneten Schutt annehmen; nur halten wir die Bildung eines so mächtigen Schuttkegels am Südostabhang der Dent de Jaman für unmöglich; denn von hier führt der einzige mit Rasen bewachsene Abhang zum Gipfel, so dass nur von dieser Seite eine Besteigung erfolgen kann. Es fehlt ein stark übersteiler, bis senkrechter Felsabhang, von dem sich Schutt hätte ablösen können. Solche Felswände aber sind an der Dent de Jaman auf den drei andern Seiten vorhanden, und ihr Fuss ist überall von Absturzschutt bedeckt. Zudem müsste ein richtiger Schuttkegel nach unten fächerartig verbreitet sein

---

[1]) Bei einer nochmaligen Begehung im Jahre 1906 fand ich den See nicht mehr vor; die Quelle war behufs Herstellung einer Wasserleitung gefasst worden.

[2]) Beiträge zur Geolog. Karte XXII, S. 338/39 und Pl. VII, Fig. 1.

und gerade da enden, wo heute der See ist. Sollte es sich um Schutt eines Bergsturzes handeln, so wüssten wir die Abrissfläche an der Dent de Jaman nicht zu finden. Eine Verschleppung des Schuttes dem Fusse der Dent entlang, wie sie tatsächlich vorliegt, kann nur durch einen Gletscher erfolgt sein. Dass ein fächerartig verbreiteter Schuttkegel direkt vom Ursprungsort heruntergeht, zeigt auch die topographische Karte Blatt 465. Von der Dent de Hautandon führt ein solcher Schuttkegel zum See hinunter und droht diesen von Osten her zuzuschütten. — Oberhalb des Sees führt bis zu 1652 m die letzte, ebenfalls blockreiche Endmoräne des Jamangletschers herab. Wir müssen die Schneegrenze für den letzten Halt zu 1800 m annehmen.

c. Hängegletscher am Nordostabhang.

Zwei längliche Hängegletscher lagen am Nordostabhang der Rochers de Naye, im Tälchen von Bonaudon und von Naye.

Hohe Felswände umschliessen das Antiklinaltälchen von Bonaudon. In der obern Hälfte bauen sich zahlreiche Schuttkegel trockenen Absturzschuttes am Fusse der Felswände vor. Erst im unteren Drittel fliesst ein kleiner Bach von 1240 m an abwärts. Er ist auf beiden Seiten von Moränenwällen begleitet, die in 1050 m das Ende eines Lokalgletschers andeuten. Auf dem rechtsseitigen Wall steht die Hütte Bonaudon d'en bas in 1176 m. Der Hongrin fliesst hier in 1010 m.

Unmittelbar parallel zum Antiklinaltälchen von Bonaudon zieht sich das Synklinaltal von Naye herunter, das ebenfalls von hohen Felsgräten beidseitig flankiert wird. Auch hier kommen Stufen, erweiterter Talgrund und Schutthalden vor; aber ein Bach fehlt. Dagegen wird die unterste Talpartie gegen den Hongrin hinab von lokalen Endmoränen bekleidet. Das Ende des Gletschers lag 50 m über dem Fluss zwischen den Punkten 1060 und 1209 bei Preysaz-au-Maidzo.

Die Schneegrenze beider Lokalgletscher befand sich in 1500 bis 1600 m. Es ist möglich, dass bei Naye d'en bas noch jüngere Moränen liegen; bei Refuge ist ein Felsriegel. Typisch entwickelt sind Rückzugsmoränen im benachbarten Tal von Chaude.

d. Le Glacier de Chaude.

Im Antiklinaltal von Chaude lag ein kleiner selbständiger Gletscher. Sein Firngebiet bestand aus mehreren Nischen; drei

kleinere Kare vereinigen sich in 1478 m bei den Chalets de Chaude; eine grössere Nische wird heute von dem R. de Lavanchy entwässert, der sich unterhalb einer Stufe in 1284 m mit dem R. de Chaude vereinigt. Der letztere mündet in 1070 m in den Hongrin, und bis zu diesem Fluss hinab reicht die unterste Endmoräne des Chaudegletschers. Ein rechtsseitiger Wall zieht über Punkt 1144 abwärts, und auf dem linken Ufer sind treffliche Aufschlüsse in 1082 m bei der Hütte von Lavanchy. Eine jüngere Endmoräne reicht bis 1240 m hinab und ist bei Punkt 1284 und 1345 aufgeschlossen. Dunkle, schieferige Kalke walten vor; Flyschgesteine fehlen ganz. Unterhalb der Chalets de Chaude bilden noch jüngere Endmoränen deutliche Wälle, die teils bis 1400 hinabgehen. Ein jüngstes Stadium wird angedeutet durch eine Endmoräne, die in 1509 m aufgeschlossen ist, und eine solche am R. de Lavanchy etwa in 1500 m.

Entsprechend der Verbreitung des Gletscherschuttes musste die Schneegrenze vorerst in 1500 m gewesen sein; dann stieg sie auf 1600 und 1700 m, und als sie in 1800 m lag, endeten zwei Kargletscher in etwa 1500 m. Heute ist die Anhäufung von Absturzschutt in den Nischen sehr gross.

e. Hängegletscher am Südostabhang.

Auch der Südostabhang der Aveneyrekette zeigt Spuren lokaler Vergletscherung. Sie bestehen in auffallenden Nischen oder Karen, die aber nur geringe Dimensionen haben, und Moränenschutt. Südlich vom höchsten Punkt der Kette, der Pointe d'Aveneyre, zieht sich von der Nische in 1758 m, wo die Hütten Les Cases stehen, ein breit ausladendes Tälchen bis zu 1534 m hinab, wo es in einen ebenen Boden mündet, der aussen von Moränenwällen umgeben ist. Sie waren anlässlich einer Brunnenlegung 1904 bei der grossen Hütte aufgeschlossen und zeigten viele gekritzte Geschiebe. Der Hängegletscher, der hier endete, besass eine Schneegrenze von 1700—1750 m bei Südostexposition.

f. Ergebnisse.

Aus den geäusserten Beobachtungen geht hervor, dass vom Massiv der Rochers de Naye vier lokale Gletscher ins Hongrintal hinab vorstiessen, und zwar bis beinahe zum Spiegel des Flusses. Da sich auf dem rechten Ufer Moränen des Hongrin-

gletschers aus der zweiten Rückzugsphase finden, so muss der Vorstoss der Lokalgletscher später stattgefunden haben, als der Hongringletscher bereits zurückgewichen war. Der Vorstoss der Lokalgletscher geschah im Bühlstadium. Die lokale Schneegrenze lag damals an den Rochers de Naye in 1500 m. Von zwei Gletschern konnten Rückzugsmoränen beobachtet werden, deren letzte eine Schneegrenze von 1800 m. voraussetzt.

Die starke Depression der Schneegrenze von 700—800 m für das Gschnitzstadium, wie von 1000 m für das Bühlstadium, lässt sich teilweise auf den Einfluss der Nordlage und der Beschattung durch hohe Felswände zurückführen.

In dieser Gebirgsgruppe finden sich Karnischen und zwei kleine Karseen.

2. Vergletscherung der Dent de Lys-Kette.

a. Orographische Verhältnisse.

In geschlossener Einheit tritt auf der geologischen Karte Blatt XVII die von Enney nach S.-W. streichende Kette der Dent de Lys bis zum Col de Jaman hervor als der S.-E. Schenkel des Gewölbes, das durch kleine Gewässer bis auf die Trias aufgeschlossen ist. So fliesst östlich vom Moléson die Marivue zuerst im Streichen der Kette und wendet sich plötzlich gegen O.-S.-O., indem sie die harten Js und Cn^1 Kalke durchbricht und bei Albeuve in die Saane mündet.[1]) Wie auf Seite 38 geschildert, ist der obere Lauf des Baches in Saanegletscherschutt eingeschnitten, der bis zu 1340 m auftritt. Spuren lokaler Vergletscherung sind häufig an der Kette vom Durchbruch der Marivue bis zum Col de Jaman. In auffallender Weise wird der Südostabhang dieser Strecke durch zehn ausgeprägte Nischen, die zum Teil an Kare erinnern, zergliedert, so dass da, wo die halbkreisförmige Karwand mit der Kammlinie tangiert, eine Erniedrigung des Kammes entstanden ist. Daher treten die dazwischenliegenden Partien als Gipfel auf, wie der Vanilblanc, die Dent de Lys mit 2017 m, Folliu-Borna, Les Arches 2004 m, Cape au Moine 1946 m, Corbex und Courcy.

Dem Nordabhang der Dent de Lys entspringt der südlichste Quellbach der Marivue, und hier kommt in 1400 m Schutt eines lokalen Gletschers vor, der eine Schneegrenze von 1600 m

---

[1]) Vergl. Profile in Beiträgen XXII, Tafel XVI, Fig. 4, 6 und 7.

besass. Im Gegensatz zum Einzugsgebiet eines Wildbaches, dessen Quelltälchen scharf rinnenförmige, schmale Furchen bilden, tritt uns hier ein breiter, kesselartiger Talschluss entgegen, dessen Entwässerungsader da entspringt, wo das Tal beginnt, talabwärts enger zu werden, in 1400 m.

b. Glaciale Spuren am Ostabhang.

Von den zehn Nischen am Ostabhang können folgende gemeinsame Züge festgestellt werden: Sieben weisen zwei Stufen auf, eine untere in durchschnittlich 1300 m und eine obere in 1600—1700 m. Zu der unteren Stufe führt vom Haupttal aus eine ausgeprägte V-förmige Wasserfurche hinauf, die in stark nach Osten einfallende Kalkschichten eingeschnitten ist. Es sind zum Teil Trockenläufe. Oberhalb 1300 m wird das Tälchen plötzlich breit, und hier liegt eine Schwelle, die an einigen Orten aus Fels, an andern aus Moräne besteht, und zwar aus Endmoräne des Lokalgletschers. Alle Felsschwellen sind gerundet. In allen Nischen sind grosse Schuttkegel.

Von Albeuve aus gelangt man zunächst zur breiten Nische von L'Ombriau mit spärlichem Moränenschutt in 1310—1330 m. Ein Flyschblock des Saanegletschers liegt in 1300 m. In einer zweiten Nische ist eine Endmoräne deutlich erhalten, auf der die Hütten von Ecosallaz in 1442 m stehen. In diesen beiden Nischen lagen Hängegletscher am Osthang des Vanilblanc mit einer Schneegrenze von 1600 m. Noch besser erhalten sind die Endmoränenwälle in der Nische von Severesse mit der Hütte in 1320 m auf dem rechten Wall. Eine obere Nische liegt über einer 100 m hohen Stufe in 1691 m und heisst Vanys. Der Gletscher besass eine Schneegrenze von 1600 m.

Am Südostabhang der Dent de Lys lagen drei Kargletscher, nämlich bei Théraulaz, bei Vudèche und in En Lys. Unterhalb Théraulaz steigt Saanegletschermoräne bis zu 1400 m empor und wird hier von 25 m mächtiger Lokalmoräne überlagert, so bei Punkt 1427. Oberhalb der Hütte liegt eine jüngere Endmoräne des Lokalgletschers in 1430 m, dessen Firn in einem Karkessel von 21 m Tiefe hinter der Felsschwelle von 1614 m aufgespeichert wurde. Der Kessel hat einen unterirdischen Abfluss.

Bei Vudèche zieht in Punkt 1493 ein mit Moräne bekleideter Felsrücken abwärts. Der Gletscher floss früher über eine

Stufe gegen Chenalettaz hinab, wo er sich mit demjenigen aus dem Kar En Lys vereinigte; denn Moränenschutt ist sowohl links als auch rechts bei Osseyre Punkt 1262 zu beobachten. En Lys ist ein ausgesprochenes Kar, dessen Felsschwelle in 1614 m wenig Moräne zeigt; Schutthaufen liegen in 1600 m ausserhalb der Schwelle. Das Kar hat folgende Form: Ein ovaler, 200 m breiter und 300 m langer Boden wird in 1611 m zum grössten Teil von Sumpf und drei kleinen Wasseransammlungen bedeckt und von steilen Felswänden im Süden, Norden und Westen halbkreisförmig eingeschlossen. Unmittelbar vor der Schwelle versinkt das Wasser gurgelnd in die Tiefe. Schardt spricht hier von einem «lac qui est ordinairement à l'état de marais». [1])

Die Landschaft am Ostabhang des Folliu-Borna zeigt intensive Karrenbildung, die sich auch in der Karnische Le Creux geltend macht, deren Schwelle 1556 m ein Becken in 1547 m abschliesst. Aber das Wasser versickert in den Karren.

In der Nische von Orgevallettaz stieg ein Hängegletscher hernieder, dessen grösste Länge von 1400 m durch eine Endmoräne in 1280 m angedeutet wird. Viel ausgeprägter ist die Wallform einer jüngeren Endmoräne in 1400 m, die einen ebenen Boden umschliesst. Ein drittes Stadium wird durch ein kleines Kar ausgesprochen, dessen Schwelle in 1606 m von einem Rundhöcker und einem Schuttwall gebildet wird. Die Schneegrenze wich von 1500 auf 1600 und 1700 m.

Ein grosser Moränenwall steigt in der Nische von Orgevaud bis zu 1300 m hinab, in 1333 m die Hütte tragend. Ein anderer Wall zieht rechts über Punkt 1409 bis 1330 m hinunter. Aelterer Moränenschutt geht bis 1200 m bergabwärts.

Aus dem ähnlich geformten Kar von Allière zieht eine Endmoräne über die Stufe hinunter bis Punkt 1110 m, wo sie bei Anlage der Montreux-Oberland-Bahn vor der Station Allière aufgeschlossen wurde. Auf der Stufe liegt in 1363 m jüngere Moräne. Eine ganz kleine Karnische ist am Cape au Moine eingeschnitten, mit der Hütte in 1761 m.

Ein Gletscher lag in der Nische Ouclion zwischen Courbex und Courcy. Eine 150 m hohe, breite, ganz ungegliederte Stufe führt von Les Cases im Jamantal zu dem länglich geformten Kar mit Lokalmoränen hinauf.

---

[1]) Beiträge XXII, S. 332.

c. Gletscher am Westabhang.

Auch am Westabhang der Lyskette finden sich Spuren eiszeitlicher Lokalgletscher, so namentlich in dem Quellgebiet der Veveyse de Feygire, das zwischen Molard, Cape de Moine und Dent de Lys liegt.

Die Veveyse de Feygire erhält von Süden von der Cape de Moine her den grössten Quellbach. Dieser schliesst an drei verschiedenen Stellen westlich von Cheresaula-devant in 1320 m, 1290 m und bei L'Aberge in 1260 m Moränenwälle von lokalem Gletscherschutt auf. Beim Aufschluss in 1260 m erscheint im Liegenden Rhonegletschermaterial. Auch der nördliche Quellbach der Veveyse hat bei Cheresaula-derrey in 1350 m Lokalmoräne aufgeschlossen, die in 1320 m auf Rhonegletschermoräne ruht, und zudem fand sich erratisches Rhonematerial auch in Moräne eines dritten kleinen Gletschers bei Cheresauletta. Diese drei kleinen Gletscher haben demnach einen Vorstoss nach Schwinden des Rhonegletschers gemacht und dessen Schutt abwärts verfrachtet. Sie besassen eine Schneegrenze von 1500 m.

Eine ähnliche Beobachtung macht man nördlich von Cheresaula, im Quellgebiet der Veveyse de Châtel am Westabhang der Dent de Lys. Hier reicht mächtiger Rhonegletscherschutt an der Veveyse bis zu 1250 m hinauf. Bei den Hütten La Cuva erheben sich zwei Moränenhügel, wie Punkt 1262. Sie tragen eckige Kalkblöcke; aber im Aufschluss am Bach treten zahlreiche Blöcke des Rhonegletschers auf in Gesellschaft von Lokalgletscherschutt. Vereinzelt finden sich Rhonegeschiebe noch in 1300 m in Schuttkegel eines Baches. Bis 1262 m hinab reichte ein Hängegletscher mit einer Schneegrenze von 1500 m.

d. Ergebnisse.

An der Lyskette machten acht Gletscher einen kräftigen Vorstoss in die Haupttäler hinab und bauten Endmoränen unterhalb der oberen Grenze der Hauptgletscher auf. Dabei wurde Schutt der Hauptgletscher ausgefegt. Das Ende eines Gletschers konnte erst nach der zweiten Rückzugsphase bis zu 1110 m hinabreichen; demnach geschah dieser Vorstoss im Bühlstadium, genau in Uebereinstimmung mit den Gletscherbewegungen an den Rochers de Naye. Alle 14 Gletscher der Lyskette besassen vorerst eine Schneegrenze von 1500—1600 m, später einige von 1700 m.

Am Ostabhang lagen zehn Gletscher in karähnlichen Nischen, die eine Stufe gegen das Haupttal aufweisen. Oberhalb der Lokalmoränen spielt die Aufschüttung von Absturzschutt an den übersteilen Karabhängen und von angeschwemmtem Schutt auf dem Talboden eine grosse Rolle. Viele der unterhalb der Stufe beginnenden Wasserfurchen sind heute Trockenläufe.

3. Vergletscherung des Moléson.

a. Orographie.

Südwestlich von Bulle erhebt sich der 2006 m hohe Moléson als isolierter mächtiger Kalkklotz, dessen Abhänge nach oben immer steiler und nackter werden. In scharfem Gegensatz zur Schroffheit dieses Kalkgipfels stehen die sanften Formen der Flyschberge, über welche sich der Moléson unvermittelt erhebt. Nach der geologischen Karte und den Profilen von Favre und Schardt[1]) besteht der Gipfel aus unterer Kreide, die auf harten oberen Jurabänken liegt. Diese bilden stellenweise senkrechte Abstürze; darunter folgen etwas sanfter geneigte Hänge in den Doggermergeln und im liegenden Lias. Die Kammlinie ist etwas mehr als 2 km lang, und zwar bildet sie eine Schlangenlinie, die aus drei Halbkreisbogen zusammengesetzt ist. Diese Linie wird dadurch gebildet, dass drei Nischen, zwei von Westen und eine von Osten her, gegen die Kammlinie eingeschnitten sind. Dadurch entsteht auch eine vertikale Gliederung des Kammes. Die zwei nach Westen schauenden Nischen heissen Tremettaz und Bonnefontaine und die östliche Tzuatzaux (vergleiche die Profile in Lief. XXII der Beiträge zur geologischen Karte).[2]) Vom Moléson fliessen nach allen Seiten Bäche talabwärts, deren Quellen in den Mergeln des mittleren Jura liegen. Zwei Bäche fliessen der Trême zu, nach Nordosten strömt die Albeuve, und nach Osten eilen Wasseradern der Marivue zu.

b. Gletscherspuren am Moléson.

Spuren lokaler Gletscher treten auf drei Seiten am Moléson in Form von Moränen und Karnischen auf, nämlich am Westabhang, auf der Nordseite und am Ostabhang.

Moränen sind von bedeutender Mächtigkeit am Westabhang vorhanden, wo sie vom R. de Mormotey bis zu seiner Mündung

---

[1]) Beiträge zur geolog. Karte, Lieferung XXII, Pl. XVI, Fig. 6.

[2]) a. a. O. Pl. III, Fig. 6; Pl. IV, Fig. 3 und 4.

in die Trême bis 1165 m in einem 30—40 m tiefen, 800 m langen Graben aufgeschlossen sind. Es kommen hauptsächlich helle Kalkgeschiebe mit Scheuerflächen und Kritzen vor. Kristalline Gesteine fehlen vollständig.

In 1323 m biegt eine jüngere Endmoräne bei der Hütte au Cheval brûlé um. Hier waren die beiden Quellgletscher noch vereinigt, die aus den beiden Nischen Bonnefontaine und Tremettaz stammten.

Aber schon in 1360 m liegt ein anderer Endmoränenwall und in 1400 m ein zweiter, unmittelbar nördlich von der Hütte au Mormotey in 1434 m. Sie gehörten dem südlichen Gletscher aus dem Tremettazkar an. Eine 45 m hohe Stufe oberhalb Mormotey führt zu einem ebenen, 200 m breiten Boden, der in 1479 m von einem halbkreisförmigen Schuttwall umschlossen wird. Dann folgt eine 100 m hohe Stufe zum schwach geneigten Boden der Tremettaznische. Wie auch aus Profil Fig. 3, Pl. IV, der Beiträge Lief. XXII erkenntlich ist, befindet sich diese Stufe nicht im Bereich der harten Malmkalkbänke, sondern in den Mergeln und Schiefern der Oxfordschichten.

Eine Endmoräne des Kargletschers von Bonnefontaine ist unterhalb der Stufe in 1410 m bei Gros Plané zu beobachten. Schutt liegt auch auf der Schwelle in 1800 m.

Am Nordabhang des Moléson zieht ein deutlicher Moränenwall von 1420 m gegen die Hütte Les Joux-devant in 1280 m hinab, der in 1400 und 1350 m trefflich aufgeschlossen ist. Weniger ausgeprägt ist die rechte Ufermoräne des kleinen Gletschers. Dieser besass früher wohl eine grössere Ausdehnung; denn von Les Joux-derrière zieht ein Wall gegen Punkt 1139 hinab.

Vom Nordostabhang führt die Albeuve die zahlreichen Seitenbächlein in schmalem, schluchtartigem Tal bei Greyerz der Saane zu. Der Saanegletscher hatte dasselbe bis zu 1200 m hinauf mit seinem Schutt ausgefüllt, wie an den Talgehängen zu beobachten ist. Zuoberst aber, in verbreitertem Talhintergrund, vereinigen sich in 1260 m zwei Wälle zu der Endmoräne eines lokalen Gletschers. Eine frühere Ausdehnung desselben ist durch Aufschlüsse in 1400 m südlich vom Petit Moléson erwiesen.

Am Ostabhang des Moléson reichte im Maximum der Würm-Eiszeit der Saanegletscher bis zu 1300—1340 m hinauf. Bis jetzt ist es mir nicht gelungen, hier Lokalmoräne unterhalb dieser

Grenze zu beobachten, dagegen reichte ein Lokalgletscher bis zu etwa 1350 m hinab, wie aus folgenden Tatsachen hervorgeht:

Die Hütte von Tzuatzaux-dessous, die in 1357 m steht, befindet sich im Gebiet der braunen Doggermergel, und diese sind bis über 1600 m hinauf durch Wildbäche erschlossen. Aber vom Ausgang des Kars bis zu 1360 m hinab liegen zahlreiche Blöcke hellen, kompakten Kalkes, der oben in der Malmzone ansteht. Diese Blöcke sind zum Teil in schlammigem Schutt eingebettet, der oberhalb der Hütte in 1480 bis 1370 m hinab aufgeschlossen ist. Obgleich sich von Punkt 1988 gegen Tzuatzaux hinab eine Steinschlagrinne zieht, glaube ich doch, den hellen Kalkschutt als Moräne eines lokalen Gletschers bezeichnen zu dürfen, der in 1357 m endete. Ich fand nämlich unter den Blöcken kantenbestossene und gescheuerte Geschiebe.

In einem späteren Stadium baute der Gletscher den Schuttwall auf, der in 1740 m bei der Hütte von Tzuatzaux-dessus einen ebenen, sumpfigen Boden umkreist. Eine kleine Wasserader, die von gelegentlichen Regengüssen gespeist wird, hat den Wall aufgeschlossen, in welchem sich gekritzte Geschiebe fanden. Das Kar von Tzuatzaux ist in Kreide- und Malmkalk eingeschnitten und besitzt talauswärts eine 400—500 m hohe Stufe.

Die Schneegrenze musste hier von 1650 auf 1850 m gestiegen sein. Dagegen verlangten die Gletscher am West- und Nordabhang eine tiefere Firnlinie; nach den Moränen auf der Westseite zu schliessen stieg sie allmählich von 1500 m auf 1650 und 1900 m.

c. Ergebnisse.

Nach den Erscheinungen am West- und Nordabhang zu schliessen, machten lokale Gletscher einen Vorstoss bis unter die obere Grenze der Hauptgletscher hinab. Dieser Vorstoss erfolgte also nach dem Maximum der Würm-Eiszeit. Schon an zwei Gebirgsgruppen konnten solche postglaciale Vorstösse von lokalen Gletschern beobachtet werden, an der Lyskette und an den Rochers de Naye. Auch für diese Gletscher wurde die Schneegrenze zu 1500 m angenommen, und es zeigte sich, dass dieser Vorstoss erst im Bühlstadium hatte erfolgen können, erst dann, als sich der Saane- mit dem Hongringletscher von Bulle zurückgezogen hatte. Wir könnten allerdings die Vorstösse der Molésongletscher auch in eine Rückzugsphase der Würm-Eiszeit

verlegen, unmittelbar nach dem Sinken der hochgehenden Eismassen der Hauptgletscher; aber mit Rüchsicht auf die bekannten Tatsachen rechnen wir die Vorstösse der Moléson-gletscher auch ins Bühlstadium. Im Gschnitzstadium lagen drei Gletscher in Karnischen, die sich über hohen Stufen befinden und in zwei Fällen einen ebenen Boden besitzen, der zum Teil von grossen Schuttkegeln bedeckt wird.

4. Vergletscherung der Dent de Corjon.

a. Orographie.

Die Dent de Corjon-Gruppe wird von Hongrin, Saane und Tourneresse auf drei Seiten umflossen und auf der vierten durch die Senke von Lécherette von den Flyschbergen des Etivazgebietes geschieden. Die ganze Gruppe bildet ein längliches Viereck. Der östliche Teil erhebt sich in der Mocausa-flyschzone im Sonlemont oder Monts-Chevreuils zu 1753 m; der westliche bildet einen Teil der Rochers de Naye-Vanilnoir-kalkkette. Wie auch aus Schardts Profilen ersichtlich ist,[1]) wölben sich hier eine grosse und eine kleine Antiklinale mit einer Synklinale. Die grosse Antiklinale ist bis auf den Lias aufgeschlossen; die beiden Schenkel aus oberem Jura erheben sich als Dent de Corjon zu 1969 m und als Planachaux zu 1920 m. Zwischen beiden liegt das Antiklinaltälchen von Crau, das durch den Torrent de Riz zur Saane hinab entwässert wird.

b. Gletscherspuren.

Am Westabhang der Dent de Corjon fliesst im Kreidesynklinaltälchen der T. des Châtelards mit grosser Stufe in den Hongrin. Dieser hat, wie früher erwähnt, Lokalmoräne aus diesem Tälchen aufgeschlossen, die andeutet, dass hier im Bühlstadium ein Gletscher lag. Dieser Aufschluss befindet sich auf dem linken Ufer des Hongrin in Punkt 1060 bei Preysaz-au-Maidzo; er enthält helle und rote Kalkgeschiebe; Flysch fehlt vollständig. Die Schneegrenze ergibt sich zu 1500—1600 m.

Am Südostabhang des Pt. de Planachaux endete ein kleiner Hängegletscher in 1350—1400 m bei Croset. Die Schneegrenze lag in 1600 m.

Von Bedeutung sind die Gletscherspuren am Nordabhang im Tälchen von Crau, das vom Torrent de Riz durchflossen wird.

---

[1]) Beiträge XXII, Tafel XVII, Fig. 2.

Dieses Tälchen zeigt im Unterlauf eine Stufe von 300 ‰ Gefälle mit enger, in Fels eingeschnittener Schlucht. Talaufwärts nimmt das Gefälle ab und die Breite zu.

Etwa 50 m über dem Spiegel der Saane enden in 900 m auf beiden Bachufern Moränenwälle, die ungefähr parallel zum Bach talwärts ziehen. Im Aufschluss südlich von 8 der Zahl 860 fand ich gekritzte Kalke, die der Dent de Corjon zu entstammen scheinen, und gerundete grössere Kalkblöcke in Glacialschlamm. Hornfluhgesteine, Couches rouges, Etivazflysch oder Nummulitenkalke fehlen vollständig. Besonders ausgeprägt ist der linksufrige Wall, der von der Hütte Les Riz Punkt 1172 herunterführt. In 1212 m steht die Hütte Traylassille auf einem jüngern Moränenwall, der gegen den Bach einbiegt und in 1010 m trefflich aufgeschlossen ist. Von 1200 m an bis 1424 m fliesst der Bach nicht mehr in Anstehendem, sondern in typischer Lokalmoräne. Dies ist namentlich von Punkt 1284 an ausgezeichnet zu ersehen. In 1424 m stehen die Hütten von Crau auf Endmoränen, die vom Bach durchschnitten sind.

Der Lokalgletscher konnte erst bis zu 900 m hinabsteigen, als der Saanegletscher das Greyerzertal verlassen hatte. Die Schneegrenze ergibt sich für den Riz-Gletscher in diesem ersten Stadium zu 1400—1500 m, später zu 1600—1700 m. Am Nordostabhang des Planachaux ist Moräne bis zu 1470 m hinauf erschlossen; sie enthält bis zu 1250 m Saanegletschergeschiebe; oben herrschen Lokalgesteine vor. Vielleicht ist es Moräne eines Lokalgletschers.

c. Zusammenfassung.

Am Massiv der Dent de Corjon stiessen drei kleine Gletscher nach Norden, Südwesten und Südosten in die Haupttäler hinab vor, zu einer Zeit, als die Hauptgletscher im Bühlstadium lagen und sich bis oberhalb der vierten Kalkzone, in der sich die Dent de Coron erhebt, zurückgezogen hatten. Für das Bühlstadium ergibt sich hier also eine Schneegrenze von 1500—1600 m. Am Nordabhang lag sie etwas tiefer.

5. Vergletscherung der Vanilnoirkette.

a. Orographie.

Die Vanilnoirkette ist ein mächtiges Massiv von 16 km Länge und 7 km Breite; der Grundriss zeigt ungefähr ein Rechteck,

dessen südliche und westliche Seite durch die Saane markiert wird. Im Norden bezeichnet das untere Jauntal die Grenze, und im Osten verläuft sie dem Lauf des Rio du gros Mont entlang hinauf und dem R. des Siernes-Picats gegen Château-d'Oex hinab.

Das Vanilnoirmassiv bildet im südlichen Teil eine einfache, gewaltige Antiklinale, in deren Kern die typische Echinodermenbreccie auftritt, von der wir in der Einleitung sprachen. Die Erhebungen im Norden sind Isoklinalkämme der äussern Antiklinale mit der Greyerzermulde.

Ungefähr in der Mitte des Massivs erhebt sich der Vanilnoir zu 2395 m. Von ihm aus zieht eine Hauptwasserscheide nach Süden über die Pointe de Paray zum Mont Cray. Nach Norden hin gabelt sie sich in zwei Bergkämme; der östliche trägt unmittelbar nördlich vom Vanilnoir die Dent de Folliéran und Dent de Brenleire und endet südlich von Charmey im Haucrêt. Der westliche Kamm findet seinen Abschluss in der Dent de Broc. Zwischen diesen zwei nördlichen Kämmen liegt das Erosionstal des R. de Motélon. Vom Vanilnoir fliesst nach Westen hin die Thaouna, die oberhalb Grandvillard stufenförmig mit schönem Wasserfall ins Saanetal mündet. Sie besitzt zwei Hauptquellbäche, den R. des Marais und den T. de Planriond. Nach Nordosten fliesst vom Vanilnoir weg in einer Kreidemulde der Rio des Morteys; in seinem Unterlauf nimmt er von rechts den R. de Paray auf, der von der Pte de Paray herunterstürzt.

Die Untersuchungen über die Spuren lokaler Gletscher lassen zwei Gruppen der letztern erkennen, nämlich erstens Talgletscher, die vom Mittelpunkt des Massivs nach Norden, Westen und Osten herabgeflossen sind, wie im Gebiet der Thaouna, im Motélontal und im Gebiet des R. des Morteys, und zweitens kleine Kar- und Hängegletscher im Süden am Mont Cray und im Norden an der Dent de Broc und am Haucrêt. Zur Besprechung gelangen vorerst die Spuren der Gletscher im Gebiet der Thaouna.

b. Die Gletscher im Gebiet der Thaouna.

Der rechte Quellbach der Thaouna, der R. des Marais, fliesst ohne bedeutende Seitenbäche in einem trogförmig profilierten Tal, das viel zu breit ist für den kleinen Bach, dabei ein grosses Gefälle und Talstufen besitzt. Aehnlich ist das Tal des linken

Quellbaches der Thaouna, des R. de Planriond gestaltet, der mehrere Quellbäche aus grossen Nischen erhält.

Wir marschieren von Grandvillard weg zum Wasserfall der Thaouna und von dort die Stufe empor nach Les Triots, dem Torrent de Planriond entlang hinauf in sein Quellgebiet, dann dem R. des Marais entlang abwärts wieder zum Ausgangspunkt zurück.

Typisches Moränenmaterial, in dem namentlich sehr häufig Liasgesteine als rötliche Breccie von Encrinus, Pentacrinus und Belemniten vorkommen, wie sie trefflich aufgeschlossen in dem Gewölbekern zu beobachten sind, findet sich mit einer Mächtigkeit von etwa 50 m bei Les Triots in 1043 m und auf mehr als 1 km Länge talaufwärts. Ich konnte weder Flyschgesteine, noch Hornfluhbreccie oder Nummulitenkalk entdecken. Besonders mächtig sind die Moränenablagerungen westlich der Hütte von Les Triots, wo sie ein in die harten Kalkfelsen eingeschnittenes Tälchen ausfüllen, das bis 880 m hinunterführt. Die Ausfüllmassen wurden durch gelegentliche Regengüsse teilweise hinuntergeschwemmt und zu einem 80 m hohen regelmässigen Schuttkegel abgelagert, der in 790 m aufruht.

1,5 km oberhalb Les Triots ist bei Gros-Monts-Martin eine lokale Endmoräne aufgeschlossen, und 0,5 km talaufwärts fliessen in 1234 m drei Quellbäche zusammen, von denen der mittlere von der Alp Planriond, der rechte von der Nische Tzavas und der linke von Fontaines in 250 m hoher Stufe herunterrauscht. In 1350 m liegen ausgesprochene Endmoränen des Planriond- und des Tzavasgletschers, die sanft geneigte Schuttkegel der Bäche einschliessen. Auf diesen grasbewachsenen Flächen stehen die Hütten von Liery-Musy und Liery-Odet. Oberhalb Liery-Musy steigt wieder eine Stufe, über die der Bach in Wasserfällen herunterstürzt, zu der Hütte von Tzavas empor, die in 1562 m auf einer Schwelle von Moränenwällen steht. Vier gewaltige Schuttkegel, die von der Pointe de Paray und dem Gros-Perro herunterkommen, füllen den Boden des Kessels beinahe ganz aus. Das Kar hat einen Durchmesser von 1,1 km, und die Schneegrenze des Kargletschers, der in 1562 m die Moränen ablagerte, dürfte in 1900 m gewesen sein.

Der Planriondgletscher, der in 1350 m bei Liery-Odet die erwähnten Moränenwälle schuf, hatte selbst hier noch zwei seitliche Quellflüsse; der rechte stieg vom Gros-Perro hernieder und

hinterliess Endmoränen bei Gros-Liery in 1460—1507 m; der linke entquoll einem Kar, das am Nordabhang der Arche de la Tornettaz eingesenkt ist. Dieser Kargletscher bildete bei Gros-Sador in 1570 m eine Endmoräne, die ein Seebecken von 100 m Länge umschliesst, und in 1640 m bezeichnet ein Moränenwall einen letzten Halt des kleinen Gletschers. Ein kleines Kar befindet sich nordwestlich von Sador bei Les Petites Fontaines, wo auch eine Moräne in 1500 m über einer Stufe von 250 m liegt.

1,1 km oberhalb von Les Triots erhielt der Planriondgletscher einen rechten Zufluss bei Petits-Monts-Martin aus dem Tälchen von Petzernetze, das in 220 m hoher Stufe ins Haupttal mündet. Im Seitental liegen in 1340 m Moränen, oberhalb welchen ein gleichmässig geneigter Talboden bis zu 1430 m ansteigt. Dann folgt wieder eine Stufe mit 600 ‰ Gefälle von 1430 auf 1686 m zur Hütte von Petzernetze, wo eine härtere Felsschwelle einen Talkessel nach unten abschliesst, in dem sich ein kleines Seebecken und ein Sumpf befinden. Unmittelbar unterhalb der Schwelle liegt Moränenschutt. Mit 630 ‰ Gefälle hebt sich die Talsohle von neuem zu einer Stufe von zirka 120 m, deren Schwelle in 1821 m liegt und zum Teil aus Fels, zum Teil aus Schuttwällen besteht. Letztere bilden zwei nebeneinander liegende Halbkreisformen, von denen die eine einen Sumpf, die andere einen kleinen See einschliessen. Diese Wälle würden den Endmoränen zweier Gletscher entsprechen, von denen der nördliche von der Dent de l'Ecrit, der südliche von der Pointe de Paray niedergestiegen wäre, ähnlich wie heute zwei grosse Schuttkegel dort anliegen. Die Schneegrenze müsste hier in 1900 m gewesen sein.

In den Planriondtälern können zwei Zonen der Moränenablagerungen unterschieden werden, eine untere, die von 1040 bis 1170 m reicht, und eine obere, in der sich von 1350 bis 1640 m solche häufen. Da sich die mittlere Kammlinie in 2230 m befindet, ergibt sich für die untere Zone der Moränen eine Schneegrenze von 1600 m, für die obere eine solche von 1900 m

Von Petzernetze gelangen wir in kurzer Wanderung zum obersten Talschluss des R. des Marais. Unmittelbar westlich vom Vanilnoir liegt die Nische von Bounavaletta in 1770 m oberhalb einer Stufe. Grosse Wälle von Kalkblöcken aller Di-

mensionen lagern über der Schwelle in Halbkreisform; sie umschliessen zwei ebene Niederungen, von denen die eine Sumpf ist, die andere in einem Becken Wasser enthält. In beide bauen sich Schutthalden vor. Auch unterhalb der Stufe, über die ein Blockwall hinunterführt, breitet sich bei Bounavaux in 1630 m ein ebener Boden aus. In 1520 m entspringt eine Quelle, die in Wasserfällen eine 200 m hohe zweite Stufe hinunterrauscht. Am Fusse dieser Stufe liegt ein Seelein, das in 1330 m von einem Endmoränenwall umgeben ist. Typische Aufschlüsse von Lokalmoränen folgen talwärts dem Ruisseau des Marais entlang von 1290—1120 m bei Les Baudes. Von 1110 m an bis unterhalb der Vereinigung des R. des Marais mit dem südlichen Parallelbach, dem Torrent de Planriond, zeigen Aufschlüsse gut gerolltes, aber nicht verfestigtes und nicht gekritztes Material von Lokalgesteinen. Diese als Schotter zu deutenden Ablagerungen der Lokalgletscher enden bei La Frasse in 900 m.

Wir haben also, von unten nach oben gehend, Schotter, Moränen in 1120—1330 m und Moränen von 1630—1770 m zu unterscheiden. Demnach muss die Schneegrenze von 1600 m auf 1800—1900 m gestiegen sein, daher auch der Rückgang des Gletschers.

In seiner grössten Ausdehnung war der Gletscher 3,5 km lang. Dagegen besass der südliche Gletscher im Tal des Planriondbaches eine Länge von 4,5 km, als er in 980 m bei Les Triots endete, weil, wie wir gesehen haben, sein Einzugsgebiet grösser war.

In welcher Beziehung standen nun die Thaounagletscher zum Saanegletscher? Darüber geben der Aufschluss von Chavuty in 1000 m, 5 km nördlich von Grandvillard, und das Erratikum am Nordabhang der Dent de Broc in 1300 m Auskunft. An der Dent de Broc fand ich helle Kalke bis über Kopfgrösse, die gerundet und gekritzt sind. Einem lokalen Broc-Gletscher können sie hier nicht zugeschrieben werden. Ich fasse sie auf als Moränenablagerung des Thaounagletschers, die im Maximum der Würm-Eiszeit vom Saanegletscher verfrachtet worden ist. Im Aufschluss von Chavuty bemerkte ich gleiche Kalke, und dort beobachtete Gilliéron roten Liaskalk mit Encrinus.[1]) Sie

---

[1]) Beiträge XVIII, S. 227.

sind identisch mit dem anstehenden Lias bei Lierry-Musy im Tal von Planriond. Aber auch in dem Moränenschutt des Saanegletschers oberhalb Estavannens in 840 m kommt diese Echinodermenbreccie vor. Anderseits fehlt in den lokalen Moränen und Schottern Saane-Erratikum vollständig.

Die Thaounagletscher konnten den Vorstoss erst nach Schwinden des Saanegletschers machen. Dies dürfte eingetreten sein, als der letztere sich bis Château-d'Oex zurückgezogen hatte, also im Bühlstadium. Die Depression der Schneegrenze aus diesem Stadium ergibt sich zu 900—1000 m. Dagegen betrug sie später nur noch 600—700 m, als die Moränen in 1600—1700 m abgelagert wurden. Daher können wir sie ins Gschnitzstadium verlegen.

Vorstehende Ausführungen lassen sich kurz wie folgt zusammenfassen: Im Gebiet der Thaouna machten zwei lokale Gletscher im Bühlstadium einen selbständigen Vorstoss, indem sie Moränen und Schotter 300—400 m unter der obern Grenze des Saanegletschers ablagerten. Noch im Gschnitzstadium fanden sich sechs kleine Kargletscher. Es kommen mehrere Kartreppen vor, die Seebecken bergen. Die Stufen sind 200—300 m hoch und sehr breit. Gewaltige Schuttkegel bilden sich durch Absturz am Fuss der Felswände an den Seiten der Täler und im Hintergrund der Karnischen.

c. Der Morteys-Gletscher.

Vom Vanilnoir senkt sich nach Nordosten hin das Synklinaltälchen Les Morteys, das in Kreide liegt. Aus demselben fliesst der Rio des Morteys, der in 1395 m mit einem Schuttkegel in einen breiten Sumpf mündet. Südlich von demselben erhebt sich eine niedere Schwelle mit der Sennhütte Verdaz, und von hier aus gelangt man in der Richtung nach Süden noch zu zwei andern sumpfigen Niederungen, aus denen der Bach als R. des Siernes-Picats abfliesst. Dieser bewegt sich vorerst im Streichen der Couches rouges zwischen der vierten Kalkzone und der Mocausaflyschzone; dann biegt er plötzlich um, und bei Siernes-Picats durchbricht er in südlicher Richtung die schmale Kette der Gastlosen in enger Schlucht. Am Ausgang derselben vereinigt er sich bei Praz-lieu mit dem R. de la Manche und mündet als R. de Flendruz in die Saane.

Nördlich vom Sumpf von Verdaz erheben sich mehrere rundgebuckelte Felsrippen, zwischen denen bei Beau Mont der Pfad in 1412 m die Passhöhe überschreitet und nach Norden hin ins Jauntal hinabführt. Von der Passhöhe aus erblickt man ein versumpftes, breites Becken von 1 km Länge vor sich, in welches von Osten her mehrere Bäche flache Schuttkegel aufgeschüttet haben. Diese Bäche vereinigen sich in zierlichen Serpentinen zum Rio du Gros Mont, der nach Norden abfliesst. Wo er die breite Niederung verlässt, hat das Tal einen trogförmigen Querschnitt. Hier streicht die Kette der Dent de Brenleire als senkrecht stehender Isoklinalkamm zur Hochmatt hinüber. In der Talsohle erhebt sich in diesem Streichen bei Punkt 1387 ein Felsrundhöcker, und nördlich davon stürzt der Bach mit 300 ‰ Gefälle eine 300 m hohe Stufe hinunter, l'Escalier du Mont. Von hier an ist das Tal des Rio du Gros Mont quer durch mehrere Kämme der vierten Kalkzone eingeschnitten.

Durch diese beiden Talfurchen, die in nordsüdlicher Richtung verlaufen, wird in vorteilhafter Weise das mittlere Jauntal mit dem mittleren Saanetal durch einen viel begangenen Saumpfad verbunden. Auf diesem Wege treffen wir in der Talsohle an vier Stellen Endmoränen an, die zeigen, dass der im Tälchen von Les Morteys gespeiste Gletscher nach zwei Seiten abgeflossen ist, nach Norden durch das Rio du Gros Monttal und nach Süden durch das Tal des Siernes-Picats.[1])

Oestlich von den Häusern gleichen Namens sind am Ausgang der Schlucht die bedeutendsten Moränenmassen aufgeschlossen, die durch das Mocausakonglomerat charakterisiert werden. Hier zieht ein Moränenwall auf dem rechten Ufer über Coulaz gegen Flendruz zu; er endet in 1030 m. In gleicher Höhe befindet sich ein Wall auf dem linken Ufer bei Derrière-l'Ainé. Auch bei Praz-lieu sind typische Aufschlüsse. Nördlich von Siernes-Picats ist Endmoräne des Talgletschers bei La Bamaz in 1270 m erschlossen. Oberhalb von La Bamaz liegen bei «Gete-des-Pierres» grosse Blöcke eines kleinen Bergsturzes.

Von bemerkenswerter Form ist das dritte Moränenvorkommen, nämlich unmittelbar südlich von der Passhöhe. Hier wird das Becken am Ausgang des Morteystälchens halbkreisförmig von Moräne umschlossen, so dass gegen Norden bei Punkt 1404

---

[1]) Vergl. auch Gilliéron, Beiträge XVIII, S. 238.

und im Süden bei Punkt 1392 eine bemerkbare Schwelle entsteht. Gegen die Hütte Verdaz bei Punkt 1392 ziehen von Westen zwei deutliche Wälle; sie sind auf der Karte mit den Punkten 1434 und 1419 bezeichnet. In einem Aufschluss bei der Hütte Verdaz fand ich typischen Moränenschutt mit gekritzten hellen Kalkgeschieben und Glacialschlamm. Flyschgesteine, Nummulitenkalke oder Hornfluhbreccie fehlen. Es wird hier das Ende des Morteysgletschers mit einer Schneegrenze von 1900 m gelegen haben. Der Depression von 650 m zufolge entspricht diese Ausdehnung dem Gschnitzstadium.

Das vierte Moränenvorkommen liegt im Rio du Gros Monttal, ungefähr 3 km nördlich von der grossen Stufe von Escalier du Mont. Hier ist bei Dom Hugon und bei Rouvenes-devant Moräne aufgeschlossen, die das Ende der Gros Montzunge des Morteysgletschers bezeichnet; aber die Wallform ist nicht mehr erkennbar, denn seitliche Schuttkegel der Wildbäche haben die Moränen zum Teil bedeckt.[1]) So breitet sich bei Dom Hugon ein grosser Schuttkegel aus, der aus dem Tälchen von Poutes-Palud stammt. Hier lag ein selbständiger Gletscher, wie zu zeigen ist. Am Ausgang des Gros Monttales ist in 1300 m auf der rechten Talseite Moräne bei Thoos aufgeschlossen, deren Ablagerung wir ins Maximum der Würm-Eiszeit versetzten.

Der Morteysgletscher, der eine Zunge bis nördlich von Flendruz hinabsandte, konnte dies erst im Bühlstadium des Saanegletschers tun, als dieser bei Château-d'Oex endete. Demnach kam er im Gschnitzstadium bis auf die Passhöhe in 1395 m.

Im Bühlstadium besass die nördliche Zunge noch einen Zufluss vom Nordwestabhang der Dent de Brenleire, aus dem Tälchen von Audèche. Im Gschnitzstadium baute aber hier ein lokaler Gletscher oberhalb einer hohen Stufe in zirka 1440 m selbständig Endmoränenwälle, auf denen heute die Hütte La grande Audèche bei Punkt 1469 steht. Damals befand sich die Schneegrenze bei Nordwestexposition in 1700—1800 m.

d. Der Paray-Gletscher.

Am Südostabhang der Vanilnoirkette, von der Dent de Bimis weg bis zur Becca de Cray, liegen acht trichterförmige

---

[1]) Vergl. auch Gilliéron, Beiträge XVIII, S. 238.

Nischen,[1]) von denen sich die grösste, mit einem Durchmesser von beinahe 2 km, unmittelbar südöstlich vom Vanilnoir gegen Siernes-Picats hinabzieht. Diese Nische wird vom R. de Paray entwässert, der genau in rechtem Winkel zum Streichen die Ketten durchmisst. Er entspringt als Quelle in 2060 m in einer kleinen Nische, dem Creux-de-Combe, und stürzt in 200 m hohem Wasserfall zur grossen Nische von Paray-Dorenaz hinab. Nach Schardt befindet sich die Quelle im Creux-de-Combe in unterer Kreide, die Steilwand mit dem Fall in oberem Jura; dann durchschneidet der Bach mittleren Jura, Lias, mittleren und oberen Jura und zu unterst wieder Kreide, um sodann in der Mocausaflyschzone in den R. des Siernes-Picats zu münden. Die grosse Nische weist zwei Stufen auf, in 1438 und in 1716 m. Auf der unteren stehen die Hütten von Béviaux-d'enhaut, auf der oberen diejenige von Paray-Dorenaz.

In dieser Nische muss in der Eiszeit ein Hängegletscher gewesen sein, der gewaltige Schuttmassen verfrachtet hat. Seine Moränen weisen keine Mocausageschiebe auf wie die des Morteysgletschers, der östlich von der Schlucht von Siernes-Picats geendet hatte.

Oberhalb der Schlucht stehen die Häuser auf Moränen, in denen Mocausa fehlt. Typisch sind Aufschlüsse bei La Clusaz und südlich davon bei Punkt 1251. Zahlreiche Blöcke liegen an der Mündung des R. de Paray bei «Pierres».

Bis zu den Hütten von Béviaux-d'enhaut ziehen sich mehrere jüngere Moränenwälle mit gekritzten Geschieben und grossen Blöcken hinab; sie sind in 1438 und 1500 m aufgeschlossen und deuten zwei Hängegletscher an, die sich hier vereinigten. Der eine stieg von Westen, von Paray-Charbon, herunter, der andere von Nordwesten, von Paray-Dorenaz.

Am Ostabhang der Pointe de Paray beginnt in 1810 m ein breiter Blockwall, der sich mehr als 1 km weit hin bis zur Hütte Paray-Dorenaz verfolgen lässt. Er besteht aus Kreide- und Malmblöcken, die teils mehrere hundert Kubikmeter enthalten. Ich fand in spärlichen Aufschlüssen zwar keine gekritzten, aber kantenbestossene Geschiebe und halte, im Gegensatz zu Schardt,[2]) den 20—30 m hohen Blockwall für Moränenschutt des immer kleiner gewordenen Parayglets chers. Die Schneegrenze lag in

---

[1]) Vergl. Abbildung Fig. 2, Pl. VIII, von Schardt, Beiträge XXII, 1887.
[2]) Beiträge XXII, Karte, 1887.

1900 m. Zwischen diesem Wall und den senkrechten Felswänden bauen sich regelmässig abgeböschte Schutthalden mit eckigem Absturzmaterial vor.

Der Paraygletscher konnte selbständig bei Siernes-Picats enden, als sich der Talgletscher, der Morteysgletscher, bis La Bamaz zurückgezogen hatte, also in einer späteren Phase des Bühlstadiums. Die für den letzten Halt bestimmte Schneegrenze von 1900 m weist auf das Gschnitzstadium hin, Depression 600—700 m. Aber zwischen beiden Stadien liegen noch Rückzugsmoränen in 1438 m.

e. Der Motélon-Gletscher.

Nicht nur nach Westen, Südosten und Nordosten, sondern auch nach Norden ist in der Eiszeit vom Vanilnoir ein Gletscher niedergestiegen, nämlich durch das Motélontal hinab. Wir haben schon auf Seite 84 angeführt, dass sowohl im Maximum als auch in den Rückzugsphasen der Würm-Eiszeit der Motélongletscher durch grössere Gletscher gestaut worden sein musste. Typischer Moränenschutt mit Glacialschlamm und gekritzten Geschieben ist bei La Gourmandaz bis zu 1100 m hinauf entblösst, also 180 m über der Talsohle. Die Ablagerung geschah in einer Rückzugsphase oberhalb der Talenge, die von der quer durch das Tal streichenden Kette der Dent de Broc verursacht wird.

Wandern wir 1,6 km von La Gourmandaz talaufwärts, so treffen wir bei Punkt 1018 au Pralet in der Talsohle einen ausgezeichneten Endmoräne-Aufschluss. Der Motélongletscher besass bis hier eine Länge von 5,5 km, war also als Talgletscher entwickelt. Er lag in einem Tal, das heute ein U-förmiges Querprofil aufweist und dessen untere Flanken von zahlreichen Schuttkegeln der Wildbäche bedeckt sind. Die Schneegrenze lag bei Nordexposition in 1500 m.

Der Gletscher erhielt aus mehreren Karnischen im Ursprungsgebiet und an den Seiten bedeutende Nahrung. In diesen Karnischen liegen Moränen jüngeren Datums.

Bis dahin, wo die Kurve 1200 den Bach schneidet, beträgt das Gefälle desselben ungefähr 50 ‰. Dagegen steigert es sich plötzlich talaufwärts zu 240 ‰. Das Tal weist also eine Stufe auf. Oberhalb derselben sind Endmoränen bei Varvallanaz in 1437 und 1570 m aufgeschlossen. Oestlich davon ist ein typisches kleines Kar eingeschnitten. Oberhalb einer 130 m hohen

Stufe steht die Hütte von Vernetta in 1564 m, und in 1620 m umschliessen zwei Endmoränen einen kleinen Sumpf. Mächtige Schuttkegel legen sich heute an die übersteile Karwand.

Genau in dem Punkt, wo die Kurve 1200 den R. de Motélon schneidet, mündet von rechts ein Bach aus der Nische von Porcheresse. Diese weist zwei Stufen auf, eine untere von 100 m und eine obere von 250 m. Oberhalb der letzteren liegt ein längliches Kar, parallel zum Streichen der Kette, die vom Vanilnoir über Dent de Folliéran und Dent de Brenleire zieht Deutliche Moränenwälle bekleiden den linken Abhang, und zwei biegen sich in 1670 und 1700 m einwärts und werden zu Endmoränen. Oberhalb der Karschwelle, die Rundbuckelform zeigt, liegt ein Sumpf in 1650 m, während in 1630 m eine grosse Quelle entspringt, die in schönem Wasserfall die Stufe hinunterstürzt. Am Nordwestabhang der Folliérankette reiht sich Schuttkegel an Schuttkegel in auffallender Regelmässigkeit und Mächtigkeit. Die Schneegrenze des in 1670 und 1700 m endenden Kargletschers lag in 1900 m.

Nördlich von der Dent de Folliéran ist ein halbkreisförmiges Kar in die Bergkette eingeschnitten, so dass diese zu einer Einsattelung erniedrigt ist, neben welcher sich die zwei erwähnten Gipfel erheben. Diese Nische weist auch zwei Stufen auf, die eine in 1670, die andere in 1530—1540 m. Die Karschwellen bestehen bei beiden aus Moränenwällen, die in 1532 m einen See einschliessen. Der lokale Gletscher lagerte noch eine ältere, ausgezeichnet gut erhaltene Endmoräne ab, die bei der Hütte Tissinivaz Punkt 1637 beginnt und in 1426 m aufhört. Der Bach, der in 1500 m entspringt, mündet unterhalb des Seeleins mit einem Gefälle von 350 ‰ ins Motélontal. Gewaltige Schutthalden füllen beinahe den ganzen obern Karboden aus.

Es können also im Gebiet des Motélongletschers zwei ausgeprägte Stadien unterschieden werden. In einem ältern lag ein Talgletscher in einem trogförmig profilierten Tal; in einem jüngern befanden sich vier kleine Kargletscher im Ursprungsgebiet oberhalb ausgeprägter Talstufen.

f. Kargletscher am Mont Cray.

Der Hauptkamm der Vanilnoirkette endet im Süden im Mont Cray (2074 m). Sowohl an dessen Westabhang wie auch

am Ostabhang sind Gletscherspuren zu beobachten. Kleine Gletscher lagen am Westabhang in Karnischen, am Ostabhang kamen Hängegletscher vor.

Aus drei Karnischen fliessen kleine Wasseradern auf der Westseite dem Torrent de Lessoc zu, der in 1369 m Moränenschutt aufschliesst. Dieser Schutt gehörte einem Gletscher an, der aus zwei Nischen herunterfloss, in denen Moränen jüngeren Datums liegen. Ein deutlicher Moränenwall endigt in 1750 m unterhalb der Schwelle des nördlichen Kessels. Im südlichen Kar steht die Hütte von Gros Linsert in 1739 m auf Moräne. Hier, wie in dem dritten Kar von En Tremont, bauen sich riesige Schutthalden von abgestürztem Gestein gegen die Mitte vor. In dieser Nische sind zwei Endmoränen in 1551 m zu erkennen.

Ein typisches Kar befindet sich 1,5 km westlich von der Becca de Cray bei Culan. Vor dem Karboden, dessen tiefste Stelle in 1615 m liegt, erhebt sich ein Hügel aus Fels und Schutt zu 1639 m, so dass zwei Ausgänge in 1620 m südlich und in 1630 m nördlich desselben vorhanden sind, die von Endmoränen bekleidet werden. Ein deutlich gebogener Wall umschlingt ein kleines Seebecken. Ein Abfluss fehlt heute. Der Kargletscher floss gegen Süden über das immer steilere Gehänge. Die Schneegrenze lag hier etwa in 1700 m, ebenso beim Gletscher von En Tremont und Linsert. Die höher gelegenen Moränen daselbst deuten ein Emporsteigen der Schneegrenze auf 1900 und 2000 m an.

g. Hängegletscher am Mont Cray.

Von den acht Nischen am Südostabhang der Vanilnoirkette befinden sich vier zwischen Becca de Cray und Pointe de Paray. Am Ausgang der nördlichsten erhebt sich in 1742 m die Hütte Combettes oberhalb einer 250 m hohen Stufe. Die breite, durchaus nicht tief zerschnittene Felsschwelle ist gerundet. Grosse Schutthalden bauen sich in 1900 m in dem kesselförmigen Talgrund auf.

Südwestlich von der Nische von Combettes sind die Trichter von La Leyvraz, Vausseresse und Les Tenasses eingeschnitten. Der Bach von La Leyvraz hat östlich von Château-d'Oex einen grossen Schuttkegel aufgeschüttet, auf dem sich die Häuser von Les Bossons befinden. Nördlich von denselben ziehen sich auf

beiden Seiten Moränenwälle dem Bache entlang, die in 1100 m enden und in 1154 m bei Coulaytes aufgeschlossen sind. Sie enthalten helle und dunkle Kalke, Couches rouges und Flyschsandstein. Dies sind Gesteine der nächsten Umgebung, und sie müssen von einem lokalen Gletscher verfrachtet worden sein. Trotzdem die Ablagerungen durch gekritzte Geschiebe charakterisiert sind, hat sie Schardt als cône de déjection gezeichnet.[1])

Die Schneegrenze des Leyvrazgletschers kann zu 1600 m angenommen werden. Da dieser Gletscher erst im Bühlstadium des Saanegletschers selbständig enden konnte, so ergibt sich für dasselbe auch eine Depression der Schneegrenze von etwa 950 m.

Ganz ähnliche Verhältnisse zeigen sich am Ausgang der Nische von Les Tenasses. Auf dem mächtigen Schuttkegel des Baches stehen die Gebäude von La Frasse. Am Weg, der von hier nach Combaz und Chanolin hinaufführt, fanden wir in 1030 und 1100 m typische Moräne von lokalem Charakter aufgeschlossen. Die Schneegrenze ergibt sich auch hier zu 1500 bis 1600 m, Depression 1000 m.

Man könnte geneigt sein, die Moränen von Chanolin und Coulaytes dem Saanegletscher zuzuschreiben. Allein es fehlt Nummulitenkalk vom Ursprungsgebiet aus den Hochalpen, es fehlt Flyschbreccie vom Gifferhornmassiv, es fehlt Hornfluhbreccie von den Hornfluhbergen, und endlich fehlt Mocausakonglomerat, das von rechts durch Seitengletscher hätte gebracht werden können. Aber alle diese Gesteine kommen bei Château-d'Oex in der Moräne der Talsohle vor.

Zwischen den beiden Hängegletschern, die nördlich und westlich von Château-d'Oex im Bühlstadium herniedergeflossen sind, muss auch ein dritter in der Nische Vausseresse gelegen haben. Der aus diesem Trichter führende Wildbach schüttete einen Schuttkegel auf, der von den meisten Gebäuden von Château-d'Oex bedeckt wird. Allein typische Moräne fehlt, so weit ich beobachtete.

h. Gletscher an der Dent de Broc.

Zwischen Saane und R. de Motélon zieht sich bis zur Dent de Broc eine Bergkette in nördlicher Richtung hin. Ihre nördlichsten Gipfel, Dent du Bourgoz, Dent du Chamois und Dent

---

[1]) Beiträge XXII, Fig. 2, Pl. VIII und Karte.

de Broc, sind schroffe, zackige Isoklinalkämme, die nach Nordosten streichen.

Zwischen diesen drei Ketten liegen zwei Tälchen, die ins Motélontal hinabführen. In denselben, den Tälchen von Coulaz und Les Groins, flossen Lokalgletscher, die nach dem Maximum der Würm-Eiszeit selbständig vorstiessen; ausgeprägt sind namentlich Moränenwälle im südlichen Tal von Coulaz, die schon Gilliéron anführt.[1]) Eine grosse Endmoräne führt bis zu Punkt 1128 hinab. Jüngere Wälle enden in 1220, 1290 und 1330 m; die Schneegrenze stieg von 1350—1500 m. Im nördlichen Tälchen lassen sich Lokalmoränen bis 1020 m, also 40 m über der Talsohle, hinab verfolgen, ferner bei Groins d'enbas bis 1200 m. Dieser Vorstoss konnte im Bühlstadium geschehen. Wie schon anderwärts, lässt sich die starke Depression der Schneegrenze von 1100 m auf Beschattung und Nordlage zurückführen.

Dagegen ist der Nordabhang der Dent de Broc frei von Spuren eines Lokalgletschers. Der Grund liegt wohl in der zu grossen Steilheit der Böschung,[2]) infolge der sich keine Kar- oder Firnnische bilden konnte, weil der Schnee als Lawine abstürzte. Dagegen sind hier steile, typische Wildbachtrichter eingeschnitten.

i. Kargletscher am Haucrêt.

Der Kamm, der sich von der Dent de Brenleire in nördlicher Richtung über Punkt 1888 zum Grand Haucrêt hinzieht und im Petit Haucrêt endet, wird zwischen Punkt 1888 und dem Grand Haucrêt durch eine tiefe Einsattelung von 1337 m gegliedert, auf der die Hütten von Poutes-Palud stehen. Sie ist tektonisch bedingt; denn sie liegt in weicheren Schichten der Antiklinale, die hier bis auf die Trias aufgeschlossen ist, und bildet die Fortsetzung des oberen Motélontales. Die Nische ist von Norden her gegen die Erhebung von Punkt 1888 eingeschnitten. Von dieser Einsattelung flossen zwei Gletscherzungen, die eine nach Westen, die andere nach Osten, in die Haupttäler hinab. Die östliche Zunge hat Endmoränen in 1020 m bei Fin de Dom Hugon und in 1220 m abgelagert, die durch den kleinen Bach trefflich aufgeschlossen sind. Sie enthalten

[1]) Beiträge XVIII, S. 240.

[2]) Vergl. auch E. Richter, Geomorph. Untersuchungen. S. 24.

nur dunkle und gelblich anwitternde Gesteine und ausgezeichnet gekritzte Geschiebe. Es fehlen Flyschsandsteine, Mocausakonglomerat, helle Kalke und Couches rouges, also die Geschiebe des Rio du Gros Montgletschers. Die westliche Zunge hat Moränenschutt in 1130 m abgelagert. Aber auch in 1330 m enden ausgeprägte Moränenwälle bei Le Revers, zwischen denen zwei kleine Sümpfe liegen. Der Gletscher kam aus einer Karnische, vor der sich in 1455 m ein jüngster Moränenwall befindet.

Gilliéron, der die Moränen in der Einsattelung ganz kurz beschreibt,[1]) glaubt, dass sie vom Gletscher des Gros Monttales abgelagert worden seien.[2]) Nach unsern Beobachtungen können sie nur dem Lokalgletscher zugeschrieben werden, und zwar konnte ein Vorstoss bis 60 m über der Sohle der beiden Haupttäler erst nach dem Maximum der Würm-Eiszeit, ja sogar nach den Rückzugsphasen gemacht werden. Dies war aber im Bühlstadium möglich, als im Gros Monttal ein Talgletscher bei Fin de Dom Hugon endete; denn bis hier hinab zieht sich die Moräne von Poutes Pallud, an die sich ein grosser Schuttkegel knüpft. Der Motélongletscher endete damals bei Pralet, so dass seine Mächtigkeit da, wo die westliche Zunge des Poutes Pallud-Gletschers herunterkam, gering war.

Die Schneegrenze dieses Lokalgletschers befand sich anfänglich in 1400 m und stieg auf 1600 m bei Nordlage. Die starke Depression der Schneegrenze von 1000—1100 m ist jedenfalls der nördlichen Lage zuzuschreiben. Wir erkennen aber, dass das Bühlstadium auch dieses Lokalgletschers als Vorstoss aufzufassen ist.

Am Nordabhang des Petit Haucrêt (1588 m) ist ein typisches, kleines Kar eingearbeitet. Zwei Moränenwälle liegen oberhalb einer 430 m hohen Stufe und umschliessen einen Sumpf, in welchen sich Schuttkegel vorbauen. Auf der Schwelle steht die Hütte Es Craux in 1314 m. Der Kargletscher besass eine Firnlinie von 1400 m.

k. Zusammenfassung.

Von der Vanilnoirkette flossen im Bühlstadium 15 selbstständige Gletscher herunter. Die Depression der Schneegrenze beträgt im Mittel 1000 m. Es gab 5 Talgletscher von 4—5 km

---

[1]) Beiträge XVIII, S. 271.
[2]) Beiträge XVIII, S. 238.

Länge, wie im Gebiet der Thaouna, im Motélontal und im Tal von Gros Mont, ferner Hänge- und Kargletscher.

Die Talgletscher lagen in breiten, trogförmig profilierten Tälern und besassen sowohl Seiten- als auch Ursprungskare. In denselben finden sich typische Moränen aus dem Gschnitzstadium. Denn bei dem letzten Halt betrug die Depression der Schneegrenze von 12 kleinen Gletschern 700 m.

Alle grösseren Täler weisen Talstufen auf, die sich nur zum Teil an härtere Schichten knüpfen. In der Vanilnoirkette finden sich 18 typische Kare, die Stufen von 200—400 m zeigen. Mehrere von diesen Karen sind Treppenkare. In ihnen liegen vier kleine Seebecken. Der Karhintergrund wird überall von mächtigen Schutthalden umsäumt.

6. Vergletscherung der Schopfenspitze.

a. Orographie.

Das Schopfenspitzmassiv bildet im Grundriss ein Dreieck; die Ostseite wird durch den Nüschelspass, die Südseite durch das Jauntal gebildet. Die Endpunkte sind Schwarzsee, Jaun und Charmey. Die dritte Seite liegt zwischen Charmey und Schwarzsee und entspricht dem Streichen der Ketten. Sie wird durch den Javroz und den Pass von Chesalettes gebildet. Auf der dritten Seite tritt der Ruisseau de l'Essert quer zum Streichen aus den Kalkketten heraus in die Flyschzone der Berra ein.

Wir können zwei Bergketten unterscheiden. Diese gehen einander in nordöstlichem Streichen parallel und sind 1,5 km von einander entfernt. Sie bestehen vorzugsweise aus senkrechtstehenden Malmbänken. Zwischen beiden Ketten liegt die Kreidesynklinale, welche die Fortsetzung der Greyerzermulde bildet.

Beide Ketten zeigen eine scharf gegliederte Kammlinie, die sich von der Mitte aus im allgemeinen nach aussen senkt. In der südöstlichen Kette erheben sich der Maischüpfenspitz (2088 m), Schopfenspitze (2108 m), Combifluh, Körblifluh (2106 m), Fochsenfluh und Spitzfluh.

Von der nordwestlichen Kette seien erwähnt Dent de Vounetz, Les Dents vertes, Patraflon (1919 m), Pointe de Bremingard und Ripazfluh. Von der Schopfenspitze zieht quer zum Streichen eine Wasserscheide zum Patraflon, und vom Maischüpfenspitz geht ein Grat zu den Dents vertes. Dadurch wird die Synklinale in drei Nischen zerlegt. Nach Südwesten führt die Senke der

Arpilles und Raveyres zum Jaunbach, nach Nordwesten die Nische Les Grands Morveaux zum R. de l'Essert und nach Nordosten der Breccaschlund zum Schwarzsee hinab.

Die ganze nordöstliche Abdachung des Schopfenspitzmassivs wird heute gegen den Schwarzsee hin entwässert, und auch in der Eiszeit flossen von hier Firnmassen dem Gletscher im Tal der Warmen Sense zu.

Aber am Nordwestabhang finden sich die Spuren eines selbständigen Talgletschers, des Javrozgletschers, und kleiner Hängegletscher, wie an der Dent de Vounetz. Auf der Südwestseite deuten die Karnischen von Les Arpilles eiszeitliche Vergletscherung an, und am Südostabhang sind sowohl in Karnischen als auch in Moränen die Beweise typischer Hängegletscher vorhanden.

b. Der Javrozgletscher.

Das Javroztal mündet westlich von Charmey von rechts ins Jauntal. Es liegt zwischen der Flyschzone der Berra und der vierten Kalkzone, ungefähr im Streichen der Ketten. Den Wasserreichtum verdankt der Javroz den zahlreichen rechtsseitigen Zuflüssen vom Südabhang der Berra. Der Hauptfluss selber entquillt dem Nordabhang des Patraflon, nördlich von der Schopfenspitze. Von links nimmt er einen grösseren Seitenbach auf, den R. de l'Essert. Das Javroztal ist breit; aber die Siedlungen liegen 70—90 m über dem Niveau des Flusses, der in engem Bett und gewundenem Laufe dahinrauscht. Er ist bei Valseinte in Moränenschutt eingeschnitten; unterhalb Cerniat hat er sich stellenweise auch in anstehenden Fels eingesägt.

Im Maximum der Riss-Eiszeit muss sich, wie wir aus der Verbreitung erratischer Geschiebe geschlossen haben, zeitweilig eine Zunge des Rhonegletschers von Westen her 6 km weit ins Javroztal hinauf erstreckt haben. Die kleinen Lokalgletscher vermochten wohl damals dem mächtigen Eindringling keinen bedeutenden Widerstand entgegenzusetzen.

Aber die Moränenmassen des Rhonegletschers sind im Vergleich zu dem Lokalerratikum im Javroztal ganz unbeträchtlich; sie markieren eine undeutliche Höhenlinie in 1250—1300 m; der lokale Gletscherschutt findet sich dagegen in grossen Massen in der Talsohle bis zu ungefähr 1000 m hinauf. Er ist gekenn-

zeichnet durch typische Liasgesteine, die nach Gilliéron[1]) in dem Zug anstehen, der vom Arsajoux über den Pass von Chesalettes gegen den Schwarzsee streicht. Sie sind teils vom Charakter der in der Einleitung beschriebenen Echinodermenbreccie, teils enthalten sie in dunkelm Kalk zahlreiche Petrefakten. Ferner finden wir in Javrozmoräne den grobkörnigen Berraflyschsandstein, der in Jauntalgletschermoräne fehlt. Ablagerungen des Javrozgletschers beobachtete ich auf dem rechten Ufer zwischen Valseinte und Cerniat bei Les Places und bei der Säge En Ladde in 1059 m, ferner bei der Kirche von Cerniat, bei Les Utzets in 1020 und 1012 m und bei Essertex in 1025 m. Diese Aufschlüsse deuten eine rechtsseitige Ufermoräne an. Derselben entspricht die Höhe von Moräne auf dem linken Ufer. Gegenüber von Valseinte erreicht sie bei Les Blanruz 1070 m, und terrassierte Gehängeleisten ziehen talwärts in 1010 m über Montgeroud gegen Les Pâles 1042 m. Zwischen dieser Ufermoränengrenze ist nun der Talboden mit Grundmoräne angefüllt. Bei Cerniat beträgt die Mächtigkeit 80 m; westlich von Valseinte bei Savoleyre ist sie 70 m hoch aufgeschlossen. Diese Massen gehen talabwärts in geschichtete Stauseebildung über, die durch den vorgedrungenen Jaungletscher bedingt worden ist.

Talaufwärts aber lässt sich die Moränenmasse zusammenhängend bis Valseinte verfolgen, wo keine Schichtung auftritt. Hier ist eine Endmoräne aufgeschlossen, auf deren rechtsseitigem Wall sich «la grosse Grange» befindet, während sich auf dem linken Ufer einige Moränenhügel bei Les Blanruz erheben. Demnach musste der Javrozgletscher hier einen längern Halt gemacht haben.

Auffallenderweise finden sich in allen diesen Aufschlüssen am Javroz abwärts und auf der rechten Talseite vereinzelte Geschiebe des Rhonegletschers, wie Valorsinekonglomerat. Es ist also Ausräumungsschutt aus früherer Bedeckung. Talaufwärts kommen zwei solche Geschiebe in Moräne der Talgletscher nur noch in 1300 m vor.

Mit Rücksicht auf die Phasen des Jaungletschers kann der Halt des Javrozgletschers bei Valseinte in die zweite Rückzugsphase gedacht werden. Damals flossen beide Quellgletscher, der Javroz- und der Essertgletscher, zu einer gemeinsamen Zunge

---

[1]) Beiträge XVIII, S. 121.

zusammen. Daher treffen wir heute noch die Spur einer eiszeitlichen Mittelmoräne, die sich als Dos d'Ane zwischen den zwei Bächen hinzieht, etwa 700 m weit, von Punkt 1025 bis Punkt 1022, wo sich endlich die Bäche vereinigen.

Dagegen befindet sich östlich von Punkt 1025 ein Moränenaufschluss, der zeigt, dass hier der Javrozgletscher allein endete. Die im Aufschluss beobachteten Flyschsandsteine beweisen, dass er noch einen Zufluss von der Berragruppe erhielt. Tatsächlich lässt sich am Südabhang derselben ein langgezogener Moränenwall verfolgen, der bei Praz à Bongard in 1321 m beginnt und über Les Echelettes gegen den R. des Féguelenes hinabzieht. Auf diesem Wall fand ich in 1280 m einen beinahe zentnerschweren Valorsineblock. Anderseits aber ist auch am Nordabhang des Patraflon bei Grattavache, nördlich von Le Bigitoz, in 1300 m ein typischer Lokalmoränenaufschluss. Die Schneegrenze lag hier bei Nordlage in etwa 1500 m, was eine Depression der Schneegrenze von 1000 m ergibt. Daher weisen wir diesen Halt des Javrozgletschers ins Bühlstadium.

Aber auch im Gebiet des R. de l'Essert finden sich noch Endmoränen aus dem Bühlstadium; zudem weist das Tal dieses Baches in den Oberflächenformen eigenartige Züge auf, die mit der eiszeitlichen Vergletscherung in Zusammenhang stehen. Im Oberlauf liegt eine breite, unruhig gestaltete Nische, Les gros Morveaux, von welcher eine Stufe von 200 m in das mittlere Talstück hinabführt. Dieses ist trogförmig profiliert, und mehrere Seitenbäche münden stufenförmig mit grossen Schuttkegeln ins Haupttal. Letzteres verläuft quer zum Streichen und ist also von Südsüdost nach Nordnordwest in Kreide, Malm, Dogger, Lias, Rauchwacke der Trias und nochmals in Lias eingeschnitten. Die Stufe von Les gros Morveaux knüpft sich an die harte Malmschicht. Der Talausgang liegt in der äussersten Liaszone, die vom Arsajoux gegen Chesalettes streicht. Der Bach verlässt das Tal in einer engen Schlucht, die er in diese Liaszone eingesägt hat. Aber das Tal besitzt noch einen zweiten Ausgang, der 130 m höher liegt als der heutige. Oestlich von der Schlucht erhebt sich nämlich ein kegelförmiger Felshügel, La Chaux au Cerf, 170 m über den Bach. Dieser Hügel bildet die linke Flanke einer breiten Einsattelung, die in 1175 m liegt. Der gerundete Grat trägt östlich von Punkt 1175 die Kapelle und den Hof von Pré de l'Essert und steigt dann nach Osten an. Das Tal des R. de

l'Essert ist also ein Erosionstal, das einen breiten, verlassenen und einen schluchtartigen, jungen Talausgang besitzt.

In dem breiten Talausgang von Pré de l'Essert findet sich Moränenschutt.[1]) Ein deutlicher Moränenwall zieht sich am Südabhang der Chaux au Cerf gegen den Bach hinab, wo ein typischer Aufschluss zu beobachten ist, und setzt sich auf dem linken Ufer talaufwärts gegen La Gite du Poyet Riond fort; auch unmittelbar unterhalb der Schlucht ist Moränenschutt aufgeschlossen. Die wallförmige Moräne bezeichnet das Ende eines kleinen Talgletschers, der im Bühlstadium von rechts durch Hängegletscher am Westabhang des Patraflon und von links durch Kargletscher gespeist wurde. Ein solcher lag in der Nische La Chaux du Vent, und daher stammen Moränenwälle, die gegen La Chapalleyre hinunterziehen. Ein anderer Kargletscher schuf Moränenwälle bei Tissinivaz-derrey in 1374 m.[2]) Oberhalb derselben beobachtet man zahlreiche Blöcke und kleine Schutthügel, die auf einen Bergsturz hinweisen. Noch heute kann man die Nische an der 300 m hohen Felsmauer bemerken.

Im Ursprungsgebiet des Essertgletschers und unterhalb der Stufe bauen sich zahlreiche Schuttkegel infolge Absturz des verwitterten Gesteins den Felswänden entlang auf. In der Nische Les gros Morveaux zeigt sich ausgeprägte Karrenbildung in den Kreidekalkschichten. Ein Abfluss ist nicht sichtbar, alles Wasser versickert in die Tiefe, und Moränenschutt fehlt.

c. Gletscher an der Dent de Vounetz.

Oestlich von Charmey münden zwei kleine Bäche mit Schuttkegel in die breite Talsohle, der eine bei Liderrey, der andere bei Les Arses. Der erstere entwässert den Südwestabhang des nur zu 1504 und 1564 m ansteigenden Arsajouxgrates, nördlich von der Dent de Vounetz. Der Bach fliesst im Streichen der Kämme, die aus unteren Jura und oberer Trias bestehen, und schliesst bei Punkt 970 in 1000 m östlich von Liderrey Moräne auf, die nur dunkle Schiefer- und Kalkgeschiebe und Gerölle von Rauchwacke aufweist. Demnach müsste hier ein Lokalgletscher mit einer Schneegrenze von etwa 1300 m geendet haben.

---

[1]) Vergl. auch Gilliéron, Beiträge XVIII, S. 239.

[2]) Auch von Gilliéron erwähnt, a. a. O., S. 238.

Bei Les Arses liegen, wie auch aus der Karte hervorgeht, unweit der Kapelle in 940 m mehrere grosse Malmkalkblöcke, von denen der eine haushoch ist, auf dem linken Ufer des Baches, der in 970—1000 m Moräne mit ausschliesslich hellen Kalkblöcken aufgeschlossen hat. Flysch fehlt ganz. Es handelt sich also um Lokalmoräne eines Gletschers, der direkt vom Nordabhang der Dent de Vounetz heruntergeflossen ist. Vieser Vorstoss konnte etwa damals erfolgen, als der Jaungletscher unweit Charmey endete. Die lokale Schneegrenze lag in 1350—1400 m. Deutlich ist die Lage der Gletscherzunge an dem breiten Bett zu erkennen, das quer durch die harten Rippen von unterem Jurakalk eingeschnitten ist. Im Ursprungsgebiet finden sich noch jüngere Ablagerungen. Am Nordwestabhang der Dent de Vounetz ziehen sich mehrere Moränenwälle gegen Gros Ganet bis 1280 und 1300 m hinab. Westlich von der Hütte bei Punkt 1333 umschliessen zwei Endmoränenwälle einen kleinen See in 1300 m.[1]) Hier lag ein Kargletscher mit einer Schneegrenze von 1400 m bei Nordexposition; die östlichen Moränen gehörten zu einem Gletscher, der bei Nordwestlage eine Schneegrenze von 1500 m besass. Diesen Moränen entsprechen in Höhe und Lage diejenigen des Kargletschers bei Tissinivaz-derrey, die wir zum Bühlstadium rechneten.

d. Gletscherspuren am Südostabhang.

Zwischen Schopfenspitze und Maischüpfen befindet sich ein im Grundriss ovaler Gebirgskessel von 0,75 km Länge. Senkrechte Felswände stehen auf drei Seiten bis 400 m empor. Riesige Schutthalden bekleiden ihren Fuss und füllen den ebenen Karboden fast vollständig aus. Talauswärts erhebt sich in Punkt 1666 eine 16 m hohe Schwelle, die teils aus Fels, teils aus Schutt besteht, und unterhalb derselben folgt eine 700 m hohe Stufe mit 450 ‰ Gefälle ins Jauntal hinab. Ein Bach, der in etwa 1200 m beginnt, mündet mit grossem Schuttkegel bei Zur Eich, zwischen Bellegarde (Jaun) und Villette (Imfang).

Oestlich von der Schopfenspitze liegt eine geneigte, 300 m breite Nische, die in der Eiszeit einen typischen kleinen Hängegletscher barg. Dieser verfrachtete Moränenschutt bis zur Unteren Jansegg in 1376 m hinab. Später lagerte er eine deutliche End-

---

[1]) Vergl. auch Gilliéron, Beiträge XVIII, S. 271.

moräne bei der Oberen Jansegg ab; sie ist in 1500 m aufgeschlossen. Heute ziehen sich lange Schuttkegel von Absturzschutt in dem obern Teil der Nische, genannt Combe, abwärts. Der Jansegg-Gletscher besass eine Schneegrenze von 1600—1700 m bei Südexposition. Nach der Depression der Schneegrenze von 900 m existierte er also im Bühlstadium.

Oestlich von der Jansegg zieht sich eine grössere Nische gegen Jaun hinab, die bei Punkt 1638 Grossbrunn eine Schwelle aus Moränenschutt oberhalb einer 250—300 m hohen Stufe aufweist. Auch hier konnte sich ein Gletscher bei einer Schneegrenze von 1700—1750 m halten.

Am Südostabhang des Körblispitz befindet sich ein winziges Kar in 1741 m, Körbli genannt, in welchem ein 200—300 m langer Gletscher eine halbkreisförmige Endmoräne oberhalb einer 300 m hohen Stufe ablagerte. Die Schneegrenze lag in 1800 m bei Südostexposition.

Die schönste Entwicklung eines Lokalgletschers vom Charakter eines Hängegletschers zeigt sich in der Einsattelung der Neuschels nördlich von Jaun. Die mächtigen Ablagerungen sind von Bedeutung für die Erkenntnis der Gletscherschwankungen im Jauntal. Aus dem Antiklinaltal der Neuschels fliesst nach Süden der Allmendbach, der einen ausgeprägten Schuttkegel auf Glacialschotter ausgebreitet hat, auf dem in 1030 m die Siedlungen von Jaun stehen. Unmittelbar oberhalb des Dorfes schneidet der Bach in anstehende triasische Rauchwacke ein. Dagegen schliesst er von 1100 m an aufwärts bis 1400 m Moränenschutt auf. In Punkt 1342 steht die Hütte Dorfallmend. Bis hierher ist das Gefälle 300 ‰; dann wird es bis zu 1450 m hinauf etwas schwächer, um von hier an in einen ebenen Boden überzugehen. Gilliéron glaubt, dass die Moränen bis zu 1350 m hinauf vom Hauptgletscher, also vom Jaungletscher, abgelagert worden seien.[1]) Nach unsern Beobachtungen liegen die Verhältnisse anders. Denn da der Jaungletscher der Hundsrückflyschzone entstammt, so ist er durch Flyscherratikum charakterisiert. Flysch fehlt aber im Allmendgebiet ob Jaun ganz. Wir können sehr deutlich Moränenwälle beobachten, die wie Bergrippen zum Bach hinabziehen. Die unterste Endmoräne ist in 1100 m aufgeschlossen, jüngere in 1160 m, 1200 m, dann in

---

[1]) Beiträge XVIII, S. 232.

1300 m bei Dorfallmend, ferner in 1450 m, wo der ebene Boden von mehreren Wällen umsäumt wird. Als der Allmendgletscher diesen Vorstoss machen konnte, musste sich der Jaungletscher bis oberhalb Jaun zurückgezogen haben, also im Bühlstadium. Der lokale Gletscher kam aus zwei Nischen zwischen Körblispitz und Fochsenflüh. Die kleinere Nische ist ein typisches Kar mit einer Felsschwelle in 1709 m. In beiden Nischen sind die regelmässig geböschten Schutthalden von kolossaler Entwicklung. Die Schneegrenze ergibt sich für die Moränen unter 1300 m zu 1500 m, für die höheren zu 1700 m.

e. Zusammenfassung.

Vom Massiv der Schopfenspitze flossen nach dem Maximum der Würm-Eiszeit selbständige Gletscher talwärts, ein Talgletscher, der Javrozgletscher, und mehrere Kar- und Hängegletscher mit einer Firnlinie von 1500—1600 m. Die Depression der Schneegrenze von rund 1000 m deutet das Bühlstadium an. Die Schneegrenze lag am Nordabhang 100—200 m tiefer als gegen Süden; von Einfluss war zudem die starke Beschattung durch 300 bis 400 m hohe Felswände.

Im ganzen Massiv befinden sich elf typische Kare; von diesen besitzen acht eine Felsschwelle mit Karren- und Karstbildungen; bei drei andern besteht die Schwelle aus Moränenschutt, und in einem Fall dieser Art wird dadurch ein Seebecken gebildet. In einzelnen hochgelegenen Karen des Breccaschlundes lagen, nach Hofmann, [1]) auch im Gschnitzstadium kleine Gletscher.

In allen Gletschernischen spielt die postglaciale Anhäufung von Absturzschutt eine grosse Rolle.

7. Vergletscherung der Stockhornkette.

a. Orographie.

Die Stockhornkette zieht sich ungefähr 25 km lang in west-östlicher Richtung vom Schwarzsee gegen den Thunersee hin. Tektonisch bildet sie die nordöstlichste Partie der vierten Kalkzone, die bei Villeneuve am Genfersee beginnt. Im Gegensatz zur Vanilnoirkette treten die Axen der beiden Antiklinalen näher zusammen, daher stehen die Gewölbeschenkel überall fast senkrecht, und sie bilden zumeist die bekannten zackigen Hörner,

---

[1]) Beobachtungen über Moränen im Bereich der Kaiseregg und des Breccaschlundes in den Freiburger Alpen. Mitt. der nat. Ges. Bern 1904, S. 7.

Flühe und Gräte. Die weichern Gesteine der nördlichen Antiklinale sind bis auf die Trias hinab erodiert, und daher findet sich hier eine tektonisch vorgezeichnete Talfurche, die im Westen zwischen Ochsen und Widdersgrind beginnt und nördlich vom Stockhorn endet. In dieser Richtung liegen die Talstücke Morgeten und Walalp. Zu dieser Furche parallel erheben sich eine nördliche und eine südliche Kette, deren Kammlinien ungemein stark gegliedert sind, so dass zwischen tiefen Einsattelungen zahlreiche Gipfel stehen,[1]) so in der nördlichen Kette: Ochsen, Bürglen, Gantrisch, Nünenenfluh, Hohmad und Walalpgrat; in der südlichen Kette: Mähre, Scheibe, Widdersgrind, Wanklifluh, Schwiedenegg und Stockhorn. Südlich von der eigentlichen Stockhornkette zieht sich eine dritte Kette hin, die bei Weissenburg beginnt und oberhalb Erlenbach in Stockenfluh und Brämen- und Mieschfluh endet. Zwischen Stockhorn und Mieschfluh liegt eine schmale Kreidemulde, die nach Westen hin, namentlich an der Kaiseregg, eine bedeutende Breite erreicht. Der Nordabhang der ganzen Kette wird hauptsächlich von Sense und Gürbe, zum kleinsten Teile vom Glütschbach im Nordosten entwässert. Am Südabhang sammelt die Simme von neun Bächen alle mit Ausnahme des westlichsten, des Oberbachbaches, der dem Jauntal zueilt. Drei Bäche, die der Simme zufliessen, durchbrechen im Unterlauf in schmaler Schlucht eine der erwähnten Ketten; es sind der Reidenbach, der Wüstenbach und der Bunschibach.

Ueber die eiszeitliche Vergletscherung der Stockhornkette hat schon Gilliéron viele Beobachtungen gemacht (Beiträge XVIII, S. 271—272) und jüngst im Kaiseregg-Gebiet W. Hofmann (Mitt. der nat. Ges. Bern 1904). Die folgenden Beobachtungen dürfen nur als vorläufige Mitteilungen betrachtet werden, die ich später zu ergänzen hoffe.

b. Gletscherspuren am Nordabhang der Stockhornkette.

Im Gebiet der Sense lassen die Spuren eiszeitlicher Gletscher zwei Rückzugsphasen der Würm-Eiszeit, Bühl- und Gschnitzstadium, erkennen. In den Rückzugsphasen lagen grössere Talgletscher in den Tälern des Sensegebietes; dies war im Gebiet der Gürbe nicht der Fall. Hier stürzen kurze Bäche, wie Gürbe,

---

[1]) Vergl. Gilliéron, Beiträge XVIII, Pl. II, III, X und XII.

Fallbach, Sulzgrabenbach, Rufigrabenbach und Stockerenbach, talwärts und vereinigen sich bei Blumenstein, um als Gürbe nordwärts zu fliessen. Alle diese Bäche stammen aus halbkreisförmigen Nischen; es sind teils Kare, teils Erosionstrichter. In mehreren Karnischen finden sich Spuren eiszeitlicher Gletscher.

Im Quellgebiet der Gürbe ziehen sich grosse Moränenwälle bei Tschingel bis zu 1200 und 1300 m hinunter. Damals wurde der Gletscher aus zwei Firnmulden am Nordabhang von Gantrisch und Nünenenfluh genährt. Beide Mulden befinden sich oberhalb einer 100—150 m hohen Stufe und werden halbkreisförmig von steilen Abhängen und Felswänden eingefasst. Es sind Kare. Das westliche der beiden Kare heisst Nünenenberg und weist sowohl linke Ufermoränen bei Punkt 1728 als auch Endmoränen bei der Alp Obere Nünenen in 1700 m auf.[1]) Die Schneegrenze war also von 1500 auf 1800 m gestiegen bei Nordexposition. Das östliche Kar trägt die Alp Oberwirtneren und ist ausgezeichnet durch gerundete Felsschwellen, die vom Bach durchsägt sind, und durch seine fast kreisförmige Gestalt. Wo die Karwand mit der Kette tangiert, befindet sich der Sattel Schwalmeren. Wie schon Gilliéron (a. a. O.) bemerkte, weist das Kar von Oberwirtneren wenig Moränenschutt auf. Dagegen wird der Fuss der Felswände von Absturzschutt bedeckt.

Westlich von der Hohmad entspringt in einer breiten trichterförmigen Nische der Fallbach, der oberhalb der Kirche von Blumenstein mit schönem Wasserfall in die Ebene mündet und der Gürbe zufliesst. In dem Fallbachtälchen lag in der Eiszeit ein kleiner Gletscher, der ausgeprägte Moränen an verschiedenen Stellen abgelagert hat, so vorerst oberhalb der Stufe in 1100 m, dann unterhalb und oberhalb der Hütten der Langeneggalp in 1170 und 1250 m. Eine typische Endmoräne ist in 1400 m bei Blattenheid aufgeschlossen. Hier vereinigen sich die zwei Quellbäche des Fallbaches; der linke entstammt einer ausgesprochenen Wildbachnische, dem Taubenloch, der rechte beginnt in 1610 m unterhalb der Stufe eines Kares, des Lägerli. Von demselben steigt man über eine 170 m hohe Stufe zur Schwelle eines höheren und kleineren Kares, Kessel, die aus grobkalibrigem Felsschutt besteht. Hier lag ein winziger Gletscher mit einer Schneegrenze von 1850 m bei Nordexposition

---

[1]) Vergl. auch Gilliéron, Beiträge XVIII, S. 254.

und im Schatten von 200 m hohen Felswänden. Der Fallbachgletscher besass, als er bei der Langeneggalp endete, eine Schneegrenze von 1500 m. Oberhalb Blattenheid liegen Blöcke eines Bergsturzes.

Zwischen Hohmad und Walalpgrat erhebt sich der Mentschelenspitz zu 2022 m, dessen Ostabhang das Quellgebiet des Rufigrabenbaches bildet. Zwei Quellbäche vereinigen sich im Rufigraben in 1130 m. Der linke kommt aus einer Nische, die in 1400 m eine Stufe mit ebenem Boden bei der Alp Winterloch aufweist. Unterhalb derselben schliesst der Bach Lokalmoräne auf, die schon von Gilliéron erwähnt wird, indem er sagt[1]: «Un couloir rempli d'éboulis récents, mais bordé de moraines latérales et aboutissant à un plateau où se trouve un petit lac temporaire.» Hier lag ein kleiner Hängegletscher. Der rechte Quellbach entblösst ebenfalls Lokalmoräne in 1200 m unterhalb vom Alpetli Punkt 1227. Die Schneegrenze lag in 1500 m.

Bis zu 1100 m hinauf reicht unterhalb der Mentschelenalp Ufermoräne des Aaregletschers aus der letzten Eiszeit, so namentlich am Riedhubel.

Am Nordostabhang des Stockhorns entspringt in einem Trichter der Feusibach, der bei Niederstocken einen grossen Schuttkegel aufgeschüttet hat. Er enthält die Geschiebe der Bachalp. Nach Gilliéron[2]) soll hier Moräne auf dem linken Ufer vorkommen; gemeint ist unter Bachalp wohl die Alp Unterbach in 1370 m. In den Quelltrichter des Feusibachs führt auch oberhalb einer 300 m hohen Stufe ein typisches kleines Kar hinab, das Kummli, an der Ostseite des Stockhornes. Es besitzt eine gerundete Felsschwelle in 1800 m. Die Schneegrenze des Feusigletschers lag in 1600 m bei Nordexposition.

c. Gletscherspuren am Südabhang der Stockhornkette.

In den Gebieten aller neun dem Südabhang entströmenden Bäche sind die glacialen Spuren noch deutlich erkennbar. Die Stockhornkette beginnt im Westen mit der Kaiseregg-Gruppe, und der westlichste Gipfel derselben ist das Källazhorn, das sich oberhalb Jaun zu 1971 m erhebt. Der nördliche und der nordwestliche Abhang der Kaiseregg wird von Zuflüssen der Sense,

---

[1]) Beiträge XVIII, S. 272.
[2]) Ebenda, S. 272.

die Südwestabdachung vom Oberbachbach entwässert. In diesen ergiesst sich am Südostabhang des Källazhornes ein winziger Bach, der vom Kühboden kommt; hier finden sich Spuren von drei eiszeitlichen kleinen Gletschern. Ein kleines typisches Kar ist am Südostabhang des Källazhornes eingeschnitten; denn ein halbkreisförmiger Moränenwall umschliesst einen ebenen, von abgestürzten Blöcken bedeckten Boden, auf dem in 1700 m die Hütte Källaz steht. Ein zweites Kar, der obere Kühboden 1818 m, liegt im Winkel, wo die Kühbodenflühe an die Kühspitzen der Kaiseregg stossen. Zwischen beiden Karen war ein länglicher Kargletscher, von dem in 1547 m beim mittleren Kühboden Moränen auf der Schwelle liegen, die vom Wässerchen durchsägt ist. Die Schneegrenze ergibt sich für das Källazkar zu 1800 m, für den mittleren Kühbodengletscher zu 1700 m und für den oberen Kühbodenkargletscher zu 1900 m. Da der obere Kühboden das Nährgebiet des grösseren Gletschers bildete, als dieser in 1547 m endete, können wir, entsprechend dem Hinaufrücken der Schneegrenze, zwei Stadien erkennen, Bühlstadium und Gschnitzstadium. In allen drei Nischen bauen sich grosse Schutthalden vor. Die Stufe beider Kare ist ausgeprägt. Sie fällt unterhalb des Källazkars mit 600 ‰ Gefälle 450 m tief hinab. Beim andern Kar beträgt das Gefälle 500 ‰.

Aehnlich wie an der Schopfenspitzgruppe streichen auch im Kaisereggmassiv zwei parallele Bergketten in nordöstlicher Richtung, zwischen denen eine tektonisch bedingte Mulde in alpiner Kreide liegt. In der nordwestlichen Kette erheben sich die stehengebliebenen Reste des senkrechtstehenden Malmschenkels: Teuschlismad, Kaisereggschloss und Stierengrat. Die Gipfel der südöstlichen Kette bestehen aus Kreide, nämlich: Schafberg, Rotenkasten, Küblisgrat und Langel. Beide Ketten, die im Mittel 2100 m hoch sind, werden im Südwesten und Nordosten durch einen ebenso hohen Grat verbunden. So zieht ein wenig gegliederter Kamm, die Kühspitzen, von der Teuschlismad zum Schafberg; ein längerer Grat mit zwei Einsattelungen und einem Gipfel, dem Widdergalm, verbindet den Stierengrat mit dem Langel. Auf diese Weise wird eine gewaltige Nische von 3 km Länge beinahe allseitig von 300—400 m hohen Gräten eingeschlossen. Nur ein Ausgang findet sich und zwar quer durch die südöstliche Kette zwischen Küblisgrat und Langel. Der Boden der Nische weist gerundete Felsschwellen mit Karren

und Dolinenseen auf, nämlich die zwei Walop-Seen in 1637 und 1614 m. Die Walopalp bildet mit den zwei Seen einen 1,5 km langen, quer zum Streichen herausgearbeiteten Trog. In diesen Trog münden mehrere Karnischen mit Stufen und Felsschwellen, die in 1800—1900 m liegen. Diese Nischen, wie Bunfeli, Stierenberg, Parwengi und Hinterer Berg, der Alp Kaiseregg bewirken auch die Gliederung der Kammlinie. Der Ausgang ist ein 300 m breites Tor mit gerundeter Felsschwelle, Auf der Egg, die sich oberhalb einer 460 m hohen Stufe befindet; diese führt zur Klusalp hinab. Von diesem breiten Talausgang gibt Gilliéron eine ausgezeichnete Abbildung.[1]) Unterhalb Klusalp durchsetzen noch zwei schmale Kalkketten das Tälchen; die eine zieht von der Dürrifluh zum Klushorn, die andere vom Bäderhorn zur Mittagfluh. Zwischen Dürrifluh und dem eigentlichen Kaisereggmassiv fliesst der Reidigbach zur Klusalp hinunter, der dann in einer «Enge» die Klushornkette durchschneidet und unterhalb Schwarzenmatt bei Reidenbach in die Simme mündet. Das Dorf Schwarzenmatt steht in 927 m auf der Endmoräne des Kaiserggletschers, wie schon Gilliéron erkannte.[2]) Später lagen noch kleine Kar- und Hängegletscher in der Kaiseregg-Walopalp-Nische. Spuren derselben wurden auch von Hofmann beobachtet.[3]) Für sicher gelten mir allerdings nur Moränen der hinteren Alp Kaiseregg in 1920 m und bei Hartmannswil am Nordosthang des Rotenkasten. Hier bemerkte ich Endmoränen, die in 1680 und 1740 m enden, während Hofmann solche in 1800 und 1840 m angibt. Ein Blick auf die Karte zeigt eine Einzelerhebung als Punkt 1826, und bis hier reichen gewaltige Schutthalden herab.

Auch am Bäderhorn liegen Moränen am Ausgang zweier Karnischen, aus welchen dem Kaiseregg-Gletscher Seitengletscher zugeflossen sind. Im Boveli endete ein Gletscher in 1616 m und auf der Fluhalp in 1639 m.[4]) Beide besassen eine Schneegrenze von 1700—1800 m.

Zwischen Boltigen und Oberwil mündet der Wüstenbach in die Simme; derselbe kommt aus einer im Oberlauf als Antiklinaltal entwickelten, im ganzen etwa 6 km langen Tal-

---

[1]) Beiträge XVIII, Pl. VIII, Fig. 1.

[2]) Beiträge XVIII, S. 257.

[3]) Beobachtungen über Moränen im Bereich der Kaiseregg etc..... Mitt. der nat. Ges. Bern 1904.

[4]) Wie schon Gilliéron bemerkte, Beiträge XVIII, S. 258.

furche, in welcher in 1200 m bei den Bunfalweiden und in 1400—1500 m bei der Aebialp lokale Endmoränen aufgeschlossen sind. Ueber die letzteren sagt Gilliéron[1]: «Dans la partie supérieure, à Aebi, deux moraines frontales soutiennent des lacs, et une moraine latérale droite, couverte de blocs, est aussi bien distincte.» Dieser durch einen typischen Endmoränenwall gestaute See befindet sich zwischen Vorderäbi und Aebialp in 1470 m. Damals endete hier ein kleiner Gletscher vom Ostabhang des Langel. Ein anderer Hängegletscher stieg zu dieser Zeit vom Nordosthang der Holzersfluh herunter, und von ihm stammt die «moraine latérale droite». Bis zum kleinen Stausee hin flogen zahlreiche Blöcke eines postglacialen Bergsturzes, der sich bei Aebialp ereignete. Die Hütte bei Punkt 1548 befindet sich unter 150 m hohen senkrechten Felswänden, und auf der linken Talseite erheben sich solche oberhalb der Schutthalden noch 300 m hoch empor.

Der Wüstenbachgletscher, der junge Moränen bei der Aebialp und den Bunfalweiden abgelagert hat, erhielt von links im Maximum der Würm-Eiszeit aus drei Karnischen, die sich in 1700 m vereinigen und mit einer gewaltigen Stufe von 514 m Höhe nach Süden münden, bedeutende Nahrung. Die Nischen liegen am Südabhang von Scheibe und Mähre und am Nordabhang vom Schafarnisch. Das Gestein ist Kreide; gerundete Felshügel und Schwellen sind häufig, ebenso Karren, spärlich dagegen Moränenschutt. Die hintere Richisalp zeigt in 1777 m auch ein winziges Seebecken. Moränenschutt am Schafarnisch in 1850 m lässt die Schneegrenze in 1950 m vermuten.

Ein ausgeprägtes Kar liegt zwischen Scheibe und Widdersgrind und öffnet sich mit einer gewaltigen Stufe von 650 m nach Süden. Der Karhintergrund wird von mächtigen Schutthalden verbaut; auf der Schwelle liegt dagegen der besterhaltene Endmoränenwall, der hufeisenförmig einen ebenen Boden umschlingt. Hier stehen die Hütten von Alpligen in 1700 m. Die Schneegrenze dieses Kargletschers ergibt sich zu 1900 m.

Am Südostabhang des Widdersgrind zieht sich eine sanftgeneigte Nische, die Domeren, bis zu 1560 m hinab; hier durchschneidet der Hüpbach eine typische Endmoräne und stürzt mit 510 ‰ Gefälle eine 660 m hohe Stufe gegen Oberwil hinunter.

---

[1]) Beiträge XVIII, S. 258.

Jüngere Endmoränenreste liegen in der Domeren noch in 1750 m. Rundbuckel und Wasserbecken kommen vor. Die Schneegrenze ergibt sich zu 1800—1900 m.

Beim Weissenburgbad vereinigen sich zwei Bäche, der Morgetenbach und der Bunschibach, deren Oberläufe in westöstlicher Richtung in einem Antiklinaltal liegen. Beide Bäche durchbrechen sodann zwei Ketten in zwei Talengen. Da wo der Morgetenbach das Antiklinaltal verlässt und jäh nach Süden biegt, stürzt er bei Punkt 1475 in schönem Wasserfall eine 200 m hohe Stufe hinunter, den Katzensprung. Unterhalb derselben liegt Moräne des Lokalgletschers,[1]) so bei Schöneboden 1235 m. Oberhalb der Stufe betreten wir ein bis 200 m breites Trogtal mit steilen, waldbewachsenen Abhängen. Fünf Karnischen münden über 200 m hoher Stufe ins Tal, das mit einem stufenförmigen Talschluss endet, der Riprechten. Hier liegen zwei Endmoränen des Morgetengletschers; die untere ist in 1620 m vom Bach aufgeschlossen, die obere umschliesst in 1780 m das Riprechten-Seeli. Vom Ochsen herunter floss aus dem Morgetenpochten ein kleiner Kargletscher, der Endmoränen in 1700 und 1836 m abgelagert hat. In den drei breiten Karnischen zwischen Widdersgrind und Wankfluh und in der oberen Morgeten beobachtete ich gerundete Felsrippen, aber wenig typisches Moränenmaterial, sondern nur Blockwälle ohne gekritzte Geschiebe. Wir erkennen also zwei Phasen des Morgetengletschers; einmal endete er als 4 km langer Talgletscher bei Schöneboden, sodann bildeten sich im Nährgebiet Kar- und Hängegletscher mit einer Schneegrenze von 1850—1900 m, Depression 700 m. Demnach weisen wir den Talgletscher ins Bühlstadium, die kleinen Gletscher ins Gschnitzstadium.

Der Bunschibach, der sich bei Weissenburg mit dem Morgetenbach vereinigt, hat zwei Quellbäche, den Walalpbach von Osten und den Talbergbach von Westen her. Beide fliessen einander gegen die Zügegg entgegen und treffen sich südlich von derselben unterhalb einer Stufe in 1130 m. Sowohl an der Westseite als auch an der Ostseite der Zügegg ist Endmoräne der lokalen Gletscher aufgeschlossen. Hier kam also von Westen her der Talberggletscher, dessen Nährgebiet in drei Firnmulden lag. Die zwei nördlicheren enden stufenförmig und weisen

---

[1]) Nach Gilliéron, Beiträge XVIII, S. 272.

typische jüngere Moränen auf. Aus der Nische von Unterthalberg floss ein Hängegletscher, auf dessen linksseitigem Moränenwall in 1448 m die Hütte steht. Unmittelbar nördlich davon endete bei Rüdeli eine Gletscherzunge, die noch die beiden Quellgletscher vereinigte. Aber höher gelegene Moränen deuten an, dass auch diese zwei Kargletscher, vom Thalberg und aus dem «Kessel», von einander getrennt waren.[1]) Ausgezeichnete Aufschlüsse liegen bei Oberthalberg oberhalb einer 100 m hohen Stufe in 1540 m und unterhalb der 180 m hohen Stufe von Schitterwang in 1530 m. Bis hierher erstreckte sich die Zunge des Gletschers aus dem länglichen Kar, «Im Kessel», in welchem viele gerundete Felsschwellen spärlichen Moränenschutt tragen. Die Schneegrenze des Thalberggletschers lag, als er bei der Zügegg endete, in 1500—1600 m, zuletzt war sie auf 1800—1900 m gestiegen.

Wie soeben erwähnt, lagerte der Walalpgletscher an der Ostseite der Zügegg Endmoränen ab. Die Gletscherzunge lag damals in einem 1,7 km langen Trogtal, das bei der Unterwalalp 350 m breit ist. In dasselbe bauen sich zahlreiche Schuttkegel der Wildbäche vor, die teils aus schmalen Erosionstrichtern, teils aus breiten Nischen stammen, in denen früher der Firn des Gletschers lag. Oberhalb des Trograndes gelangt man über 300 m hoher Stufe zu drei typischen Karen, die im Halbkreis den Talschluss umgeben, nämlich im Süden Oberstocken, im Osten Oberwalalp und im Norden Kühlauenen. Der Boden des Kars von Oberstocken wird vom Oberstocken-See eingenommen, dessen unterirdischer Abfluss unter einer 30 m hohen Felsschwelle in Spalten versiegt. Die Felsschwelle weist typische Rundbuckel mit Karren auf; sie knüpft sich an harte Malmkalke, während der See in der Kreidenmulde liegt, die zur Kaiseregg zieht. Eine andere Gestaltung zeigen die andern Kare wie die Oberwalalp. Hier zieht sich auf der Nordseite des Stockhorns von Punkt 1807 weg ein Moränenwall, der als Endmoräne oberhalb der Stufe in 1700 m vom Bach aufgeschlossen ist. Von typischer Form ist das Kar Kühlauenen, von dem Gilliéron sagt[2]): «Cirque avec deux moraines et un lac comblé.» Die beiden Kargletscher im Nährgebiet des Walaplgletschers verlangten eine Schneegrenze von 1800 m. Als die Zunge bis zur Zügegg reichte, musste die

---

[1]) Unsere Beobachtungen über Moränen in diesem Gebiet decken sich vollkommen mit denjenigen von Gilliéron, a. a. O., S. 272.

[2]) Beiträge XVIII, S. 272.

Schneegrenze in 1500 m gelegen haben, Depression 1000 m. Wir können also das Bühlstadium und das Gschnitzstadium bei Walalp- und Thalberggletscher unterscheiden. Im erstern endeten beide bei der Zügegg und waren 3 km lang.

Auf der Südseite des Stockhorns liegt ein ausgeprägtes Kar mit einem See in einem Felsbecken, dem Hinterstockensee in 1595 m. Der Abfluss ist unterirdisch. Daneben besitzt das Kar einen breiten trogförmigen Ausgang mit gerundeter Felsschwelle in 1634 m. Dieses Tor ist 150 m breit, und die beiden seitlichen Felsköpfe erheben sich senkrecht 200—270 m hinauf. Sie bestehen aus oberem Malm, während der Hinterstockensee wie der Oberstockensee in oberer Kreide liegen. Von der Schwelle in 1634 m führt eine 330 m hohe Stufe zu einem ebenen Boden hinunter, wo die Hütten von Klusi in 1306 m stehen. Dieser Boden wird von einer Endmoräne umsäumt.[1]) Talwärts hat sich der Wildenbach von Punkt 1306 an eine tiefe Furche eingeschnitten. Der Stockengletscher, der hier endete, besass eine Schneegrenze von 1650 m.

Der Grat, auf welchem sich das Stockhorn erhebt, setzt sich nach Osten bis zu den Nüschleten fort. Am Südabhang desselben befindet sich eine Karnische, deren felsige Schwelle von Moräne überlagert wird, die ein sumpfiges Becken in 1608 m umschliesst. Auf der Schwelle steht die Hütte Steinignaki. Die Schneegrenze dieses Kargletschers lag in 1850 m.

d. Zusammenfassung.

Im Maximum der Würm-Eiszeit wurde die Stockhornkette von grossen Eisströmen umflossen, im Osten vom Aaregletscher, im Süden vom Simmegletscher und im Südwesten vom Jaungletscher.

In den Rückzugsphasen und -Stadien machten lokale Gletscher von der Stockhornkette selbständige Vorstösse. Von derselben stiegen zwei grössere Talgletscher, die Sensegletscher, herunter, die zwei Rückzugsphasen, Bühlstadium und Gschnitzstadium aufwiesen. An der ganzen Kette besassen 30 Gletscher eine Schneegrenze von 1500—1650 m. Die Depression beträgt 900—1000 m. Demnach gab es im Bühlstadium fünf kleinere Talgletscher und 25 Kar- und Hängegletscher. In dem Nähr-

---

[1]) Nach Gilliéron, Beiträge XVIII, S. 272.

gebiete der Talgletscher lagen später 28 kleine Kar- und Hängegletscher mit einer Schneegrenze von 1800—1900 m. Der Depression der Schneegrenze von 600—700 m zufolge handelt es sich hier um das Gschnitzstadium.

In der Stockhornkette befinden sich oberhalb ausgeprägter Stufen 20 Kare, von denen mehrere kleine Seen bergen. Fünf solcher Seen werden von Moränen gestaut, fünf andere dagegen sind Felsbecken in der alpinen Kreide mit unterirdischem Abfluss. Mehrere Täler weisen Trogform und Talstufen auf. In den Trogtälern finden sich flache Schuttkegel zahlreicher Wildbäche, in den Nischen steile Schutthalden von eckigem Absturzschutt, sogar Bergsturzschutthaufen mit grossen Blöcken.

III. In der Zone der Gastlosen.

Die schmale Kette der Gastlosen zieht sich von Aigle im Rhonetal bis nach Boltigen im Simmental. Sie wird vom Jaunbach, vom R. des Siernes-Picats, von der Saane und vom Grand Hongrin durchquert, und daher können mehrere Gruppen unterschieden werden. Im Südwesten erheben sich zwischen Rhone und Grand Hongrin die Tour d'Ai-Gruppe und der Mont-d'Or. Zwischen Saane oder genauer zwischen dem R. des Siernes-Picats und Jaunbach zieht sich die so benannte Gastlosenkette hin, und zwischen Jaunbach und Simme ragt der Bäderberg empor. Orographisch ist der letztere eng mit der Stockhornkette verbunden, weshalb auch im vorhergehenden Abschnitt von den dortigen Gletscherspuren schon die Rede war; dagegen erfordern die Glacialbildungen der andern drei Gruppen gesonderte Betrachtungen, die mit der Tour d'Ai-Gruppe beginnen.

1. Vergletscherung der Tour d'Ai-Gruppe.

a. Beobachtungen am Nordwestabhang.

Die Tour d'Ai-Gruppe bildet tektonisch, nach Schardt,[1]) ein nach Nordwesten übergeschobenes Gewölbe, dessen Südostschenkel aus Malm die scharfen Zähne oder Türme trägt, die so charakteristisch sind, wie Tour d'Ai (2334 m), Tour de Mayen (2325 m) und Tour de Famelon (2141 m). Im Südwesten fällt das Massiv zum Rhonetal, im Südosten zum Ormonttal ab. Im Nordwesten wird es durch die Mocausaflyschmulde von den

[1]) Beiträge XXII, Pl. XVII, Fig. 5, 1887.

Rochers de Naye und dem Mont d'Arvel getrennt. In dieser Flyschmulde fliesst die Eau-froide nach Südwesten in die Rhone, nach Nordosten der Petit Hongrin in den Grand Hongrin. Der Petit Hongrin schliesst bei Monterel in 1250—1330 m Moräne des Lokalgletschers auf. Solche Moräne liegt auch in 1440 m unweit Punkt 1444 Jaquemin bei Barmaz am rechten Quellbach des Petit Hongrin, unterhalb der steilen Nische von Tanney. La Barmaz befindet sich in einer breiten Niederung, in welcher die Bäche Schuttkegel abgelagert haben. Ferner wird Moräne vom linken Quellbach oberhalb Punkt 1509 in 1540 m und bei Les Crétés in 1420 m entblösst. Das Vorkommen in 1540 m lässt sich nur dadurch erklären, dass im Maximum der Würm-Eiszeit eine Stauung der Lokalgletscher des Tour d'Ai-Massivs durch Rhone- und Hongringletscher stattgefunden hat. Das Lokalerratikum ist durch rote Kalkgeschiebe der oberen Kreide, Couches rouges, ausgezeichnet, die am Nordwestschenkel des Gewölbes und in der Flyschmulde bei Punkt 1495 und 1482 ansteht.

Auch die Eau-froide hat zwei Quellbäche, aber anders als beim Petit Hongrin kommt jeder aus einem kleinen See. Unterhalb derselben ist bei Folliaux in 1350 m, bei Ecluse in 1400 und bei Grand Ayerne 1441 m Lokalmoräne aufgeschlossen, die das Ende zweier Gletscher bezeichnen, entsprechend den beiden Quellbächen. Der grössere kam aus einer breiten, steilen Nische am Nordwestabhang der Tour de Mayen und Tour d'Ai. Unterhalb der 300 m hohen Stufe füllte er sodann ein Felsbecken aus, in dem heute der Lac-pourri liegt. Unterhalb der Schwelle, die zum Teil aus Flysch besteht, dämmte der Gletscher den Lac-rond in 1501 m durch eine Endmoräne ab.[1]) Vorher endete er bei Grand Ayerne und Ecluse, etwa 0,5 km nördlicher. Der kleinere Gletscher, der bei Folliaux in 1350 m Moränenschutt ablagerte, zog sich später bis 1500 m zurück, und hier staute er durch eine jüngere Endmoräne den Lac de Nairvaux in 1495 m.[2]) Dieser See befindet sich unterhalb einer steilen Nische vom Westabhang der Tour d'Ai.

Sowohl der Petit Hongrin-Gletscher als auch die beiden Eau-froide-Gletscher konnten sich bei einer Schneegrenze von 1600 m entwickeln. Da grosse Talgletscher, wie Rhonegletscher und

---

[1]) Schardt sagt von diesen zwei Seen: « L'origine de ces deux petits lacs est due à des barrages glaciaires ». Beiträge XXII, S. 393.

[2]) Vergl. Schardt, Beiträge XXII, S. 394.

Hongringletscher, im Maximum der Würm-Eiszeit an den Flanken der Rochers de Naye- und Tour d'Ai-Gruppe bis 1460—1500 m hinaufgereicht haben, konnten die Lokalgletscher erst in einem Rückzugsstadium selbständig enden.

b. Kare am Südostabhang.

Am Südostabhang der Tour d'Ai-Gruppe sind vier typische Kare eingeschnitten, von denen drei heute noch einen See in Felsbecken aufweisen, den Lac d'Ai in 1900 m, den Lac de Mayen in 1826 m und den Lac-Segray in 2068 m. Wo die halbkreisförmigen Karwände an die Kammlinie stossen, ist diese erniedrigt, so dass zwischen zwei Karen ein Gipfel in Malmkalk stehen geblieben ist. Diese Malmdecke, von welcher eine breite Rippe von der Tour d'Ai abwärts zieht und die also nur noch den Rest der früheren Ausdehnung bildet, wurde wohl von Kargletschern abgetragen, die ihr Bett zu einer rundlichen Nische vertieft haben, wie sie das Wasser in alpinen Gegenden nicht schafft. Heute ist der Fuss der Malmkalkwände von mächtigen Schutthalden umsäumt. Mangel an Zeit hinderte mich, Moränen unterhalb der Seen zu verfolgen. Das vierte Kar befindet sich am Ostabhang der Tour de Famelon. Hier endet eine steile Nische, Les Combes, in 1485 m in einen ebenen Boden, in dem sich ein Sumpf ausbreitet. Die Schwelle, Punkt 1478, ist vom R. du Sepey durchschnitten. In diesem Tälchen lag ein Gletscher, der sowohl auf dem linken Ufer bei Audon in 1600 m, also seitwärts oberhalb des Kars, als auch auf dem rechten Ufer in 1300—1374 m Moränenwälle abgelagert hat. Die Schneegrenze befand sich in 1650 m.

c. Zusammenfassung.

Die Kette der Tour d'Ai wird durch drei Nischen am Nordwestabhang und vier am Südosthang in mehrere zahnförmige Erhebungen gegliedert. Jede Nische weist eine Stufe auf, unterhalb oder oberhalb welcher sich ein Seebecken befindet. Diese sind zum Teil Felsbecken, zum Teil werden sie von Moränen abgeschlossen. Aus jeder Nische floss ein selbständiger Gletscher; diese haben nach der letzten grossen Eiszeit Moränen abgelagert. Die Schneegrenze kann im Mittel von vier Gletschern zu 1600 m berechnet werden. Da sich hier die heutige Schneegrenze etwa in 2600 m befinden müsste, so ergibt sich eine Depression von

1000 m. Die Entwicklung der Lokalgletscher fand also im Bühlstadium mit Rückzugsphasen statt.

Im Maximum der Würm-Eiszeit sind diese Gletscher zeitweise von den mächtigen Eisströmen im Rhone- und Hongrintal gestaut worden, deren Oberfläche sich hier in 1500 m befand.

2. Vergletscherung des Mont d'Or.

a. Orographie.

Nordöstlich von der breiten Gruppe der Tours d'Ai und Mayen erhebt sich die schmale Kette des Mont d'Or, von ersterer nur durch eine im Flysch liegende Einsattelung von 1662 m, Pierre-du-Moëllé, getrennt. Wie aus der Darstellung auf der geolog. Karte, Blatt XVII, und nach Schardt ersichtlich ist,[1]) bildet die Mont d'Or-Kette eine Klippe aus Malm,[2]) welcher sowohl im Liegenden wie im Hangenden zunächst Rauchwacke und Gips der Trias und dann allseitig Flyschsandstein anliegt. Die Kreide fehlt ganz. Der Kamm trägt im Südwesten den Gipfel Mont d'Or mit 2178 m, zieht dann zu Punkt 2185 und senkt sich langsam im Dorchaux zu 2044 m und endlich zu 1848 m. Alles Wasser versickert im Kalk, tritt dann in der Flyschregion als Quelle zutage, und da sich der Berg 4 km in nordöstlicher Richtung erstreckt, sind namentlich die nordwestliche und die südöstliche Abdachung wasserreich. Am Nordwestabhang fliessen drei Bäche nach Norden in den Grand Hongrin; auf der Südseite ziehen sich kleinere Wasseradern teils gegen den Sumpf von Les Mosses, teils in den R. de Raverettaz hinab. Im Norden und auf der Südostseite des Kammes sind Nischen eingeschnitten, die auf der Karte durch halbkreisförmig gebogene Kurven angedeutet werden.

b. Beobachtungen am Nordwestabhang.

Man kann unterhalb der nördlichsten Nische, die vom Dorchaux gegen Anteines hinabzieht, zu beiden Seiten des Baches Wälle beobachten, die bei den Punkten 1392 und 1341 am Talweg und in 1490 m westlich von der Hütte Punkt 1486 aufgeschlossen sind. Ueber Punkt 1486 zieht ein jüngerer Wall. Ueberall fanden sich gekritzte und kantenbestossene Kalkgeschiebe. In diesem Moränenschutt fehlt aber das Leitgestein

---

[1]) Beiträge XXII, Carte géolog. und Pl. XVII, Fig. 3.

[2]) Malm fehlt irrtümlicherweise auf der Karte von Heim und Schmidt.

des Hongringletschers, Flyschbreccie. Es sind also Moränen eines Lokalgletschers, der eine jüngste Endmoräne in 1560—1610 m abgelagert hat. Die Schneegrenze muss von 1600 m auf 1700 m gestiegen sein.

Westlich von der Nische des Anteinesgletschers liegt die doppelt so lange und breite orographische Mulde von Charbonnière. Sie wird nach unten immer enger. In 1243 m mündet der Bach aus diesem Tälchen in einem 40 m tief eingeschnittenen Graben in den Hongrin. Von Punkt 1359 an aufwärts verbreitert sich das Tälchen. Etwas unterhalb Punkt 1359 schliesst der Bach Moränenschutt auf, in dem grosse und kleine Blöcke aus Kalk und Flyschsandstein auftreten. Die dunkeln Kalke sind sehr deutlich gekritzt und poliert. Auch hier fehlen Etivazflyschblöcke, wie sie für den Hongringletscher charakteristisch sind. Es ist demnach Endmoräne eines kleinen, 2,5 km langen Lokalgletschers. Zu dieser Endmoräne führt auf dem linken Ufer eine Ufermoräne hinab, die sich beinahe zum Fuss des Mont d'Or zurückverfolgen lässt, nämlich bis zu Punkt 1705. Sie ist von Punkt 1572 an wallförmig und dort wie bei der Hütte Charbonnière Punkt 1658 trefflich aufgeschlossen. Trotzdem bis zu diesem Punkt die Kalkgeschiebe nur etwa 1 km weit verfrachtet wurden, zeigen viele doch eine vollendet schöne Politur und Kritzung. Von Punkt 1705 biegt ein zweiter Wall nach rechts ab und endet in 1576 m. Ein dritter Wall führt bis zu 1646 m. Von der Hütte bei Punkt 1658 bis zu Punkt 1705 liegt der Moränenschutt nur wenige Meter mächtig auf Gips, und da dieser an vielen Stellen aufgelöst ist, bietet sich ein äusserst unruhiges Landschaftsbild von Moränenhügeln und Gipsdolinen.

Von Charbonnière Punkt 1658 führt der Weg in südlicher Richtung zum Passe Pierre-du-Moëllé. Unterwegs hat man noch mehrere Wälle zu überschreiten, die von dem Mont d'Or nach Nordwesten gegen die Hütte Le Crot ziehen. Sie enthalten ungemein viele eckige Kalkblöcke; ich fand aber auch gekritzte Geschiebe. In 1690 m befindet sich ein stärker ausgeprägter Blockwall. Aus der breiten Mulde des Gletscherbettes fliesst heute kein Gewässer; denn der Boden ist auf viele hundert Meter Länge mit einem Blockmeer bedeckt. Am Fuss des Mont d'Or selber bauen sich kolossale Schutthalden mit regelmässiger Böschung vor. Diese Erscheinung tritt in auffallender

Weise rings um den ganzen Mont d'Or auf, namentlich im Hintergrund der genannten Nischen.

Von der Einsattelung der Pierre-du-Moëllé weg fliesst der R. de Leyzay nach Norden und mündet bei Jointe in den Hongrin. Der fast 4 km lange R. de Leyzay wird bis zur Mündung von Moränenschutt begleitet. Er hat zwei Quellbäche und einen linken grössern Seitenbach. Die beiden Quellbäche fliessen einander 1 km lang parallel; denn sie werden durch einen Moränenwall getrennt, der östlich der Pierre-du-Moëllé beginnt und an mehreren Orten aufgeschlossen ist, so namentlich bei der Hütte 1624. Der Aufschluss zeigt nur dunkle Kalke und Rauchwacke. Diesem Moränenwall geht auf dem linken Ufer des linken Quellbaches ein zweiter parallel, der zwar keine schöne Wallform zeigt, wohl aber typische Aufschlüsse. Sie enthalten Flyschsandsteine und gekritzte schwarze und rote Kalke von Malm und Couches rouges. Diese Geschiebe treten auf dem linken Ufer des R. de Leyzay noch in mehreren Aufschlüssen auf, wie bei Cergnettaz in den Punkten 1476, 1441, 1383 und bei Jointe in 1200 m. Die roten Kalke mussten von einem Seitengletscher gebracht worden sein, der aus der Nische von Leyzay am Grat Entre-deux-Sex Punkt 1794, nordöstlich von der Tour de Famelon, stammte. Auch auf dem rechten Ufer des R. de Leyzay beobachtet man Moränenwälle, die von Sur-Greyloz in 1420 m über Punkt 1283 und 1267 bis 1200 m hinabziehen, und Aufschlüsse wie in 1355 m. Blockwälle finden sich auch im Ursprungsgebiet in 1680—1700 m. Der Leyzaygletscher besass also bei einer Länge von 4 km zwei Seitengletscher; der linke kam von der Nische am Grat Entre-deux-Sex, der rechte vom Mont d'Or bei Le Crot. Die Schneegrenze lag damals in 1500 m, und die Entwicklung des Lokalgletschers war möglich, als der Hongringletscher in der ersten Phase des Bühlstadiums oberhalb Jointe endete. Auch der Leyzaygletscher weist Rückzugsphasen auf. Denselben zufolge stieg die Schneegrenze auf 1700, endlich auf 1800 m.

c. Beobachtungen am Südostabhang.

Eine ausgesprochene Karnische öffnet sich unmittelbar östlich vom höchsten Gipfel des Mont d'Or. Gewaltige Schutthalden böschen den Fuss der halbkreisförmig eingeschnittenen Felswände ab, und grosse Blockwälle ziehen sich links bis zu

Punkt 1626, rechts über Punkt 1714 zu Punkt 1563 hinab. Inmitten dieser Blöcke steht in 1656 m die Hütte von Larzay. Schardt zeichnet hier auf seiner Karte Bergsturzschutt. Die Landschaft erinnert lebhaft an die Umgebung des Bades von Schwefelberg. Aber dort wie hier gelang es mir, gekritzte und gerundete Geschiebe zu finden, wodurch die Moränennatur der Blockwälle erwiesen ist. Der Gletscher, der 1,7 km lang war, müsste eine Schneegrenze von 1850—1900 m gehabt haben. Aber es finden sich auch Spuren einer grösseren Ausdehnung des Gletschers. Die Nische mündet mit einer Stufe von 360 ‰ Gefälle oberhalb Comballaz ins Tal des Raverettazbaches. Westlich von Comballaz ziehen Moränenwälle in südlicher Richtung gegen Perrausaz und von Chaudet Punkt 1640 gegen La Gittaz Punkt 1389 hinab. Anlässlich der Strassenkorrektion von 1906 waren in mehreren guten Aufschlüssen hauptsächlich schwarze Kalkgeschiebe zu beobachten, zu denen sich bei Perrausaz Flyschbreccie gesellt. Diese beiden Gesteinsarten kommen auch in Moräne bei Chervex nordöstlich von Sepey vor.

Am Ostabhang des Dorchaux ist ebenfalls eine Nische eingeschnitten, in der ein Gletscher lag. Sie fällt mit einer Stufe von 100 m zu einem versumpften Boden ab, der von einem Moränenwall umgeben ist. Der Wall zieht sich bei den Hütten von Sonnaz von Punkt 1667 zu Punkt 1660 und enthält mehrere Aufschlüsse, in denen sich gekritzte Geschiebe fanden. Der Gletscher besass eine Schneegrenze von 1850—1900 m. Von Punkt 1660 zieht sich ein älterer Moränenwall in nordöstlicher Richtung bis 1550 m hinab. Ihm fliesst der Bach parallel, der an mehreren Stellen den Moränenschutt blossgelegt hat. Auf dem linken Ufer ist Moräne auch bei Punkt 1631 und 1616 zu beobachten. Demnach trug der ganze östliche Abhang des Dorchaux eine breite Firndecke. Unterhalb Punkt 1480 treten Blöcke von Flyschbreccie auf, die vom Hongringletscher verfrachtet wurden.

Wir fanden, dass die selbständige Entwicklung der Gletscher am Nordwestabhang des Mont d'Or in die erste Phase des Bühlstadiums fiel. Damals war die Mulde zwischen Mont d'Or und der Tornettazgruppe von Eis erfüllt, und der Sonnazgletscher floss mit dem Hongringletscher nach Norden und dann nach Westen; der Larzaygletscher musste dagegen nach Süden abschwenken und bei Sepey den Ormontgletscher, bei

Perrausaz den Raverettazgletscher berühren. Die Endmoränen oberhalb 1600 m weisen bei einer Schneegrenze von 1850 bis 1900 m auf ein Verweilen im Gschnitzstadium hin.

d. Zusammenfassung.

Vom Mont d'Or flossen im Bühlstadium drei Gletscher nach Norden und zwei nach Osten. Die Schneegrenze lag zuerst in 1500—1600 m und stieg, entsprechend den Rückzugsmoränen, auf 1800—1900 m. Im Gschnitzstadium befanden sich hier noch vier kleine Gletscher bei einer Schneegrenze von 1850—1900 m. Die Gletscher lagen in deutlichen Nischen, die in das Massiv eingeschnitten sind. Heute legen sich namentlich im Hintergrund der alten Gletschernischen steile Schutthalden von abgestürztem Material an die nackten Felswände.

3. Vergletscherung der Gastlosen.

a. Orographie.

Die Kette der Gastlosen bildet zwischen Siernes-Picats und Weibelsried östlich von Jaun einen zusammenhängenden Grat von 14 km Länge und 1 km Breite. In einem Abstand von 2 km streicht parallel zu demselben die Vanilnoirkette, die sich über die Hochmatt und den Rückberg zur Kaiseregg zieht. Zwischen den Gastlosen und der Vanilnoirkette liegt die Mocausaflyschzone; südöstlich von den Gastlosen erheben sich breite, rundliche Berge in der Hundsrückflyschzone. Acht steilwandige, zackige Gipfel stehen in der Kette der Gastlosen wie riesige Mauern da,[1]) nämlich Gastlosenspitze, Sattelspitzen, Birrenfluh, Wandfluh, Amelier, Dent de Ruth, Dent du Savigny und Dent de Combettaz. Von dieser Kette führen zwei wasserscheidende Kämme quer zum Streichen nach Nordwesten zur Fortsetzung der Vanilnoirkette hinüber. Diese Kämme — der nördliche zweigt bei den Sattelspitzen ab — bestehen also aus Mocausaflysch, und sie bilden mit den beiden Hauptketten zwei grössere Nischen; in der nördlichern liegt das Gebiet des Sattelbaches, in der andern dasjenige des Montbaches. Auf der Südostseite führt eine Wasserscheide zum Hundsrück und zum Hugeligrat hinüber, und nördlich von der Dent de Combettaz zieht sich ein unregelmässiger Kamm nach Süden zum Flysch-

---

[1]) Vergl. Bild Fig. 2, Taf. VII, von Gilliéron, Beiträge XVIII.

berg Les Rodomonts hin. Zwischen demselben und dem Hugeligrat ist La Vallée des Fenils eingeschnitten, westlich von Les Rodomonts La Vallée de la Manche. In der Eiszeit lag zwischen den Gastlosen und dem Hundsrück das Quell- oder Nährgebiet des Jaungletschers. Aber von den Gastlosen gingen noch andere selbständige Gletscher nieder; sie konnten jedoch erst ungehindert vorstossen, als die grossen Eisströme, der Jaungletscher im Norden und der Saanegletscher im Süden, von ihrer Mächtigkeit und Länge verloren hatten, also etwa im Bühlstadium. Damals endete ja der Jaungletscher als 6 km langer Talgletscher zwischen Jaun und Abläntschen, der Saanegletscher bei Château-d'Oex. Zwei grössere Gletscher flossen im Norden gegen das Jauntal hinab, der Sattelgletscher und der Montgletscher, und zwei andere nach Süden, die Glaciers de la Manche und des Fenils. Ausserdem kamen noch kleine Hängegletscher an der Gastlosenspitze, an der Dent de Combettaz und an der Hochmatt vor.

b. Der Sattelgletscher.

Durch den Sattelbach werden südlich von Jaun in 1200 m bei Kleinrückli Moränen des Sattelgletschers aufgeschlossen,[1]) der etwa 3 km lang war. Er besass damals drei Firnmulden am Kamme, dem Brendel, der von den Sattelspitzen zum Rückberg hinüberzieht. Alle Mulden münden stufenförmig und sind in Flysch eingeschnitten. Oberhalb der Stufe von Untersattel liegt in 1519 m eine jüngere Endmoräne. Die Schneegrenze muss von 1500 auf 1750 m gestiegen sein. Gewaltige Schutthalden bilden die einförmigen Abhänge des Stillwasserwaldes.

c. Der Montgletscher.

Der zweite Kamm, der von den Gastlosen zur Vanilnoirkette zieht, verbindet die Dent du Savigny mit der Einzelerhebung der Hochmatt. In der dadurch entstandenen rechteckförmigen Nische zwischen Sattelspitzen, Birrenfluh, Wandfluh, Dent de Ruth und Dent du Savigny einerseits und Hochmatt und Rückberg anderseits lag das Nährgebiet des Montgletschers, dessen Bühlstadium, als er bis Imfang ins Jauntal vorstiess, wir bereits kennen gelernt haben. Im Nährgebiet liegen auch Moränen eines jüngeren Stadiums, und zwar deuten sie drei

---

[1]) Gilliéron schreibt sie dem Jaungletscher zu, Beiträge XVIII, S. 232.

kleine Kar- oder Hängegletscher an. Ein Kargletscher erfüllte die Nische zwischen Wandfluh und Amelier. Auf der Moränenschwelle, ausgezeichnet durch grosse Kalkblöcke, die einen ebenen Boden aussen umgeben, steht in 1515 m die Hütte Rachevi. Zwischen Wandfluh und Birrenfluh endete in 1530 m ein anderer Kargletscher. Von mächtiger Ausdehnung sind aber die Blockwälle des Hängegletschers, der am Nordwestabhang der Dent du Savigny und der Dent de Ruth lag. Zwei grosse Blockwälle enden bei den Hütten von Félésimaz, ein unterer bei Punkt 1537, der obere in 1616 m. Hier fand ich typische, gekritzte Geschiebe. Ein dritter, aber kleiner Wall liegt in 1779 m. Die Schneegrenze ergibt sich zu 1800—1900 m.

d. Le Glacier des Fenils.

Am Ausgang des Tales des Fenils liegt bei Theilegg südlich von der Griesbachsäge Moränenschutt, der, wie wir Seite 58 ausführten, sowohl Gesteine aus dem Griesbachtal wie auch Geschiebe des Saanegletschers enthält; nördlich davon sind Aufschlüsse hinter dem Diabasblock, die nur lokalen Charakter tragen, so bei Punkt 1122. Talaufwärts begegnet man Moränenwällen, die bei Punkt 1314 und bei Bétays aufgeschlossen sind. Im Quellgebiet des Griesbaches beobachtete ich Spuren von zwei kleinen Hängegletschern und einem Kargletscher. Die erstern flossen südlich von der Dent du Savigny nach Südosten; der kleinere Gletscher lag in der Nische Grande Merzeire, wo bei Punkt 1753 oberhalb einer deutlichen Stufe ein Moränenwall vom Bach durchschnitten ist; Moränen des grössern ziehen sich bei Petite Merzeire bis zu 1600 m hinab. Das Kar befindet sich zwischen Dent de Ruth und Amelier und ist von typischer Form. Zwei Endmoränen werden in 1800 m bei Grubenberg vom Bach durchschnitten, der einem hinter den Schuttwällen liegenden Sumpf entspringt. Der Bach stürzt in mehreren Fällen eine 200—240 m hohe Stufe hinunter.

Der Fenilsgletscher stand im Bühlstadium mit dem Saanegletscher bei der Theilegg in Berührung; die Moränen oberhalb 1300—1500 m datieren wohl aus Rückzugsphasen desselben. Die kleinen Hänge- und der Kargletscher verlangten eine Schneegrenze von 1900 m.

e. Le Glacier de la Manche.

Das Tal de la Manche, das sich nördlich von Flendruz gegen das Saanetal hin öffnet, besitzt zwei Ausgänge, einen heute vom Bach benutzten 90—100 m tiefen Graben und eine breite Trockenrinne, die gegen den Weiler Culayes hinabführt. Sie liegt etwa 90 m höher als der Bach. Oestlich von Culayes ist bei Combaz in 1120 m Moräne aufgeschlossen, die lokalen Charakter trägt, namentlich durch rote Kalke und Flyschsandstein charakterisiert. Südlich von Culayes fand ich in 1100 m unter gleichen Gesteinen vereinzelt auch Flyschbreccie, die in der Niesen-Etivazflyschzone ansteht. Der Manchegletscher stand demnach mit dem Saanegletscher in Berührung, als dieser bei Château-d'Oex endete, zugleich auch, nach den Aufschlüssen von Praz-lieu und La Manche zu urteilen, mit dem Gletscher aus dem Tal des Siernes-Picats. Jüngere Moränen des Manchegletschers sind in 1200 m bei Planche, in 1240 m bei Siernes es Fennes und bei Punkt 1216 in 1200 m am Bach aufgeschlossen.

Im Nährgebiet des Glacier de la Manche finden sich typische Endmoränen unterhalb mehrerer Nischen, in denen kleine Hängegletscher lagen. Ein solcher stieg vom Rodomont (1882 m) gegen Ecoumandons hinunter; dort zeigen die Aufschlüsse hauptsächlich Flyschgesteine. Von der Dent de Combettaz gingen drei kleine Hängegletscher nach Südosten herunter; der eine kam aus der Nische Grosse Combe; der südlichste schuf bei Mulneraz in 1562 m eine halbkreisförmige Moräne, die einen ebenen, versumpften Boden umspannt. Typische Aufschlüsse der beiden andern Gletscher sind bei Petits-Craux in 1550—1600 m. Unter dem Gletscherschutt schneidet der Bach in Flysch ein. Die Schneegrenze dieser Gletscher lag in 1800 bis 1850 m. Mit Unrecht zeichnet Schardt[1]) auf seiner Karte die Aufschlüsse von Petits-Craux nur als Flysch und denjenigen am Talausgang Punkt 1124 als Moräne.

f. Spuren kleiner Hängegletscher.

Die Dent de Combettaz (2086 m) wird durch den Einschnitt Pertet à Bovay in 1800 m von der Dent du Savigny getrennt, die zu 2255 m ansteigt. Der Einschnitt Pertet à Bovay ist der

---

[1]) Beiträge XXII, Karte, 1887 (Punkt 1122).

Ausgang einer in die Hundsrückflyschzone eingeschnittenen kleinen Karnische, von der ein ganz kleiner Gletscher nach Westen abgeflossen war. Er bildete die rechte Flanke eines breiteren Hängegletschers, der einen deutlichen Endmoränenwall bis Punkt 1609 Persogne geschaffen hat. Ausserhalb desselben ist Moräne westlich Punkt 1678 in 1640—1650 m aufgeschlossen, südlich von Festu-devant. Ein zweiter Hängegletscher lagerte Moränenwälle bei Grelettaz in Punkt 1453 und Rodosex in 1500 und 1580 m ab. Auf denselben liegen Blöcke eines kleinen Bergsturzes, dessen Nische sehr deutlich zu erkennen ist. Ein dritter schmaler Gletscher floss gegen Les Sauges zu Punkt 1437 hinab. Diese kleinen Gletscher lagen noch im Firngebiet des Morteysgletschers, als er im Bühlstadium unterhalb Sciernes-Picats endete. Ihre selbständige Entwicklung fällt demnach ins Gschnitzstadium.

Die Gastlosespitze ist die nördlichste Spitze der Gastlosen südlich von Jaun. An ihrem Nordabhang flossen mehrere Gletscherzungen talwärts. Diese lagerten deutliche, blockreiche Wälle ab; der eine zieht von Schortriz gegen Hintere Pelarda[1]) zu Punkt 1342, ein anderer gegen Punkt 1422 hinab. Ein typischer Aufschluss befindet sich bei Punkt 1507. Moränenschutt liegt ferner bei Musersbergli in 1533 m. Die Schneegrenze lag in 1700 m bei Nordexposition.

g. Die Hochmattgletscher.

Die Hochmatt gehört geologisch zur Vanilnoirkette, morphologisch dagegen zu den Gastlosen; denn mit diesen ist sie durch einen Kamm verbunden, von jener aber durch das Tal des Gros Mont getrennt. Am Nordabhang der Hochmatt, die 2155 m Höhe erreicht, befinden sich zwei breite Nischen mit halbkreisförmiger, steiler Hinterwand. In der westlichen Nische stehen die Hütten Toss, in der östlichen Kneus und Steinbergli. Endmoränenwälle gehen bis zur Hütte L'Avoyère 1055 m hinab, wo sie aufgeschlossen sind und die Ufermoräne des Montbachgletschers berühren. Jüngere Endmoränen liegen bei Steinbergli in 1211 und bei Kneus in 1400 m. Der Tossgletscher endete in 1314 m in einem jüngeren Stadium. Da sich am Nordwestabhang der Hochmatt in 1300 m Moräne aus dem Maximum

[1]) Vergl. Beiträge XVIII, S. 271.

der Würm-Eiszeit der Jauntalgletscher findet, musste der Vorstoss der Hochmattgletscher später erfolgt sein. Sie stehen aber bei Punkt 1055 mit der Moräne des Montbachgletschers aus dem Bühlstadium in Berührung. Dieses Stadium kann auch für die zwei Hochmattgletscher angenommen werden. Die Schneegrenze lag in 1500—1600 m.

h. Zusammenfassung.

Von der Kette der Gastlosen flossen im Bühlstadium fünf grössere, 3—6 km lange Eisströme talwärts; zwei südliche berührten den Saanegletscher. Es lassen sich ferner Rückzugsmoränen beobachten, und im Gschnitzstadium gab es im Ursprungsgebiet etwa zwölf kleine Gletscher mit einer Schneegrenze von 1800—1900 m. In die Nischen und Kare bauen sich heute grosse Schutthalden vor.

IV. In der Hundsrückflyschzone.

Vergletscherung des Hundsrücks.

Der Hundsrück besteht aus Flyschsandstein, in welchem Lagen von Mocausakonglomerat vorkommen. Er erhebt sich zwischen Jaunbach, Saane und Simme zu 2049 m und war in der Eiszeit auch vergletschert, wie die folgenden Beobachtungen zeigen. Der Hundsrück wird gegen die Saanenmöser hin von Simme und Schlündibach entwässert; im Nordosten ist der Ruhrsgraben eingeschnitten, und nach Nordwesten zieht sich der Zimmergraben zum Jaunbach hinab, ebenso nach Norden der Eggbachgraben. In allen diesen Gräben liegt Gletscherschutt aus der Eiszeit.

Im Simnengraben ziehen sich deutliche Moränenwälle bei Simnen auf dem rechten und bei Giblern auf dem linken Ufer bis 1350 m gegen den Bach hinab, und die Aufschlüsse am Weg zeigen dunkelgraue Geschiebe in zähem Schlamm. Eine den Saanegletschermoränen angehörige Gesteinsart fehlt in den Aufschlüssen; dagegen liegen vereinzelte Blöcke von Flyschbreccie am Ausgang des Simnengrabens im Bach, der südlich von Bergmatten nach Osten fliesst.

Auch im Schlündigraben sind Lokalmoränen zu beobachten, so bei Moos unweit Punkt 1351 und oberhalb Sifertsegg. Ein schöner Aufschluss befindet sich in 1650 m bei Vorderschlündi, ein anderer beim Erbetlaubvorsass.

Oberhalb Richenstein finden sich zudem Moränen hoch über der Talsohle, so im Marchgraben in 1550 m, im Bächgraben bis 1500 m, bei Löcherweid in 1500 m und im Wald nördlich vom Hangli auch in 1500 m. Sie liegen also am linken Abhang der Saanenmöser und stammen wohl aus der Phase, als der Saanegletscher einen mächtigen Arm ins Simmental hinab sandte und die Lokalgletscher vom Hundsrück hinderte, selbständig zu enden. Sie wurden dem Gehänge nach verschleppt.

Dagegen konnten sie im Bühlstadium ihre Moränen ungehindert bis 1350 m hinab verfrachten, und damals besassen sie eine Schneegrenze von etwa 1600 m. Später gab es noch kleine Gletscher mit einer Schneegrenze von 1850 m. Bemerkenswert ist das grosse Gefälle der Bäche im Unterlauf, d. h. da wo sie in die nordöstliche Talrinne der Saanenmöser eintreten. Im Talhintergrund breiten sich weite, sanfter geneigte Nischen aus, die stufenförmig ins Haupttal münden.

Im Ruhrsgraben sind auf der Karte grosse Aufschlüsse gezeichnet, die bis 1400 m hinaufgehen, so bei Schobersfang. In denselben treten besonders zahlreiche Blöcke von Hornfluhbreccie auf. Diese wurden durch den Simmegletscher verfrachtet Aber es kommen auch in 1420—1450 und in 1500 m bei Gürtschi Entblössungen vor, in denen Moräne ohne Hornfluhbreccie oder Kalk erschlossen ist; sie enthält nur dunkle Flyschgesteine. Diese verraten die ehemalige Anwesenheit eines Lokalgletschers.

Auf der Nordwestseite fällt der Hundsrück steil zu flachen Nischen ab, in denen in 1600 m ebenfalls Moränen beobachtet wurden, so bei Hinter-Schlündi, bei Ober-Pfeifenegg und im Zimmergraben. In diesen Nischen lagen Hängegletscher mit einer Schneegrenze von 1850 m. Ein Kargletscher befand sich bei Gruben. Im Bühlstadium trug der Nordwestabhang des Hundsrück noch Firn des Jaungletschers. Die Gletscherspuren oberhalb 1600 m deuten demnach das Gschnitzstadium an.

V. In der Zone der Hornfluhbreccie.

Eine 4—8 km breite Kalkzone zieht sich vom untern Etivaztal weg in nordöstlicher Richtung bis gegen Diemtigen hin. Diese Zone ist ausgezeichnet durch eine eigenartige Kalkbreccie, die unter dem Namen Hornfluhbreccie bekannt ist, wie wir in

der Einleitung sahen. Es kommen ferner Dogger- und Malmkalke vor, dazu rote Kreideschichten (Couches rouges), Rauchwacke und Flyschsandstein und Mergel. Die ganze Zone wird durch zwei Talfurchen in drei Gruppen zerlegt, durch Saane- und Simmetal. Zwischen beiden erhebt sich die Hornfluhgruppe, deren Gipfel bis 2081 m erreichen; westlich davon befindet sich die vielgestaltige über 2200 m hohe Rübly-Gummfluhgruppe, östlich von der Simme die Spielgertengruppe. Wir haben die Spuren lokaler Gletscher im Rübly- und Gummfluhgebirge, sodann an der Hornfluh zu verfolgen. Heute kommen in der ganzen Zone keine Gletscher mehr vor; denn die gegenwärtige Schneegrenze müsste sich hier etwa in 2600—2700 m befinden.

1. Die Rübly-Gummfluhgruppe.

a. Orographie.

Die Rübly-Gummfluhgruppe bildet zwei ausgesprochene Kalkketten, die sich zwischen dem untern Etivaztal und der Saane in ostnordöstlicher Richtung hinziehen. Die südliche Kette ist eine etwa 8 km lange, zusammenhängende Gebirgsmauer von senkrecht stehenden Malmschichten, die von roter Kreide und Rauchwacke flankiert werden; die höchste Erhebung ist die Gummfluh mit 2461 m. Fünf Nischen sind von Norden her in die Kette eingeschnitten, so dass diese sechs Gipfel aufweist, wie Brecaca, Biollet und Sex-Mossard. Am Westende der Gummfluhkette ist eine schmale Einsattelung, der Col de la Base, in 1856 m, und nördlich davon erhebt sich der Rocher du Midi zu 2100 m. Mit diesem Gipfel beginnt die Rüblykette, die sich nach Osten hin mehr und mehr von der Gummfluhkette entfernt und bei Saanen endet. Diese nördliche Kette wird durch zwei Tälchen in drei Partien zerlegt. Quer zum Streichen fliesst im westlichen Tälchen die Gérine, im östlichen der Ganderlibach zur Saane hinab. Die mittlere Partie trägt das Rübly (2288 m) und, durch den Creux du Pralet, eine kleine Nische, davon geschieden, den Rocher-plat. In allen diesen Nischen ist die Anhäufung von abgestürztem Schutt am Fuss der Felswände sehr gross. Zwischen der Gummfluh- und der Rüblykette liegt eine geologische Mulde, in der Rauchwacke, Couches rouges, Hornfluhbreccie und Chondrites-Flysch vorkommen. Diese Schichten treten alle auch am

Nordabhang der Rüblykette auf.[1]) Von der Gummfluh zieht ein Kamm quer zum Streichen zum Rübly hinüber. Er bildet die Wasserscheide zwischen der Gérine, die nach Norden, und dem Kalberhönibach, der nach Nordosten in die Saane fliesst. Auf dieser Wasserscheide erhebt sich die Pte. de Videman aus Hornfluhbreccie zu 2168 m.

b. Gletscherspuren am Nordabhang der Gummfluh.

In der ganzen Gruppe lag ein einziger selbständiger Talgletscher, nämlich im Kalberhönital; dagegen beweisen zuverlässige Spuren, dass zahlreiche Kar- und Hängegletscher existierten, deren Moränen gut zu erkennen sind, so am Nordabhang der Gummfluh, am Rübly und am Rocher du Midi.

Der mittlere der drei Quellbäche der Gérine windet sich am Nordabhang der Gummfluh zwischen 1600 und 1400 m durch angeschwemmten Schutt und gewaltiges Blockwerk hindurch, das von zwei flachen Wällen umsäumt wird, die bis 1380 m hinabreichen. Sie bilden die Endmoräne eines Gletschers, der zwischen Gummfluh und Biollet hing.

In dem westlichen Quellgebiet der Gérine sind die eiszeitlichen Ablagerungen von bemerkenswerter Deutlichkeit. Aus drei grossen Nischen erhielt der Gletscher Nahrung, der westlich von Punkt 1335 Leyssalets geendet hat. Die wallförmige rechte Ufermoräne geht über das y des Wortes Leyssalets, die linke, charakterisiert durch die ebenfalls deutliche Wallform und namentlich durch die reihenförmige Anordnung von Kalkblöcken, zieht über Punkt 1410 gegen Punkt 1307 hinab. Die Schneegrenze befand sich in 1650—1700 m bei Nordlage.

Ein Emporrücken der Schneegrenze um ungefähr 200 m geht aus den Endmoränen von Planaz in 1526 und 1566 m hervor. Hier vereinigten sich vorerst Gletscherzungen aus den zwei Nischen Château-Chamois und Entresex. Die dazugehörige Endmoräne ist halbkreisförmig, und das Ende liegt in 1526 m. Innerhalb dieses Halbkreises liegt konzentrisch die hufeisenförmige Endmoräne des Gletschers, dessen Nährgebiet einzig die Nische Château-Chamois war. Das erratische Material besteht ausschliesslich aus hellen Kalken. Zwischen den beiden Moränenringen liegen zwei Wasserbecken, von denen das eine

---

[1]) Vergl. Schardt, Beiträge XXII, Pl. XVI und S. 194 ff.

bei Punkt 1526 die Quelle eines kleinen Bächleins bildet. Südlich von der Hütte Planaz fand ich gekritzte Geschiebe. Auf unserer Karte befinden sich diese Moränenwälle unter dem M von «Rocher du Midi».

Auch aus der westlichsten der drei Nischen, aus derjenigen am Sex-Mossard, kam ein Gletscher, der selbständig Endmoränen in 1400 m bei La Giète und in 1550—1613 m bei Plan de l'Etallaz aufgeworfen hat. Im Gegensatz zu den Moränen von La Planaz enthalten diejenigen des Sex-Mossardgletschers in einem Aufschluss bei Punkt 1613 dunkle Kalke und Rauchwacke. Letztere steht am Col de Base an. Die Schneegrenze lag für den 1,5—2 km langen Gletscher in 1800—1900 m.

In das Tal der Gérine haben die Wildbäche grosse Schuttkegel aufgebaut, so bei Paccots und bei Leyssalets. Das Querprofil ist da, wo das Tal die Rüblykette durchbricht, deutlich U-förmig, und die Felsköpfe sind wie bei Punkt 1633 gerundet. In dem Tal floss ein bedeutender Gletscher, der noch im Bühlstadium dem Saanegletscher viele Blöcke von Hornfluhbreccie zugeführt hat, die westlich von Gérignoz häufig sind. Der Schuttkegel von Gérignoz ist ebenfalls sehr reich an solchen Blöcken, von denen viele durch die Gérine kaum einige 100 m weit hertransportiert worden sind und wahrscheinlich aus Moräne am Ausgang des Tales stammen. Der Saanegletscher stand im Bühlstadium quer vor dem Ausgang des Gérinetales in 1160 m. Die Moränen von Planaz und La Giète in 1500—1600 m wurden wohl im Gschnitzstadium aufgebaut.

c. Moränen am Rocher du Midi.

Am Rocher du Midi sind zwei Nischen eingeschnitten, die in der oberen Hälfte grosse Schutthalden, in der untern Moränenwälle aufweisen. Die Nische von Montagnettes steigt nach Norden gegen die Saane hinab, diejenige von Craucador nach Nordosten zur Gérine. Von der Gérine steigt man über eine 150 m hohe Stufe zu Punkt 1342 empor, wo ein Wall endet; ein anderer, der in 1470 m beginnt, zieht über *d* von Craucador.

Ein grösserer Hängegletscher befand sich am Nordabhang. Ein Moränenwall schliesst in Punkt 1422 die Nische von Montagnettes ab; aber Gletscherschutt geht in unregelmässigen Anhäufungen über Pré-Yersin Punkt 1387 bis 1200 m zu Buit-à-Chenau hinab. Rechts ist ein Wall zu beobachten, auf dem

die Hütte Rodosex-dessus in 1443 m steht. Die Schneegrenze musste von 1550 m auf etwa 1800 m gestiegen sein. Der Hängegletscher konnte bis 1200 m hinab vorstossen, als der Saanegletscher bei Château-d'Oex endete.

Am Westabhang des Rocher du Midi zieht sich eine breite Nische vom Col de Base gegen das Etivaztal hinab; sie wird von einem Moränenwall begleitet, der vom Sex-Mossard gegen Punkt 1330 hinunterführt.

d. Gletscherspuren am Rübly.

Von der Rüblygruppe, dem Rübly, dem Rocher-à-pointes und dem Rocher-plat, flossen Gletscher nach Norden ins Saanetal und nach Westen gegen das Gérinetal hinab. Alle lagen in Nischen oder breiten Furchen, in denen heute kleine Bäche fliessen; der grösste derselben ist der Ganderlibach. Dieser Bach rauscht in einem trogförmig erweiterten Tälchen abwärts, das am Südabhang des Rübly beginnt und dann wie das Gérinetal die Rüblykette in nördlicher Richtung durchbricht. Es weist zwei ausgeprägte Stufen auf, die sich nicht an die harten Malmkalkbänke der Rüblykette knüpfen, sondern in Hornfluhbreccie[1]) liegen. Die eine Stufe befindet sich bei Rübloz in 1760 m, die andere in 1950 m. Die obere Stufe birgt kleine Wasserbecken, Les Gouilles. Der Ganderlibach mündet bei Ober-Wüthrichsrüti mit grossem Schuttkegel. Dieser ist sehr blockreich und hat eine steile Böschung. Unter den Blöcken befinden sich hauptsächlich Hornfluhbreccie, aber vereinzelt auch Flyschbreccie. Letztere wurde vom Saanegletscher verfrachtet. Bis zu Dorfrüti in Punkt 1086, also bis zur Spitze des Schuttkegels, steigen Moränenwälle des ehemaligen Ganderligletschers herab. Eine jüngere Endmoräne reicht bis 1200 m, so bei Gandersbergli, und Gletscherschutt findet sich auch unterhalb Douves bei Punkt 1524. Von da an aufwärts weist die Talsohle anstehenden Fels auf, der auf dem linken Abhang von Schutthalden bedeckt ist. Im obersten Talstück beobachtet man am Südabhang von Rübly und Rocher-à-pointes in 1800 m und bei Punkt 1977 in der Nähe der kleinen Seen, den Gouilles, ungemein blockreiche Schuttwälle, die aus den regelmässig geböschten Schutthalden heraustreten. Sie gehörten kleinen ehe-

[1]) Vergl. Schardt, Beiträge XXII, S. 197.

maligen Gletschern an. Die Schneegrenze musste von 1700 m auf 2100 m gestiegen sein. Der Ganderligletscher konnte erst in einer spätern Phase des Bühlstadiums bis 1100 m hinab vorstossen, nachdem sich der Saanegletscher schon von Château-d'Oex zurückgezogen hatte.

Am Nordabhang des Rübly sind Moränenwälle, die bis 1250 m hinabreichen, bei Siernes-Goncet und -Desaures aufgeschlossen; sie enthalten nur lokale Gesteine. Zwei kleine Bäche, die in 1200 m entspringen, münden bei La Rite Punkt 1039 mit grossem, steilem Schuttkegel, der, wie derjenige am Ganderlibach, reich ist an grossen Blöcken von Hornfluhbreccie und auch Moräne des Saanegletschers bei Praz-Ouliémoz überlagert. Demnach dürfte ein Hängegletscher vom Rübly bei einer Schneegrenze von 1500—1600 m herniedergestiegen sein.

Westlich vom Rübly sind von Norden her die zwei Nischen Entre-deux-Sex und Creux-du-Pralet eingeschnitten, so dass sich zwischen denselben ein Gipfel, der Rocher-à-pointes, erhebt. Im Creux-du-Pralet lag ein Kargletscher, der Moränen in 1520 und in 1530 m oberhalb einer 500 m hohen Stufe abgelagert hat. Zwischen dem untern Moränenwall, auf dem in 1523 m die Hütte Martigny steht, und dem oberen breitet sich ein ebener Boden aus. Der Creux-du-Pralet weist noch eine Stufe in 2055 m auf, und oberhalb derselben ist ein kleines Kar, Le Creux-de-Videmanette, mit einem Seelein in Punkt 2054 eingeschnitten. Dieses Kar liegt schon auf der Südseite der Rüblykette in der Zone der Hornfluhbreccie. Die Nische Le Creux-du-Pralet ist also durch die Malmkalkschichten hindurch eingeschnitten. Auch unterhalb der Nische Entre-deux-Sex findet sich Gletscherschutt bei Yaca in 1470 m. Von Yaca wie von Martigny fliesst je ein Bach in schmaler Furche und mündet mit grossem Schuttkegel in die Saane. Auch diese Schuttkegel, namentlich derjenige von Clos des Pierres, sind reich an grossen Blöcken von Hornfluhbreccie. Vielleicht haben die kleinen Gletscher bis 1100 m hinuntergereicht und die Blöcke verfrachtet.

Am Südabhang des Rocher-plat fliesst ein Bach gegen die Gérine hinab, der unten von zwei Moränenwällen begleitet wird; auf dem südlichen steht in 1543 m die Hütte Videman-dessous; der nördliche endet bei Punkt 1415.

Gletscherschutt ist in 1600 m am Nordwestabhang des Rocher-plat vom Bach aufgeschlossen, der bei Paccots mit

grossem Schuttkegel in die Gérine mündet. Unter den erratischen Blöcken fand ich auch solche aus Flyschsandstein. Letzterer steht nördlich vom Rocher-plat zwischen Rocher-pourri und Pte. de Cananéen an. Moränenwälle sind allerdings nicht deutlich zu erkennen. Immerhin ist es nicht etwa Schutt des Hauptgletschers als Ufermoräne; denn dazu sind die Geschiebe zu wenig gerundet und gekritzt; sie sind vielfach nur kantenbestossen.

Für diese kleinen Gletscher am Rocher-plat ergibt sich eine Schneegrenze von 1800 m.

e. Der Kalberhönigletscher.

Ungefähr 1 km südlich von Saanen mündet der Kalberhönibach aus dem gleichnamigen Tal mit grossem Schuttkegel, auf dem Rübeldorf steht, in die Saane. Unmittelbar oberhalb Rübeldorf ist auf dem rechten Ufer in 1080 m Moräne aufgeschlossen, die Hornfluhbreccie, Flyschbreccie, rote und schwarze Kalke enthält. Am linken Abhang bemerkt man einen Moränenwall, östlich von der Trockenrinne am Kohlisgrind. Talaufwärts befindet man sich bald in einer Enge, in welcher der Bach in dunkle Flyschschiefer einschneidet. Die enge schluchtähnliche Talfurche hält auf 1,5 km an bis Hinter der Egg. Auf dieser Strecke beträgt das Gefälle 120 ‰. Bei Punkt 1164 von Belmont hat der Bach 15—20 m tief in Moränenschutt eingeschnitten. In diesem findet sich Hornfluhbreccie, Flyschbreccie und -Sandstein, rote Kreide- und dunkle Jurakalkstücke und Rauchwacke. Obschon hier, wie im Aufschluss von 1080 m, Nummulitenkalk und Taveyannazgestein fehlen, darf doch die Ablagerung dieser Moränen nicht allein dem lokalen Kalberhönigletscher zugeschrieben werden; denn Flyschbreccie fehlt in dessen Einzugsgebiet, steht aber im südlich benachbarten Meielsgrund an. Es dürften diese Moränen als linke Ufermoränen des Saanegletschers aus dem Bühlstadium aufzufassen sein. Lokale Moränen treten aber bei Hinter der Egg in 1230 m auf, wo sie Wallformen annehmen und daher als Endmoränen bezeichnet werden können.

Von Hinter der Egg an wird die Talsohle breit, und das Gefälle ist ein viel geringeres. Von links her fliessen mehrere Wildbäche in den Talbach; alle haben einen Schuttkegel im breiten Talboden aufgeschüttet, so dass der Talbach an den

rechten Abhang gedrängt wird, so namentlich bei Halten und Zelg. Südlich von Zelg fliesst der Bach in ebenem Talboden, genannt Hinterer Boden. Bei Punkt 1396 wird er durch einen Schuttkegel vom rechten Abhang herunter eingeengt, worauf man talaufwärts in engem Tal rasch zu Punkt 1488 ansteigt. Hier stehen die drei Hütten von Amtmanns- und Romangsvorsass und diejenige von Lätziweid auf Moränenwällen, die durch den Bach trefflich aufgeschlossen sind. Sie enthalten kantenbestossene, polierte und deutlich gekritzte Geschiebe in feinem Schlamm. Neben hellen Kalken kommen rote Kreidestücke und Rauchwacke vor. Sehr schön erhalten sind die Wälle unmittelbar westlich von Lätziweid, die in den Punkten 1522 und 1518 endigen.

Ungefähr 1 km westlich von Lätziweid treten zwei neue langgestreckte Moränenwälle auf, die durch die Punkte 1573 und 1584 angedeutet sind. Sie ziehen von einer Nische am Ostabfall der Pointe-de-sur-Combaz, östlich von der Gummfluh, herunter und enthalten dementsprechend nur helle Kalke; ein kleiner Aufschluss bei Punkt 1584 zeigt kantenbestossene Geschiebe. Westlich von Punkt 1584 dehnt sich ein kleiner ebener Boden aus, der Plan de Comborsin, der von angeschwemmtem Schutt bedeckt ist. Hier hört das Tal in einem Talschluss auf, und zwei Karnischen münden oberhalb einer über 100 m hohen Stufe ins Haupttal. Aus jeder Nische fliesst je ein Bach mit 400 ‰ Gefälle die Stufe hinunter, die von Moränenwällen bekleidet ist. Die südliche Nische, der Cour de Comborsin, birgt in 1715 m ein kleines Seelein, die nördliche oberhalb 1800 m eine sumpfige Niederung.

Bei Zelg mündet in 1350 m ein Bach mit einem grossen Schuttkegel in den Kalberhönibach. Der Seitenbach fliesst im Burgisgraben, der zwischen Rübly und Gummfluh am Ostabhang der Videmanette in Flysch eingeschnitten ist. Der Burgisgraben ist talaufwärts breiter als da, wo in Punkt 1382 bei Guggerli der Bach ins Haupttal eintritt. Ungefähr 250 m westlich von diesem Punkt schliesst das Gewässer über dunkeln Schiefern in 1420 m typische Moräne auf, deren Geschiebe auch aus gleichem Gestein bestehen. Oberhalb der Hütte La Verraz in 1620 m liegt ebenfalls Moräne, und bei Punkt 1780, wo der Weg über den Bach führt, werden Endmoränenwälle, die in 1750 m aufhören, aufgeschlossen. Die Geschiebe zeigen deutliche Rundung und Kritze und bestehen aus Flyschschiefern; Kalke fehlen. Es

ist also Moräne eines kleinen lokalen Gletschers, der zur Zeit hohen Eisstandes den linken Zufluss des Kalberhönigletschers bildete, später aber sich von diesem trennte. Die Schneegrenze musste von 1750 auf 1900 m gestiegen sein.

Zu gleichen Beträgen gelangen wir mit Rücksicht auf die Moränen im Kalberhönital, die zwischen Lätziweid und Comborsin aufgebaut wurden. Dagegen lag die Firnlinie tiefer, als der Kalberhönigletscher beim Talausgang zuerst in 1080, dann in 1164, zuletzt in 1230 m endete. In der ersten Phase des Bühlstadiums, als der Saanegletscher bis Château-d'Oex reichte, ragte das Eis im Saanetal bei Saanen wenigstens bis zu 1250 m empor, sonst hätte weder der Gletscher den Riegel vom Vanel überschreiten, noch eine Zunge auf die Saanenmöser gelangen können. In dieser Phase konnte der Kalberhönigletscher nicht selbständig enden, sondern wurde auf der linken Flanke des Saanegletschers mitgeschleppt. Die Vorstösse des Lokalgletschers fallen in die späteren Phasen des Bühlstadiums, wobei Schutt des Hauptgletschers sich mit Lokalmoräne vermischte. Im Gschnitzstadium entstanden die Moränen bei Lätziweid und im Burgisgraben.

f. Zusammenfassung.

In der Rübly-Gummfluhgruppe kamen im Bühl- und im Gschnitzstadium selbständige Gletscher vor. Drei Talgletscher waren in der ersten Phase des Bühlstadiums noch mit dem Saanegletscher verschmolzen; später endeten sie selbständig. Im ganzen gab es etwa sechs Gletscher mit einer Schneegrenze von rund 1600 m; im Ursprungsgebiet derselben liegen Moränen, die acht Gletschern mit einer Schneegrenze von im Mittel 1900 m angehörten. Im Schatten der hohen Felswände lag die Firnlinie tiefer.

In dieser Gebirgsgruppe kommen drei trogförmig profilierte Täler mit Talstufen und fünf ausgesprochene Kare vor; drei Kare bergen kleine Seen. Heute münden zahlreiche Bäche mit Schuttkegel und Stufe ins Haupttal. In den ehemals von Gletschern bedeckten Nischen bauen sich gewaltige Schutthalden auf.

2. Die Hornfluhgruppe.

a. Orographie.

Die Hornfluhgruppe, die geradezu allseitig von tiefen Talfurchen umzogen ist, fällt steil zu dem Turbachtal im Süden,

sanft dagegen zu dem Tal der Kleinen Simme, den Saanenmösern, im Norden ab. Die Erhebung wird durch zwei grössere Bäche nach Norden hin der Kleinen Simme zu entwässert und durch diese beiden Wasserrinnen, den Tiefengraben und den Kaltenbrunnen, in drei getrennte Gipfel zerlegt, Hornfluh 1951 m, Horn Tauben 1995 und Geisshorn 2081 m. Nördlich von der Horn Tauben erhebt sich die Saanerslochfluh, in die von Norden her eine Nische eingeschnitten ist; in derselben entspringt der Bach im Studweidgraben. Alle drei Gräben sind oben breite Mulden, unten schmale Furchen. Am steilen Südabhang münden kurze, tief eingeschnittene Bäche mit grossen Schuttkegeln ins Turbachtal.

b. Gletscherspuren.

Spuren lokaler Hornfluhgletscher finden sich am Nordabhang und auf der Westseite. Die drei genannten Bäche schliessen Moränen auf, in denen vorwiegend Hornfluhbreccie vorkommt, so bei Oeschseite, bei Klein-Saanenwald in 1400 m, bei Gross-Saanenwald in 1422 m und im Studweidgraben in 1350 m. In diesen Aufschlüssen beobachtete ich einige Blöcke von Flyschbreccie, die aus Moräne des Saanegletschers stammen. Zudem finden sich auch vereinzelte grosse Blöcke von Hornfluhgestein, so oberhalb Rafgarten in 1250 m und bei Feuerbühl bis 1500 m hinauf. Ausgeprägt sind Moränenwälle am Kaltenbrunnen, die bei Oeschseite und Auf der Egg eine deutliche Endmoräne bilden. Diese Wälle sind anlässlich der Erstellung der Montreux-Oberland-Bahn trefflich aufgeschlossen worden.

Aus diesen Beobachtungen geht hervor, dass drei lokale Gletscher von der Hornfluhgruppe nach Norden hinuntergeflossen sind. Der östlichste Gletscher war 4 km lang, als er bei Oeschseite in 1150 m endete. Dann zog er sich bis Punkt 1388 zurück; weitere Rückzugsmoränen liegen bei Schwarzenberg in 1500 m und bei Kaltenbrunnen in 1600 m. Die Schneegrenze musste von 1600 m auf 1800 m gestiegen sein. Ein kleiner Gletscher floss aus der Nische an der Saanerslochfluh gegen Feuerbühl bis 1350 m hinunter. Der westlichste Gletscher, der zuerst bis 1400 m hinabreichte, lagerte eine Rückzugsmoräne beim Hasenloch etwa in 1550 m ab. Er wurde aus zwei Firnmulden gespeist, die sich bei Unter Läger vereinigen. Auch hier sind Moränen aufge-

schlossen, in 1650 und in 1700 m. Demnach gab es hier zwei kleine Gletscher mit einer Schneegrenze von 1800—1850 m. Der eine lag im Hornberg, der andere im Seiberg.

Am Westabhang der Hornfluh ist Moräne bei Sumeli und Lange Weid in 1500 und 1680 m aufgeschlossen, die einem lokalen Hängegletscher angehörte. Am Südabhang liegt Moräne des Turbachgletschers bei Eigen in 1500 m.

c. Ergebnisse.

Im Maximum der Würm-Eiszeit lagerte der Saanegletscher am Nordabhang der Hornfluh Flyschbreccie ab. Später machten drei lokale Gletscher einen Vorstoss, wobei sie Saanegletscherschutt ausräumten. Dieser Vorstoss konnte im Bühlstadium stattfinden, als eine Zunge des Saanegletschers noch die Passhöhe der Saanenmöser erreichte. Damals lag die Schneegrenze in 1600 m; dann wich sie allmählich auf 1800 m zurück.

VI. In der Etivazflyschzone.

In dieser Zone fallen zwei Gruppen in den Rahmen unserer Betrachtung, die Tornettazgruppe und das Gifferhorn. Der Flysch dieser Zone weist reichlichen Wechsel von Lagen auf, die dunkle Schiefer, Kalke, Sandstein und Breccie enthalten. Die Breccie ist für die Gletscher dieser Zone ein gutes Leitgestein Die höchsten Gipfel beider Gebirgsgruppen erheben sich über 2500 m, nämlich beide, die Tornettaz und das Gifferhorn, zu 2543 m. Heute fehlen hier Gletscher; die Schneegrenze müsste etwa in 2600—2700 m liegen.

1. Vergletscherung der Tornettazgruppe.

a. Orographie.

Die Tornettazgruppe erhebt sich zwischen der Gummfluh und den Diablerets und bildet im Grundriss ungefähr ein Viereck von 12 km Länge und 8 km Breite. Drei tiefe Talfurchen senken sich zur Saane hinab, nach Osten das Tscherzistal und der Meielsgrund, nach Nordosten das Etivaztal. Die Senke des Col de Pillon und das obere Ormonttal trennen die Gebirgsgruppe von den Hochalpen. Nur im Norden schliesst sie sich an eine grössere Kette an, an die Gummfluh. Von derselben zieht demgemäss ein Kamm nach Süden zum Arnenhorn; von hier ver-

läuft der Hauptkamm nach Westen und endet im Pic Chaussy. Von demselben floss ein grösserer Talgletscher nach Nordosten hin, der Hongringletscher. Andere Talgletscher lagen in den drei genannten Tälern, und ein vierter floss dem Ormonttal zu, der Raverettazgletscher; ausserdem lassen Spuren auf Hängegletscher am Südabhang der Tornettazkette schliessen.

b. Beobachtungen im Etivaztal.

Südlich von Château-d'Oex mündet bei Moulins das Etivaztal mit einem breiten Talausgang, dessen Sohle sich etwa in 1200 m befindet, also 300 m höher als das Saanetal. In diesen breiten Talausgang ist eine tiefe Schlucht eingeschnitten, die der Fluss, die Tourneresse, mit 50 ‰ Gefälle durchmisst. Die Schlucht befindet sich in den Kalkfelsen der Gastlosenkette. Hat man sie durchwandert, so tritt man bei Punkt 1104 in ein breites Tal ein, das von steilen Abhängen begleitet wird. Der Talboden ist von den Schuttkegeln zahlreicher Wildbäche bedeckt, so bei Punkt 1104, bei Punkt 1135, bei Punkt 1144. Auf diesen sanftgeneigten Halden stehen die meisten Siedlungen, teils als Einzelhöfe, teils als Weiler wie in 1144 m «Le Contour de l'Etivaz». Würde die Strasse dem breiten Talboden folgen, so hätte sie von Moulins weg rund 300 m ansteigen, dann 100 m sinken müssen; um das letztere zu vermeiden, wurde sie durch die Schlucht geführt, wo man sie 100 m hoch über dem Fluss in die Felsen eingesprengt hat. Bei Punkt 1144 teilt sich das Tal. Von Süden mündet die Eau-froide in die Tourneresse, die von Osten her in einem deutlichen Trogtal fliesst. Auch hier treffen wir am Fuss der steilen Abhänge zahlreiche, sanftgeneigte Schuttkegel an, wie bei den Punkten 1221, 1253, 1273, 1327 und 1343. In 1380 m wird bei Pâquier-Mottier der Talboden eben; hier dehnt sich ein 300 m breiter und 1 km langer Sumpf aus. Zugleich hört das Tal mit dem zuletzt beobachteten Gefälle von 30 ‰ auf, und jäh aufstrebende, bewaldete Abhänge steigen im Halbkreis mit einer Neigung von 300—400 ‰ zu 1800 m empor. Oberhalb 1800 m dehnen sich sanfter geneigte Berglehnen aus, in denen teils breite Nischen, teils eigentliche Kare eingeschnitten sind wie bei Saziémaz und bei Seron.

Nicht nur die Talformen, sondern auch die Ablagerungen deuten die eiszeitliche Vergletscherung an. Moränen finden sich teils im untern Etivaztal, teils im Ursprungsgebiet.

Im untern Etivaztal ist Gletscherschutt teils an den Gehängen durch kleine Seitenbäche, teils in der Talsohle durch die Tourneresse entblösst. Ein grosser Aufschluss befindet sich zum Beispiel am linken Abhang westlich vom Bad von Etivaz am Bourati-Torrent, auf unserer Karte in *ette* von Lécher*ette*. Diese Moränenmassen, die von Punkt 1241 bis 1500 m hinaufsteigen, enthalten hauptsächlich Flyschsandstein, der hier nach Schardt ansteht.[1]) Da der Bach eine breite Nische entwässert, die an der Corne des Brenleires, 1882 m, eingeschnitten ist, dürfte es sich um Lokalmoräne handeln. Allein es kommen auch vereinzelt Blöcke von Breccie vor, und zudem tritt nach Schardt Moräne westlich vom Torrent dem Gehänge entlang auf, das gegen das Hongrintal hinführt. Es ist also möglich, dass der Etivazgletscher im Maximum der Würm-Eiszeit, zum Teil durch den mächtigen Saanegletscher gestaut, nach Westen zum Hongringletscher hinübergeflossen ist; dies schliesst nicht aus, dass später ein lokaler Bouratigletscher einen kleinen Vorstoss gemacht hat, etwa im Bühlstadium. Anderseits deuten Moränen nördlich von Lécherette bei Punkt 1284 und Pré-des-Mosses darauf hin, dass eine Zunge des Hongringletschers ins Etivaztal hinabreichte. Dies konnte nur im Bühlstadium der Fall gewesen sein

Eine deutliche Moränenterrasse zieht sich auf dem linken Abhang des Etivaztales gegen die Schlucht hin. Sie senkt sich von 1210 m auf 1059 m und trägt mehrere Gehöfte wie in den Punkten 1210, 1186, 1176, 1109 und 1059. Auf dem rechten Ufer ist Moräne in gleicher Höhe aufgeschlossen, so bei Martines, bei Pâquier-Turrian und bei Blancsollet in 1200 m. Moräne zieht sich auch in die Schlucht hinab, so westlich von Punkt 1284. Gletscherschutt bei Blancsex in 1300 m stammt wahrscheinlich von einem Hängegletscher am Westabhang des Rocher du Midi.

Besonders gut entwickelt sind die Gletscherablagerungen in der Talsohle. Oberhalb der Schlucht schliesst der Fluss lokale Schotter auf, die bei Devant-de-l'Etivaz in Punkt 1104 von einem grossen Schuttkegel überlagert werden. Dieser entstammt einer typischen Sammelnische nordwestlich vom Rocher du Midi. An die Schotter schliessen sich talaufwärts Moränen an, so auf dem

---

[1]) Beiträge XXII, S. 444, und Karte 1887.

rechten Ufer bei Bornets zwischen Punkt 1124 und 1130 und auf dem linken unterhalb der Bains de l'Etivaz. Oberhalb Punkt 1144, wo die beiden Talgewässer zusammenfliessen, haben beide typische Endmoränen aufgeschlossen, die sich auch am Gehänge als deutliche Wälle abheben, die Tourneresse bei Chez les Payroz in Punkt 1184 und die Eau-froide bei Pâquier de la Bazine in Punkt 1182. In dem Aufschluss von Punkt 1184 treten sehr schön polierte und gekritzte Kalkgeschiebe auf. Die beiden Gletscher waren getrennt; ihre äusseren Moränen berührten einander; bei beiden ist auch ein innerer Wall gut entwickelt. 1,5 km oberhalb dieser Moränen befindet sich ein neuer Aufschluss in 1340 m nördlich vom Hof Chez-les-Henchoz, und die Moräne schmiegt sich am Gehänge bei L'Ouge gegen Punkt 1253 hinab. Die Wallform ist talaufwärts am Abhang durch die zahlreichen Schuttkegel der Wildbäche verwischt worden.

Der Etivazgletscher war ein typischer Talgletscher, als er die Endmoränen im Etivaztal ablagerte. Dies konnte stattfinden, als der Saanegletscher bei Château-d'Oex endete, also im Bühlstadium. Auch im Etivaztal war dieses Stadium mit Rückzugsphasen entwickelt. In seiner grössten Ausdehnung deckte der Gletscher ein Areal von 38 km², die mittlere Bodenhöhe dieses Gebietes ergibt sich zu 1680 m. Die Schneegrenze lag zuerst in 1600—1700 m. Sie rückte später allmählich bis zu 2100 m empor; dies geht aus Moränenvorkommnissen im Ursprungsgebiet hervor.

Im Ursprungsgebiet des Etivazgletschers kamen im Gschnitzstadium kleine Gletscher am Nordabhang der Cape au Moine und auf der Südseite der Gummfluh vor. Zwischen Arnenhorn und Cape au Moine und westlich von der Cape au Moine gingen zwei kleine Gletscher nieder, die scharf oberhalb der Kante von 1800 m endeten. Der östliche Gletscher hat bei den Hütten von Saziémaz in 1833 m eine Endmoräne abgelagert, die ein typisches kleines Zungenbecken abschliesst, in dem ein Bächlein entspringt und zierliche Serpentinen bildet. Oberhalb des Beckens enden hinter einander zwei Endmoränenwälle, der eine in 1980 m, der andere in 2010 m, von denen jeder ein kleines Seebecken umschlingt. In das obere Seelein, Le Goz, baut sich eine grosse Schutthalde von der Cape au Moine herunter vor. Der westliche kleine Gletscher reichte bis 1810 m hinab; denn eine Endmoräne, auf welcher in Punkt 1817 die Hütte von Seron

steht, umschliesst einen ebenen, sumpfigen Boden. Eine jüngere Endmoräne liegt in 1850 m. Beide Kargletscher waren zuerst 1,3 km lang.

Der schmale Grat, der sich vom Arnenhorn nach Norden über das Witenberghorn zur Gummfluh hinzieht, ist die Wasserscheide zwischen den Gewässern des Etivaztales einerseits und den Zuflüssen des Tscherzis- und Fallbachs anderseits. Dieser Grat bildet mit der Gummfluh eine Nische, in welcher sich bei der Hütte Gros-Jable in 1830 m Endmoränen von drei Gletscherzungen finden, die der gemeinsamen Firnnische entquollen. In ausgezeichneter Weise ist die typische Wallmoräne der östlichsten Zunge in 1800 m durch den Bach aufgeschlossen, der bei Perolles in die Tourneresse mündet. Vor dem Verschwinden dieser Gletscher kam es noch zu einem kleinen Halt, in welchem die zwei nebeneinander liegenden, blockreichen Endmoränenwälle bei Punkt 1982 aufgebaut wurden. Der von ihnen umschlossene, schwach geneigte Boden wird nach und nach von mächtigen Schutthalden bedeckt.

Auch im Tal der Eau-froide sind Rückzugsphasen durch ausgeprägte Moränen angedeutet. 1,5 km oberhalb der Endmoränen am Talausgang in Punkt 1182 ist ein kleiner Aufschluss in 1265 m. Von diesem Punkt weg befindet man sich bald in einem trogförmigen Talschluss, in dem bei Punkt 1335 die Hütte von Maulatreys steht. Hier vereinigen sich die drei Quellbäche der Eau-froide. Diese drei Quellbäche kommen aus drei Nischen, die am Nordabhang der Tornettaz liegen. Aus dem Talgrund von Maulatreys gelangt man zu jeder der drei Nischen über eine Stufe von 200, 300 und 400 m. Oberhalb der Stufe ist die Neigung viel geringer.

Die östlichste der drei Nischen liegt unmittelbar westlich von der Nische von Seron. Ein mächtiger, blockreicher Moränenwall, der in 1930 m ansetzt, umschliesst halbkreisförmig ein Seebecken, das in 1841 m liegt und mit Lanche-di-Perte bezeichnet ist; der Seeabfluss ist unterirdisch. Zwischen den Moränenhügeln liegen bei Punkt 1872 noch zwei winzige andere Seelein. Die Moränenwälle heben sich sehr deutlich von den sie bei Punkt 1815 und 1857 begleitenden Felsrippen ab. Von der Tornettaz herunter bauen sich mächtige Schutthalden vor.

In der mittleren Nische wird in 1830 m ein ebener Boden von einem gerundeten Felsriegel abgeschlossen, auf dem links

in 1861 m die Hütte von Laudallaz steht. Talauswärts führt eine Stufe von 460 m mit 480 ‰ Gefälle zum Talschluss von Maulatreys hinunter.

Typischere Formen weist die westlichste der drei Nischen auf, zu welcher man über zwei Stufen emporsteigt. Auf der untern Stufe liegt eine Endmoräne, die über Punkt 1438 gegen Maulatreys hinabführt. Von Punkt 1438 gelangt man aufwärts in den trogförmigen Talschluss, in welchem in 1541 m die Hütte von Les Fonds steht. Von hier weg führt ein Zickzackweg über eine 300 m hohe Stufe zu der formenreichen Karnische von Lavaux empor. Zwei nebeneinander liegende Endmoränen, denen zwei Gletscherzungen entsprechen, umschliessen oberhalb der Hütte von Lavaux in 1920 m eine sumpfige Niederung und in 1931 m zwei kleine Seebecken. In 2076 m schlingt sich ein letzter Endmoränenwall um ein drittes Seebecken, dem durch einen grossen Schuttkegel der Untergang droht.

Aus diesen Beobachtungen ergeben sich folgende Schlüsse: Die Zahl der Endmoränen ist im Etivazgebiet gross. Folgen wir von Punkt 1059 an zuerst der Tourneresse, dann der Eaufroide, so treffen wir noch in 1124, in 1184, in 1438, in 1931 und in 2076 m, also an sechs Orten Endmoränen an, die ein allmähliches Emporrücken der Schneegrenze von 1600 auf 2200 m andeuten, und zwar bei Nordlage. Zu dem gleichen Schluss sind wir auch im Hongringebiet gekommen. Die Depression der Schneegrenze betrug also anfänglich etwa 1000 m, zuletzt nur 400 m. Sowohl der Hongrin- wie der Etivazgletscher konnten sich im Bühlstadium ungehindert entwickeln; daher erklärt sich auch die grosse Zahl der Endmoränen, von denen die jüngsten dem Gschnitzstadium zuzuweisen sind.

Aehnliche Beobachtungen können auch auf der Westseite der Tornettazkette gemacht werden, wo sich Gletscherspuren dem Raverettazbach entlang finden.

c. Der Raverettazgletscher.

Der Raverettazbach entquillt zwei kleinen Seen in einem typischen Kar am Nordabhang des Pic Chaussy. Dann stürzt er mit 500 ‰ Gefälle eine breite, 350 m hohe Stufe zu der versumpften Niederung von Lioson d'en bas hinunter. Von hier wendet er sich nach Westen gegen Les Mosses hinab, das 100 m tiefer liegt, und von Les Fontaines weg fliesst er in süd-

westlicher Richtung der Grande-Eau zu. Der Raverettazgletscher musste in gleicher Richtung geflossen sein. An vier Orten beobachtete ich seine Moränenablagerungen, nämlich oberhalb der Mündung bei Comballaz, bei Les Mosses, bei Lioson d'en bas und im Kar «Vers les Lacs».

Sowohl an der Strasse von Le Sepey nach Les Mosses als auch am Bach sind Moränenwälle aufgeschlossen; so bei Perrausaz in Punkt 1303 und beim Hotel von Comballaz auf dem rechten Ufer, in 1270 und in 1300 m auf dem linken. Hier zieht ein Wall westlich von Les Voëtes über Punkt 1336 gegen Punkt 1291 hinab. In den linksufrigen Aufschlüssen herrscht Flyschbreccie vor; auf dem rechten Ufer treten schwarze Kalkgeschiebe des Mont d'Or auf.

Die Sümpfe von Les Mosses werden von Moränenschutt eingefasst; solcher liegt im Westen bei Terreaux, im Norden bei Pleines Mosses und im Süden in Punkt 1437 bei Les Fontaines und bei Cartier.

Von besonderer Deutlichkeit sind die Moränen in Lioson d'en bas. Drei Moränenwälle gehen von Punkt 1580 aus, wo die Hütte steht. Der äusserste Wall liegt in einem grossen Halbkreis am Rande der Stufe und bildet die Einfassung der sumpfigen Niederung. Der zweite Wall geht von Punkt 1580 direkt nach Punkt 1559 im Westen; er umschliesst einen dritten kleineren Moränenbogen. Die jüngsten Gletscherablagerungen befinden sich auf der Schwelle des Kars in 1920—1930 m, wo sie als deutliche Schuttwälle die zwei Seelein abdämmen. Auch hier bauen sich mächtige Schutthalden am Fuss der Felswände entlang und bedecken am Rande die Moränenwälle.

In diesem letzten Stadium besass der Gletscher eine Schneegrenze von 2050 m bei Nordexposition; als er bei Lioson d'en bas in 1559 m endete, lag sie in 1800—1900 m. Bedeutend tiefer befand sie sich, als der Gletscher die Endmoränen von Comballaz aufwarf, etwa in 1600 m. Dieser Vorstoss war erst nach dem Maximum und den Rückzugsphasen der Würm-Eiszeit möglich, als der Ormontgletscher nur noch als schmaler Talgletscher südwestlich von Le Sepey endete. Dies dürfte im Bühlstadium gewesen sein. Damals gehörte wohl auch der ganze Südabhang der Tornettazkette zu seinem Einzugsgebiet, von welchem die typischen Felsblöcke stammen, die die Moränen von Vuargny charakterisieren. In einem späteren Stadium konn-

ten sich auf der Südseite dieser Kette noch selbständig kleine Hängegletscher entwickeln, wie die folgenden Beobachtungen lehren.

d. Gletscherspuren am Südabhang der Tornettazkette.

Am Südabhang der Tornettazkette sind drei breite und drei schmale Nischen eingeschnitten, die mit deutlicher Stufe gegen das Ormonttal hinabführen. Ueberall liegt auf der Stufe Moräne eines lokalen Kar- oder Hängegletschers.

Auf der Südseite des Pic Chaussy ist ein guter Aufschluss in Punkt 1690, und von hier zieht ein Wall, auf dem die Hütten von Chersaulaz in 1661 m stehen, gegen Punkt 1616, ein anderer über Tremilly gegen Punkt 1622 hinab. Diese Endmoräne umschliesst eine sumpfige Niederung. Oestlich von Chersaulaz sind zwei Moränenwälle unterhalb der breiten Nische von La Première bei den Punkten 1503 und 1510 vom Bach aufgeschlossen. Südlich vom Taron liegen bei Chevril-dessus in 1510 m östlich von La Ville grosse Blöcke von Flyschbreccie, und der Bach schneidet hier in Moräne ein. Solche Blöcke häufen sich am Südabhang der Tornettaz bei Lavanchy in Punkt 1449 und 1422. Die Hütten von Lavanchy stehen auf Moränen, die zwei Gletscherzungen entsprechen. Diese kamen aus zwei schmalen Nischen, die eine zweite Stufe bei Marnex in 1714 m aufweisen, wo deutliche Endmoränen aufgeschlossen sind. Auf unserer Karte befinden sich dieselben nördlich von Gottrausaz. Es ist möglich, dass sich Moränen westlich von Gottrausaz bis fast zur Talsohle hinab verfolgen lassen. Leider fehlte mir hierzu die Zeit. Ein schmales Kar ist zwischen Tornettaz und Cape au Moine eingeschnitten. Ein Moränenwall, der in 1802 m die Hütten von Meitreilaz trägt, umschliesst oberhalb einer 300 m hohen Stufe einen sumpfigen Boden. Südlich vom Cape au Moine befindet sich die Hütte von Arpille in 2004 m in einem Kar, das oberhalb einer 400 m hohen Stufe liegt. Die Abhänge sind von mächtigen Schutthalden bekleidet; der Boden aber ist bedeckt von gewaltigem Blockwerk eines Bergsturzes.

Diese Beobachtungen zeigen, dass sich am Südabhang der Tornettazkette sechs kleine Kar- und Hängegletscher befanden, die eine Schneegrenze von im Mittel 2000 m verlangten. Zu ihnen gesellten sich ein kleiner Talgletscher vom Westabhang und zwei Kargletscher vom Südabhang der Palette. Der kleine

Talgletscher erreichte zwar den Boden des Ormonttales nicht, sondern endete oberhalb einer 200 m hohen Stufe in dem Tälchen von Ayerne, das vom Torrent du Plan durchflossen wird. Dieser Bach hat nordöstlich von Gottrausaz bei La Combaz in 1500 m einen 80 m tiefen Graben in Moränenschutt eingeschnitten. Unmittelbar westlich von Ayerne liegt eine wallförmige Endmoräne in 1550 m. Talaufwärts steigt die Talsohle über einer Stufe zu der breiten, sumpfigen Niederung empor, wo in 1782 m die Hütten von Marnèche stehen, und von hier gelangt man rasch über eine letzte, zwar nur 75 m hohe Stufe zum Kar von Isenau in 1858 m hinauf. Die Schneegrenze des Ayernegletschers lag in 1800—1900 m.

Von der Palette stieg nach Süden ein kleiner Gletscher hinab, dessen Endmoräne in 1683 m den Lac de Retaud umschliesst. Dieser See besitzt einen oberirdischen Abfluss, der Schutt mit gekritzten Geschieben durchschneidet. Die Schneegrenze lag in 1850 m.

Oestlich vom Lac de Retaud ist Lokalmoräne unterhalb sumpfiger Wiesen bei Iserin und Rard in Punkt 1652 und 1690 über mächtigen Gipsfelsen aufgeschlossen. Abgestürzte grosse Blöcke und regelmässige Schutthalden liegen an den steilen Bergabhängen.

e. Spuren des Arnengletschers.

Der Arnengletscher lag in dem Tale, das heute vom Tscherzisbach durchflossen wird. Derselbe mündet bei Feutersœi mit Stufe und grossem Schuttkegel in die Saane; er hat eine tiefe Schlucht in den breiten Talausgang eingeschnitten und fällt mit 180 ‰ Neigung die Stufe hinunter. Oberhalb derselben wird von 1360 m an das Tal breit, so bei Lindersvorsass. Mächtige Schuttkegel zahlreicher Wildbäche engen Bach und Weg ein. Von 1500 m an schneidet der Bach in anstehende Schiefer ein, und in 1540 m dehnt sich der über 1 km lange Arnensee aus. Dieser liegt in einem typischen Talschluss. Sowohl auf beiden Flanken als auch im Hintergrund steigen die Abhänge steil und ungegliedert zu 1750—1800 m empor; darüber breiten sich sanftere Gehänge aus; es finden sich hier auch einige Kare; zwei befinden sich am Nordostabhang der Palette, von denen eines ein Seelein birgt.[1]) Die Formen sind ähnlich wie im obersten

[1]) Auch von Schardt erwähnt Beiträge XXII, S. 446.

Etivaztal. (Vergleiche Taf. III, Fig. 3.) Im Halbkreis stehen zahlreiche Drei- und Vierkanter, die die Kammlinie gliedern, wie Wallegg, Blattihorn, Studelhorn, Seeberghorn, Palette, Arnenhorn, Arneschhorn und Witenberghorn.

In den zahlreichen Aufschlüssen am Tscherzisbach findet sich hauptsächlich angeschwemmter Schutt der Wildbäche. Nur beim Talausgang ist typische Lokalmoräne bei Wintermatt in 1250 m entblösst. Demnach endete hier ein etwa 8 km langer Talgletscher, der ein Areal von 16,4 km² besass; die mittlere Höhe des von ihm bedeckten Grundes beträgt 1720 m.

Jüngere Moränen sind im Ursprungsgebiet an drei Orten oberhalb der steilen Talflanken aufgeschlossen. Ein solcher Aufschluss befindet sich am Ostufer des Sees in 1620 m am Weg, der vom untern zum obern Studel führt. Es ist die Endmoräne eines kleinen Hängegletschers. Ein solcher endete auch am Nordostabhang des Arnenhorns fast 250 m über dem See in Punkt 1779, wo die Hütten von Arnen auf Moränen stehen. Eine deutliche Endmoräne umschliesst in 1920 m südöstlich vom Witenberghorn oberhalb einer 400 m hohen Stufe den sanft geneigten Boden des Kars Auss. Witenberg. Die Schneegrenze dieser kleinen Gletscher lag in 1900—2000 m.

f. Der Meielsgrundgletscher.

3 km südlich von Gstad mündet von Westen her mit Stufe und Schuttkegel der Meielsgrund- oder Fallbach in die Saane. Die Stufe ist mit mächtiger Moräne des Lokalgletschers bedeckt, die bei Bachmatten bis 1260 m hinaufreicht. Dieser Gletscher war bis hierher 5 km lang. Seine Zunge lag in einem typischen Taltrog, der in 1400 m plötzlich mit beckenartig erweiterter Sohle endet, dem Meielsgrund; allseitig streben steile Anhänge und senkrechte Felswände, wie die Wandfluh, empor. Der Firn des Gletschers befand sich oberhalb 200—500 m hoher Stufen in zwei Mulden, einer breiten, dem Obermeiel, zwischen Rothorn, Witenberghorn und Furggenspitz, und einer schmälern, dem Gummberg. Hier liegen noch jüngere Moränen, die bei der Gummmatte am Weg in 1500—1550 m und bei den Gummberghütten in 1709 und 1775 m aufgeschlossen sind. In diesen Aufschlüssen kann deutlich die aus grossen, eckigen Blöcken zusammengesetzte Oberflächenmoräne von der untern Grundmoräne unterschieden werden; in der letztern finden sich besonders schön

polierte und gekritzte Kalkgeschiebe. Sie entstammen der Gummfluhkette, die im Norden das Gummbergtälchen flankiert. Die Moränen in 1700—1800 m gehörten drei Hängegletschern an; der eine kam von Norden von der Pointe sur Combaz bis 1700 m herab; der andere stieg von der Gummfluh von Nordwesten bis 1775 m herunter; der dritte lag am Nordabhang des Rothorns in der Wildkehle, östlich vom Col de Jable (1888 m). Als der Meielsgrundgletscher in 1260 m endete, lag die Schneegrenze etwa in 1700 m. Dann wich sie allmählich auf 1800 bis 2000 m zurück. Von den Wildbächen stammen zahlreiche Schuttkegel im Meielsgrund; abgestürzter Schutt findet sich dagegen reichlich in den oberen Nischen.

Die Erkenntnis der Stadien des Arnen- und des Meielsgrundgletschers wird durch Beobachtungen im Saanetal gefördert. Es wurde angenommen, der Saanegletscher habe in der ersten Phase des Bühlstadiums bis Château-d'Oex gereicht, in der dritten bis Gstad. Nun liegt eine jüngere Endmoräne im Saanetal 2 km oberhalb von Gstad bei Boden. Die linksufrige Moräne enthält ausschliesslich Flyschgesteine und zieht gegen Eichmatten über die Talstufe des Fallbachs hinauf, wo sie in 1200 m in Lokalmoräne übergeht. Die beiden Lokalgletscher konnten also bis zum Ausgang der Seitentäler gelangen, als im Haupttal der Saanegletscher bis Boden reichte. Wir nahmen für diese Phase eine Schneegrenze von 1700 m im Gebiet der Lokalgletscher an. Da die Depression der Schneegrenze 900—1000 m beträgt, gehört diese Phase noch ins Bühlstadium, und zwar ist es die letzte. In der ersten Phase desselben waren die beiden Lokalgletscher noch mit dem Hauptgletscher verschmolzen. Die Entwicklung der Kar- und Hängegletscher im Ursprungsgebiet fällt somit ins Gschnitzstadium.

g. Zusammenfassung.

In der Tornettazgruppe lagen im Bühlstadium sechs selbstständige Talgletscher, die 4—9 km lang waren und eine Schneegrenze von 1600—1700 m besassen. Alle stammten aus Karnischen, die sich hoch über der Talsohle befinden. In diesen Karen deuten ausgeprägte Endmoränen ein jüngstes Stadium vor dem völligen Verschwinden an. Wir können es als Gschnitzstadium bezeichnen. Damals gab es 26 kleine Kar- und Hängegletscher mit einer Schneegrenze von im Mittel 2000 m, Depression 600

bis 700 m. Entsprechend der grossen Zahl der hintereinander liegenden Endmoränen rückte die Schneegrenze allmählich von 1600 m bis 2200 m empor. Die von den Gletscherzungen bedeckten Talstücke sind trogförmig profiliert, und in denselben bauen zahlreiche Wildbäche breite Schuttkegel auf. In den Gehänge- und Karnischen erreicht der abgestürzte Schutt grosse Mächtigkeit. Es finden sich im ganzen sieben kleine Seen und drei Sümpfe in diesem Gebiet; drei Seen sind Felsbecken; die vier andern werden von Moränen abgedämmt. Ein grösserer See liegt im Talschluss eines Trogtales; sechs kleinere befinden sich in Karen.

2. Spuren der Eiszeit am Gifferhorn.

Zwischen Lauibach und Simme erhebt sich die Gifferhorngruppe, die symetrisch zu den beiden Flüssen nach Nordwesten und nach Nordosten hin entwässert wird. So mündet bei Bissen in den Lauibach der Turbach, der erst nach Norden, dann nach Westen fliesst und im Unterlauf von Süden den «Scheidbach» aufnimmt. Zwischen beiden rinnt aus einer schuttreichen Nische am Nordabhang des Gifferhorns der Berzgummbach herab ins Turbachtal. Die Talsohle des letzteren ist oberhalb Bissen bis «Beim Bad» und Statt mit mächtigem Moränenschutt angefüllt, in den die Bäche tief eingeschnitten sind, ohne den Fels zu erreichen, so namentlich beim Weiler zum Scheidbach, der sich auf einer Moränenterrasse ausbreitet. Auf dem rechten Ufer wird der Gletscherschutt von Schuttkegeln zahlreicher Wildbäche bedeckt. Die Gesteine in den Moränen sind ausschliesslich Flyschbreccie und dunkle Schiefer, sodann Rauchwacke, die am Amselgrat bei der Talbiegung ansteht. Nummulitenkalk der Hochalpengletscher fehlt. Die lokalen Gletscher, die in der ersten Phase des Bühlstadiums noch mit dem Saanegletscher verschmolzen waren, lagerten die Moränen im untern Turbachtal ab, als Saane- und Lauenengletscher bei Gstad endeten, also in der letzten Phase des Bühlstadiums. Zudem finden sich in allen drei Talrinnen Moränen, die im Gschnitzstadium entstanden.

Oberhalb der Talbiegung dehnt sich im Turbachtal bei Plagfang eine kleine, deutliche Schotterterrasse aus, an die sich bei Wintermatten eine ausgeprägte Endmoräne knüpft; diese ist vom Bach und in Wegeinschnitten an mehreren Orten gut aufge-

schlossen worden; so auch ein zweiter Wall bei Pfaffenberg. Talaufwärts fehlen Moränen; dagegen ist die Schuttbildung durch Absturz, Lawinengang und Anschwemmung eine sehr auffallende. Diese Tatsache rührt daher, dass das obere Turbachtal einen typischen Taltrog bildet, dessen Talflanken eine zu grosse Steilheit besitzen; ja am Ostabhang des Gifferhorns kommen hohe Felsabstürze mit senkrechten Wänden vor, über denen sich eine weniger steile Berglehne hinzieht, der Giffer Schafberg. Talaufwärts wird das Tal breiter und hört mit zwei Nischen auf, die sich oberhalb einer Stufe ausdehnen, das Roscheli und Mattismäder.

Auffallender ist die Stufe im Tal des Scheidbaches. Oberhalb derselben liegt in 1896—2000 m das von Rundbuckeln und einem Moränenwall belebte Kar Turnels. Unterhalb der 250 m hohen Stufe, über welche der Bach in schönem Fall hinunterstürzt, ist das Tal trogförmig profiliert, und auch hier breiten sich riesige Schuttkegel aus. In 1500 m schliesst der Bach bei Zingerisberg die Endmoräne des ehemaligen Turnelsgletschers auf.

Am Nordabhang des Gifferhorns liegt eine von weitem bemerkbare Endmoräne bei Berzgumm in 1670 m.

Die drei Endmoränen lassen auf drei Gletscher schliessen, die eine Schneegrenze von etwa 1900 m verlangten.

VII. Gesamtzusammenfassung über die Vergletscherung der Voralpen.

In den Voralpen des Saanegebietes zeigten zahlreiche kleine Gletscher eine selbständige Entwicklung, als sich der Saanegletscher bis Château-d'Oex zurückgezogen hatte. Damals machten diese lokalen Gletscher einen gut ausgesprochenen Vorstoss, welchem mehrere Rückzugsphasen folgten. In der ersten Phase lag die Schneegrenze am Aussenrand der Alpen in 1500 bis 1600 m, im Innern in 1600—1700 m. Die Depression der Schneegrenze von rund 1000 m spricht deutlich für das Bühlstadium. Den Rückzugsmoränen zufolge stieg sodann die Schneegrenze allmählich auf 2000—2200 m. Deutliche Moränen lassen auf ein etwas längeres Verweilen der Schneegrenze in 1800 m am Aussenrand und in 1900—2000 m im Innern schliessen. Wir können demnach in den über 2000 m hohen Gebirgen das Gschnitzstadium erkennen.

Viele Talgletscher lagen in trogförmig profilierten Tälern, die mit Stufe ins Haupttal münden, und stammten aus Karen, die teils im Ursprungsgebiet, teils an den Talflanken vorkommen. Die Kare liegen oberhalb ausgeprägter Stufen, und viele bergen kleine Seen, die teils durch Fels, teils durch Moräne abgedämmt werden. In allen Trogtälern breiten sich flache Schuttkegel der Wildbäche aus, und in allen Nischen bilden sich steile Schutthalden durch Absturz des anstehenden Gesteins.

Fünfter Teil.

Die allgemeinen Ergebnisse.

Die Beobachtungen über die Spuren der eiszeitlichen Vergletscherung im Saanegebiet ermöglichen uns, einige allgemeine Ergebnisse festzustellen, die teils stratigraphischer, teils geomorphologischer Art sind.

I. Stratigraphische Ergebnisse.

Auf die Stratigraphie haben Bezug Bemerkungen über den petrographischen Charakter der Moränen und Schotter, über die Bestimmung der Schneegrenze und über die eiszeitlichen Schwankungen im Saanegebiet.

1. Petrographischer Charakter der glacialen Ablagerungen.

a. Moränen.

Die Moränen des Saanegletschers sind ausnahmslos durch ausgezeichnet gekritzte Geschiebe charakterisiert. In vollem Umfang gilt hier das Wort Mühlbergs[1]), der die gekritzten Geschiebe mit «Leitmuscheln» vergleicht, ähnlich wie schon 1850 Martins und Gastaldi[2]) gesagt haben: «Les cailloux rayés, ces fossiles caractéristiques des anciens glaciers». In gleicher Weise äusserte sich auch Agassiz[3]). Dagegen ist die Behauptung von

---

[1]) Bei A. Böhm, Geschichte der Moränenkunde, Abh. der k. k. Geogr. Ges., Wien 1901, III. Bd., S. 128.

[2]) Ebenda, S. 100.

[3]) Ebenda, S. 107.