

Über den Rückzug der Würmvergletscherung im obersten Montafon.

Von

Otto Ampferer

ordentl. Mitglied d. Akad. d. Wiss.

(Mit 12 Textfiguren.)

(Vorgelegt in der Sitzung vom 23. April 1942)

Bei den Aufschließungsarbeiten für den Bau von Talsperren im obersten Montafon hatte ich mehrfach Gelegenheit, glazialgeologisch ebenso bedeutsame als auch vergängliche Schuttanschnitte zu beobachten, deren Erkenntniswerte ich hier, wenigstens in Umrissen, für eine weitere Verwertung festhalten möchte.

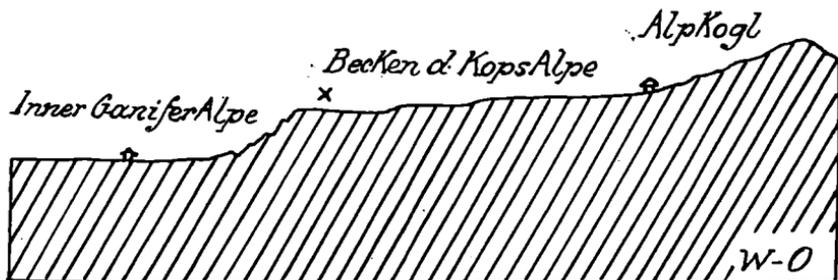


Fig. 1. Längsprofil des Beckens der Kopsalpe.

Bei x machte der abschmelzende Würmgletscher einen längeren Halt.

Die hier zu beschreibenden Aufschlüsse verteilen sich bisher nur auf drei Stellen, von denen die westliche am Rande des Vermuntbeckens, die nördliche am Rande des Beckens der Kopsalpe und die südliche am Rande des großen Beckens des Ochsenbodens liegt.

Die Höhenlage dieser Stellen schwankt zwischen 1700 bis 1980 m.

Ich beginne meine Beschreibung mit den Aufschließungen am schmalen unteren Ausgang der Weitung der Kopsalpe, weil dieselben für unsere Fragestellung besonders klar und lehrreich sind. Fig. 1 legt einen schematischen Längsschnitt durch das

Becken der Kopsalpe vor. Man erkennt unschwer einerseits das flache geräumige Alpbecken, anderseits den schroffen Steilabsturz gegen die Gamfer Alpe. Weiter draußen liegt dann die Steilstufe gegen Parthenen.

Zur Untersuchung für den in der Zukunft beabsichtigten Einbau einer Sperre am unteren Ende dieses Beckens wurden nun knapp vor dem Steilabsturz eine Reihe von Bohrungen — Stollen, Schlitzen — ausgeführt, welche in baulicher Hinsicht gute Ergebnisse brachten.

Hier interessieren uns nur die Schuttauflüsse, welche vor allem zur Kenntnis der Mächtigkeit der Überlagerung des Grundgebirges im Baubereiche ausgeführt wurden.

Fig. 2 gibt hier in einem ungefähr senkrecht zu Fig. 1 angeordneten Querschnitt einen ersten schematischen Überblick.

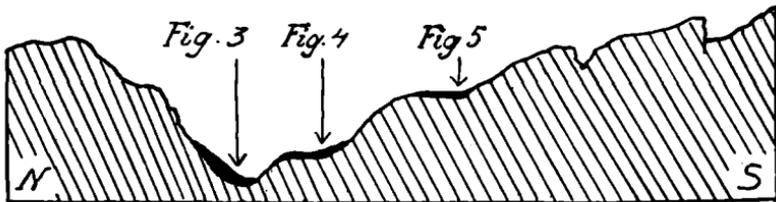


Fig. 2. Querschnitt am Ausgang des Kopsalpebeckens.

Die Pfeile geben die Lage der Fig. 3, 4, 5 an.

Wir erkennen die in festem Amphibolit vom Eise ausgeschliffene Hohlform des Tales und die darauf lagernde verhältnismäßig dünne Schuttbedeckung.

Es sei vorausgeschickt, daß hier vor diesen künstlichen Aufschließungen keine Einsicht in die Schuttbedeckung zu gewinnen war. Um so überraschender waren deren Ergebnisse.

Im allgemeinen besteht die Schuttdecke aus drei ganz verschiedenen Ablagerungen. Zu unterst und meist unmittelbar auf dem eisgeschliffenen Fels lagert eine festgepreßte, manchmal etwas verkittete tonige Grundmoräne mit deutlichen blank geschliffenen Geschieben und abgerundeten Blöcken.

Darüber stellt sich eine Zone von feinen, glimmerreichen Sanden mit schrägen Kieslagen und Lehmstreifen ein. Den Abschluß bilden rostig verkitteter Hangschutt mit scharfkantigen Trümmern und spärlicher Humus. Die Ablagerung der schrägen Feinsande und Lehmblätter steigt etwa 20 m über das Bachbett nach beiden Talseiten an. Im Folgenden sollen nun diese Lagerungs-

folgen an Hand mehrerer Ortsbilder genauer dargestellt werden.

In Fig. 2 ist mit kleinen Ziffern die Reihenfolge der Aufschließungen eingetragen, soweit sie für unsere Beschreibungen in Betracht kommen.

Einer der besten Aufschlüsse befindet sich gegenüber von dem Meßwehr am Nordufer des Kopsbaches. Der hier gebaute Stollen wurde zirka 13 m vorgetrieben, bis er den anstehenden Amphibolit erreichte.

Fig. 3 gibt die dabei aufgedeckte Lagerung und Gliederung der Schuttdecke bekannt. Zu innerst liegt gut bearbeitete, festgepreßte Grundmoräne unmittelbar auf dem Felshange.

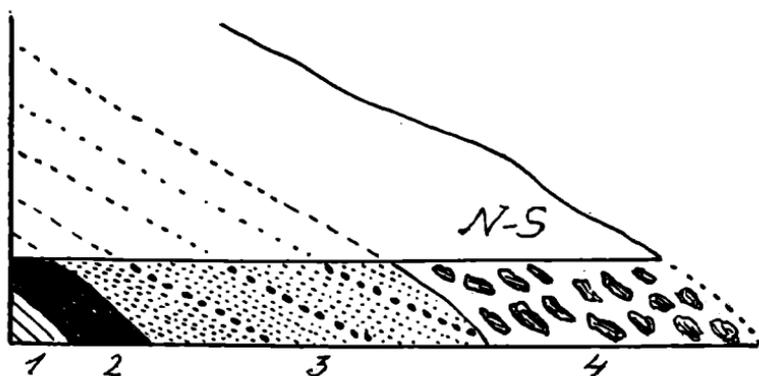


Fig. 3. Profil des 13 m langen Probestollens.

- 1 = Amphibolit.
- 2 = Grundmoräne.
- 3 = Feinsand mit Kies- und Lehmabändern.
- 4 = Verrosteter Hangschutt mit Kantblöcken.

Die Mächtigkeit der Grundmoräne und ihr Tiefgang sind gering, nachdem unter dem Bachbett mit einer Bohrung der steil nordfallend gut geschichtete Amphibolit schon in 4 m Tiefe festgestellt wurde. Die obere Grenze der Grundmoräne ist ziemlich glatt und fällt im Sinne des Berghanges gegen den Kopsbach ab.

Über der Grundmoräne stellt sich eine Zone von feinem und glimmerreichem Sande ein, in welchem schräg abfallende parallele Streifen von Kies und Lehm eingeschaltet sind. Diese Feinsande werden oben von einer ziemlich glatten Grenzfläche abgeschnitten.

Diese Grenze schneidet die Schrägschüttung und deutet eine Erosionsgrenze an.

Darüber erscheint Hangschutt, welcher in der Hangneigung angeordnete, kantig gebrochene Felstrümmer aus Amphibolit ent-

hält. Hangschutt und Felstrümmer sind vielfach rostig miteinander verkittet.

Am gleichen Berghange wurden über diesem Stollen noch zwei kürzere Stollen angelegt, von denen der untere 15 m über dem beschriebenen Stollen noch die Feinsandlage und den Hangschutt, der obere nur mehr den Hangschutt zeigte.

Eine wertvolle Ergänzung brachten dann die Aufschließungen am gegenüberliegenden südlichen Berghang. Hier ist der Aufstieg des Gehänges nicht so steil wie auf der Nordseite und durch eine Reihe von Abstufungen gut gegliedert.

Die Aufschließung der untersten Felsstufe gibt Fig. 4 zu erkennen. Das Gehänge wurde hier durch mehrere Schlitz auf-

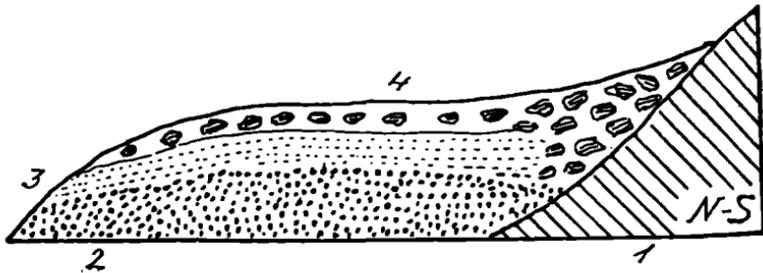


Fig. 4. Schlitz auf der untersten Schulter.

- 1 = Amphibolit.
- 2 = Grundmoräne.
- 3 = Feinsand und Lehm.
- 4 = Verrosteter Hangschutt mit Kantblöcken.

geschnitten. Der Hauptschlitz hat hier unter der Schuttdecke noch einen schönen Gletscherschliff entblößt. Dieser flachgewölbte Schliff schneidet dabei gerade ein Faltgelenk im Amphibolit, welches von breiten Quarzbändern besonders anschaulich gemacht wird.

Auch hier ist auf der untersten Felsstufe dieselbe Art von Schuttbedeckung aufgeschlossen worden. Überall bildet die stark bearbeitete Grundmoräne die unmittelbare Auflage auf dem eisgeschliffenen Grundgebirge. Darüber breitet sich dann die Zone von Feinsand und Lehm und abschließend endlich der Hangschutt aus.

Es ist deutlich zu beobachten, daß sich die Abgrenzungsflächen unserer drei verschiedenen Schuttarten im allgemeinen der Vorzeichnung des darunter befindlichen Felsgehänges anschmiegen. Durch die Einpressung der unter Druck eingefügten

Grundmoränen auch in die kleineren Unregelmäßigkeiten des Felsbodens wurde eine feinere Ausgleichung der Hangkurven herbeigeführt.

Auch an der Südseite des Kopsbaches lassen sich die Feinsande und Lehme ebenfalls nur zirka 20 m über das Bachniveau in die Höhe verfolgen.

Steigt man von dieser unteren Stufe auf die nächsthöhere empor, so findet man auf ihrer Schulter neuerlich Ablagerungen von Grundmoräne.

Dieselbe war zur Zeit meines Besuches durch einen längeren und mehrere kleinere Schlitzse sehr gut aufgeschlossen.

Wie Fig. 5 meldet, legte der Graben an seiner Sohle die hier tief verwitterte Oberfläche des Amphibolits offen und darüber

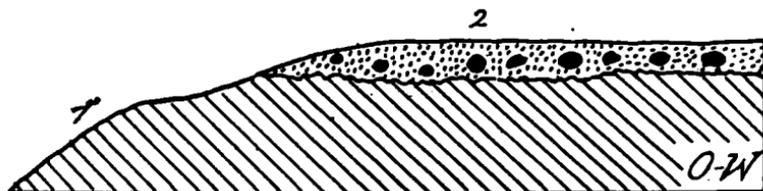


Fig. 5. Schlitz auf der höheren Schulter.

1 = Amphibolit.

2 = Grundmoräne mit geschliffenen Geschieben und Blöcken.

Unter 2 ist der Fels tief verwittert.

reine, stark bearbeitete Grundmoräne mit zahlreichen gekritzten und geschliffenen Geschieben und Blöcken. Auf der Grundmoräne sitzt dann unmittelbar eine schmale, rostige Humuszone. Die Grundmoräne war an den Seitenwänden des Hauptgrabens sehr gut zu beobachten. Zwischen Grundmoräne und der Humuszone fehlt aber jede Andeutung der Feinsande und Lehmstreifen. Es ist wahrscheinlich, daß ihre Ablagerung nie so weit heraufgereicht hat.

Zusammenfassend kann man sagen, daß über der vom Eise tief ausgeschliffenen Ausgangsrinne des Kopsbeckens zunächst stark bearbeitete Grundmoräne zur Ablagerung kam. Es ist sehr wahrscheinlich, daß diese Grundmoräne den eingepreßten und liegendebliebenen Schleifschlamm bedeutet, dessen sich der alte Gletscher zur Ausfegung und Glättung seiner Laufbahn bediente. Offenbar ist nur mehr ein bescheidener Teil dieses Schleifmittels bis heute erhalten geblieben.

Die über der Grundmoräne eingeschaltete Zone von Feinsand und Lehm ist nur als eine Ablagerung von Feinmaterial in Wasser verständlich. Man könnte zunächst an eine Verlandung eines Stausees im Kopsbecken denken. Eine solche Ablagerung in der Ausgangsrinne dieses Beckens ist aber nur möglich, wenn diese Rinne gegen den unmittelbar benachbarten schroffen Absturz, gegen die zirka 200 *m* tiefere Ganifer Alpe, versperrt war.

Eine solche Absperrung kann nur durch die Eismasse des alten Würmgletschers bewirkt worden sein. Dazu mußte aber das Eis aus dem Becken der Kopsalpe zuerst abgeschmolzen sein, vor der Ausgangsrinne aber noch entsprechend hoch stehen, daß die Feinsande und Lehme bis zirka 20 *m* Höhe abgelagert werden konnten.

Die geringe Höhe dieser Ablagerung beweist uns, daß diese Eissperre nur relativ kurze Zeit bestanden haben kann und dann abschmolz.

Eine weitere Eigentümlichkeit besteht dann in dem Auftreten von Schrägschichtungen, welche von den Seitenhängen gegen den Kopsbach zu abfallen. Auch dafür scheint mir eine Eissperre eine brauchbare Erklärungsmöglichkeit zu bieten. Wenn hinter der Eissperre ein Stausee lag, so ist es wahrscheinlich, daß dessen Wasser zwischen Fels und Eis vermöge seiner Erwärmung einen Durchlaß mit Aufschmelzungen versuchte.

Auf diese Weise können sich unter dem Eise randliche Hohlräume herausgebildet haben, in welche Einlagerungen von Feinsanden und Lehm unter schräger Schichtung stattfinden konnten. An einem solchen Schmelzrande des alten Würmgletschers können sehr mannigfaltige und unregelmäßige Einschichtungen zustande kommen, wie ich mich im Jahre 1936 an den Schmelzrändern des Pasterzengletschers überzeugen konnte. Eine solche Einfüllung in Hohlformen zwischen Eis und Fels kann auch das Gegeneinanderfallen der Schichtung an beiden Talseiten zur Erklärung bringen.

Wenn man sich diesen Zustand der Eissperre vor dem Becken der Kopsalpe in das Profil von Fig. 1 einträgt, so erhält man das Schema von Fig. 6, das uns eine neue Vorstellung vom Rückzug der Würmvergletscherung im hinteren Montafon vermittelt.

Danach muß die Abschmelzung in unserem Bereiche in der Höhe schon eine starke Wirkung erreicht haben, während die ungeheure Masse des Illgletschers in der flachen Talstrecke des Montafons verhältnismäßig langsamer abschmolz. Freilich darf man nicht vergessen, daß die Dicke der Eisdecke in der Höhe viel

geringer und die Sonnenbestrahlung weit kräftiger als in den großen Talräumen war.

Um die Richtigkeit dieser Auffassung zu prüfen, war der nächste Weg, die Verhältnisse in den benachbarten Becken des Vermuntstausees und des Großen Ochsenbodens zum Vergleiche heranzuziehen.

Auch hier boten vielfach technische Bauaufschlüsse die erwünschte Gelegenheit zur Einsicht in die Zusammensetzung und Art der Ablagerung der vorhandenen Schuttmassen.

Die künstlichen Aufschließungen am Vermuntstausee beschränken sich auf die Anschnitte der Autostraße und von Baugruben an dem Ostufer.

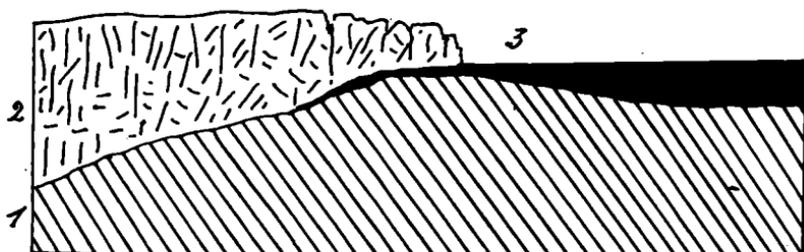


Fig. 6. Schema für die Einfüllung von Feinsedimenten in Hohlräume am Schmelzrande des Würmgletschers.

- 1 = Grundgebirge.
- 2 = Abschmelzender Würmgletscher.
- 3 = Stausee mit Feinsedimenten.

Entlang der Autostraße ist in ziemlich großen Massen Grundmoräne anstehend, welche reichlich größere abgerundete und häufig geschliffene Gneisblöcke verschiedener Art enthält. Daneben finden sich aber auch kleinere und größere Nester von feinerem, geschichtetem Sand, welche mehrfach als Zuschläge für Betonierungen abgebaut wurden.

Das Auftreten dieser Sandeinschaltungen gibt Fig. 7 schematisch nach einem künstlichen Aufschluß oberhalb der Autostraße wieder.

Hier tritt über dem Grundgebirge aus Augengneis unten eine grobe, blockreiche Grundmoräne und darüber ein Durcheinander von unruhig geschütteten, quarzreichen, feineren grauen Sanden mit Schottereinsätzen auf. Einen äußeren Abschluß bildet ein schräger, sandiger, gelblicher und verrosteter Überzug.

Zur Ergänzung dieses Aufschlusses ist in Fig. 7 auch noch ein Profil durch die Baugrube beigefügt, welche den Bau der Schuttmassen zwischen Autostraße und Vermuntstausee erläutert.

Diese Baugrube war zur Zeit meines Besuches etwa 10 *m* tief unter dem benachbarten Spiegel des Stausees ausgehoben und zeigte von unten nach oben mächtige, dichte, graue Grundmoräne mit zahlreichen Blöcken und mehreren Einschaltungen von Nestern schräggeschichteter Sandlagen. Gegen oben geht diese graue Moräne ohne scharfe Grenze in grobes, bräunliches Blockwerk über. Gegen den Stausee zu schließt sich an dasselbe eine gering mächtige Wechselfolge von feinen, horizontalen Sand- und Lehmlagen an, welche von dünnen, verkitteten Rostfugen voneinander getrennt werden.

Überblickt man diese Aufschlüsse am Ostufer des Vermuntstausees, so vermag man ebenfalls eine Dreigliederung in liegende Grundmoräne, eine unruhige Sand- und SchotterSchüttung und abschließend eine verrostete Deckzone zu erkennen. Infolge der viel länger ausgedehnten Ablagerung entlang des Stausees sind die Verhältnisse hier nicht so klar wie am Rande des Kopsbeckens zusammengefaßt. Immerhin bleibt der Unterschied zwischen der einheitlichen, liegenden Grundmoräne und der unruhigen, vielfach schräggeschichteten und nur nesterweisen Anordnung von Sand und Schotter bestehen.

Auch hier bietet die Annahme von Einschwemmungen von Sand und Schotter in Hohlräume am Rande des tief abgeschmolzenen Illgletschers die einfachste Erklärung dieser Lagerungsformen.

Vom Vermuntstausee leitet zum Becken des Großen Ochsenbodens ein mäßig steiles und ziemlich breites Felsgelände empor, in das die Ill eine wilde, schmale Klamm eingeschnitten hat. Das hier anfangs steiler, dann sehr flach ansteigende Felsgelände ist nur teilweise in einzelnen Mulden von Grundmoränenresten bedeckt. Erst durch künstliche Einschnitte konnten diese Ablagerungen der Grundmoränen genauer beobachtet werden. Es handelt sich hier um typische, stark bearbeitete graue Grundmoräne, welche vielfach noch von Torflagern eingedeckt wird.

Erstaunlich ist, daß die Anhäufung von Torf hier bis zu 7 *m* Mächtigkeit erreicht hat und mehrfach Äste und Baumstämme noch in einer Höhe von nahe 2000 *m* umschließt.

Das Becken des Großen Ochsenbodens wird beim Madlener Haus — 1986 *m* — durch zwei Felsriegel abgeschlossen, zwischen denen die Ill sich einen Ausweg ins Montafon verschafft hat.

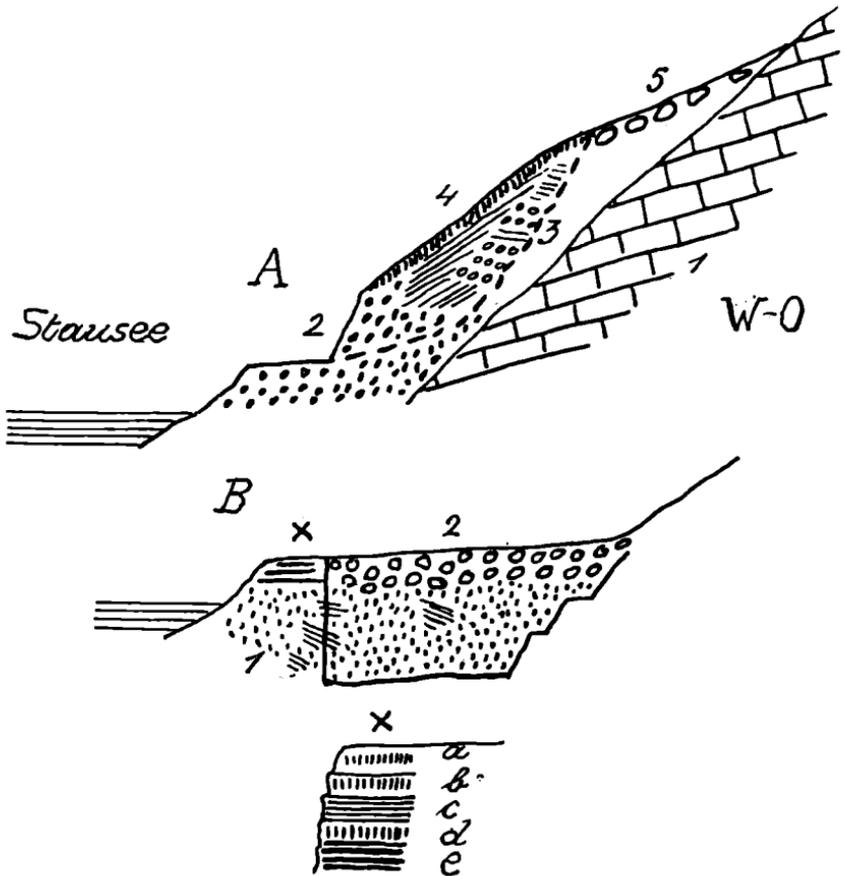


Fig. 7. A Ansicht der Sand-Schotter-Grube.

- 1 = Augengneis.
- 2 = Grundmoräne.
- 3 = Schrägschüttung von Sand und Schotter.
- 4 = Verrosteter Hangschutt.
- 5 = Blockwerk.

B Schnitt durch die Baugrube.

- 1 = Grobe Grundmoräne mit schrägeschütteten Sandnestern.
- 2 = Sehr grobes Blockwerk.
- × a = rostig verkittet,
- b = feine Rostlage,
- c = feiner Sand und Lehm,
- d = Rostlage,
- e = grauer, zäher Lehm.

Dieser Engpaß ist durch eine ausgedehnte Baugrube tiefgreifend erschlossen worden und hat dabei auch für unsere Fragestellung neue Angaben geliefert.

Fig. 8 legt einen schematischen Querschnitt durch diesen Engpaß vor, welcher die Abgrenzung der Schuttdecke gegen den Felsgrund erkennen läßt. Die untersten Teile der Schuttauflagerung bildet auch hier wieder stark bearbeitete Grundmoräne, welche aber nicht geschlossen durchzieht. Am besten war diese Grundmoräne an der Nordseite der Talfurche zu sehen. Hier war vorübergehend ein Anschnitt offen, den Fig. 9 in Umrissen festhält.

Man konnte hier deutlich verfolgen, wie das Eis mit großer Schubgewalt eine oberflächliche Scholle von verwittertem Schiefergneis losgerissen, heftig gefaltet und mit Grundmoräne verknietet über den anstehenden frischen Schiefergneis in der Richtung von

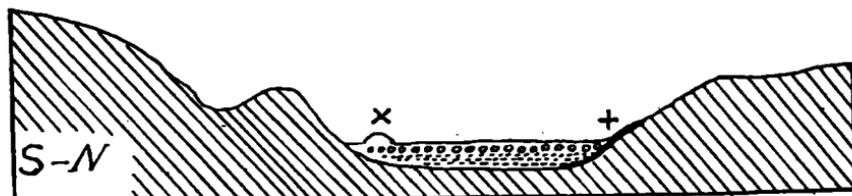


Fig. 8. Querschnitt durch die Felsenge beim Madlenerhaus, 1986 m, am Ende des Großen Ochsenbodens. 

O gegen W eine Strecke weit verschoben hat. Dieses Bild ist auch für die Richtung des Eisschubes bezeichnend.

Über der Grundmoräne setzen dann in der Talfurche feine Sande und Lehme mit rostigen Lagen ein. In den Sanden stecken größere Blöcke, die wahrscheinlich von Treibeis abgelagert wurden. Über der Sandzone folgen weiter ziemlich mächtige grobe Illschotter, welche sich unmittelbar in die Schotterdecke des Beckens des Großen Ochsenbodens hinein fortsetzen.

Auf der Südseite des in Fig. 8 abgebildeten Querschnittes ist ein kleiner Wall verzeichnet, der heute aber bereits zerstört ist.

Dieser Wall hatte, wie Fig. 10 erzählt, einen merkwürdigen, ganz von einem Moränenwalle abweichenden Inhalt und Aufbau. Er bestand aus einem Kern von Schotter, über welchen gelblich-graue, rostige Feinsande schräg geschüttet waren. Es kann sich sowohl nach dem Material als auch der Lagerung keinesfalls um einen Moränenwall handeln.

Vielmehr dürfte hier wiederum eine Einschwemmung von Schotter und Feinsand in einen Eistunnel am Schmelzrande des

Illgletschers vorliegen. Nach dem Abschmelzen des Eisrandes blieb dann diese Ausußform des Eistunnels zurück und wurde endlich erst durch menschliche Baueingriffe abgetragen. Es ist klar, daß es sich hier um eine nur selten erhaltene Aufschüttungsform handelt. Vielleicht waren ursprünglich mehrere solche Aus-

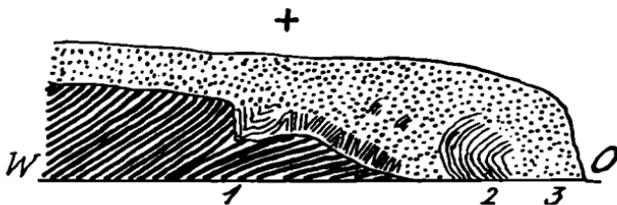


Fig. 9.

- + 1 = Frischer Schiefergneis.
 2 = Verwitterter und heftig gefalteter Schiefergneis.
 3 = Grundmoräne.
 Eisschub von 2 + 3 gegen und über 1 von O gegen W.

stopfungen von Eistunnels hier vorhanden, von denen sich aber nur ein einziger so lange Zeit zu erhalten vermochte.

Nach dieser Vorlage des bisherigen Fundmaterials sollen nun noch kurz die daraus ableitbaren allgemeineren Einsichten zu Worte kommen.

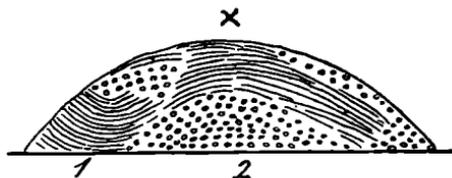


Fig. 10.

- × Anschnitt eines kleinen Schuttwalles.
 1 = Feinsande.
 2 = Schotter.

Wahrscheinlich Ausfüllung eines Eistunnels.

Wir befinden uns mit diesen drei Belegstellen im Hintergrunde des Montafoner Tales, dessen Eismassen in der Zeit der Würmvergletscherung von dem Illgletscher dem weit größeren Rheingletscher zugeführt wurden. Nahe seiner Mündung ins Rheintal fanden wir noch eine reiche Sammlung von erratischen Gesteinen des Illbereiches auf dem Scheidekamm, welcher von den Drei Schwestern gegen Feldkirch herabsteigt.

Hier bildet der Frastanzer Sand ein hohes Pult, auf dessen Ostseite das Illerrattikum bei der Sarojenalpe bis zirka 1500 *m* emporreicht, wogegen auf seiner Westseite jenes des Rheingletschers nicht so hoch heraufreicht.

Diese Höhenwerte stammen wohl aus dem Maximum der Würmvergletscherung und rufen uns die gewaltige Mächtigkeit des damaligen Illgletschers ins Bewußtsein, der noch nach einem Laufe von zirka 45 *km* vom Piz Buin — 3316 *m* — am Frastanzer Sand noch eine Höhe von 1500 *m* zu erreichen vermochte. Freilich wissen wir nicht, ob zur Zeit des alten Illgletschers noch ähnliche Höhenverhältnisse herrschten oder ob man mit größeren Verbiegungen zu rechnen hat. Es ist uns zwar bekannt, daß das Rheinsystem gegenüber dem Innsystem eine Senkung von zirka 500 *m* erlitten hat, doch ist es wahrscheinlich, daß dieser Vorgang beträchtlich älter sein dürfte. Machen wir also die Annahme, daß

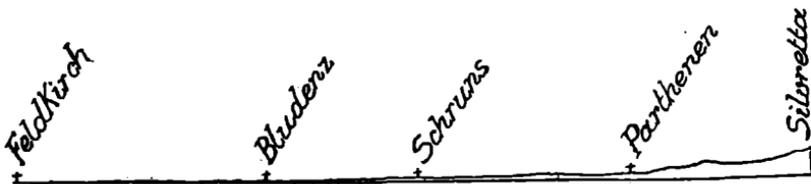


Fig. 11. Schema der Gefällsverteilung für den Würmgletscher.
Nur das oberste Viertel der Laufstrecke lieferte reichliche Triebkraft.

keine wesentliche Verstellung der Höhenverhältnisse vorliege, so wäre nach der üblichen Vorstellung die Abschmelzung dieser Rieseneismasse durch Erwärmung von oben her zustande gebracht worden. Die Annahme, daß die Abschmelzung durch eine Erwärmung des Untergrundes vollzogen wurde, ist meines Wissens noch nie ernstlich in Betracht gezogen worden.

Wenn man den schematischen Bahnschnitt des alten Illgletschers von Fig. 11 betrachtet, so fällt gleich auf, wie sehr ungleich die Verteilung des Gefälles ist.

Vom Silvrettakamme treffen wir bis zur Talstelle von Parthenen auf eine Horizontalstrecke von 15 *km* mehr als 2000 *m* Abfall und von dort bis Feldkirch auf eine Strecke von zirka 40 *km* nur mehr einen Gefällsrest von zirka 540 *m*. Aus dieser schroffen Ungleichheit des Gefälles geht hervor, daß die Triebkraft der Eismasse zur Hauptsache im Hintergrunde des Tales aufgespeichert erscheint und weiter die stärksten Auswärtknickungen am Rande der Hochbecken zu finden sind.

Das heißt mit anderen Worten, das hohe Eis wird verhältnismäßig rasch zur hintersten Talstelle gebracht und muß sich hier anstauen, weil der flache Weiterweg mit langsam fließenden Eismassen verlegt ist.

Tritt nun eine Erwärmung und Verminderung der Niederschläge ein, so wird sich das vor allem am unteren Ende des Gletschers geltend machen und dort ein Abschmelzen und Zurückweichen seiner Zunge herbeiführen.

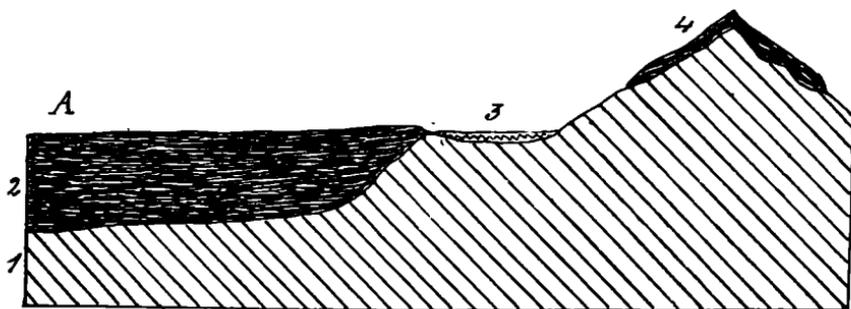
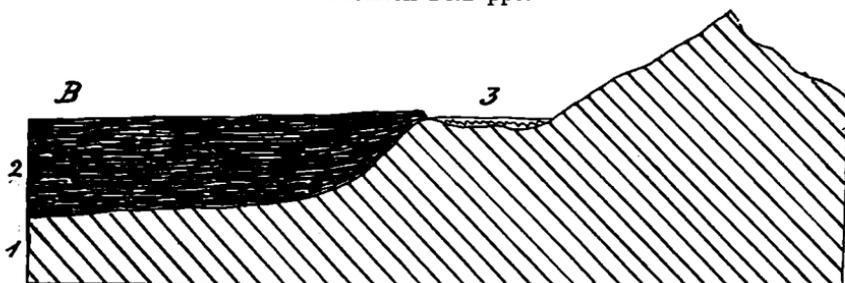


Fig. 12 A = Ausaperung einer mittleren Zone zwischen dem Taleis und der obersten Eiskappe.



B = Ausaperung des obersten Gebirges.

- 1 = Grundgebirge.
- 2 = Taleis.
- 3 = Stausee mit Sedimenten.
- 4 = Eiskappe des Gipfels.

Es ist aber auch möglich, daß im Hintergrunde der Vergletscherung an den Sprungkanten des Gefalles bei einer stärkeren Verdünnung der Eisedecke ein Abreißen und Ausapern stattfindet. Im hintersten Montafon ist dieser Fall offenbar verwirklicht worden.

Eine weitere Frage ist es nun, ob diese hier angezeigten hohen Ausaperungen nur einen Gürtel in der Gegend der hohen

Talbecken oder die ganze Gipfelzone betroffen haben? Derzeit scheint mir die Annahme einer mehr lokalen Begrenztheit der Ausaperungen wahrscheinlicher zu sein.

Es stehen sich also die zwei Deutungen einander gegenüber, welche die Schema von Fig. 12 zu bedenken geben.

Falls diesen hohen Ausaperungen nicht bloß eine lokale, sondern eine regionale Ausdehnung zufällt, so haben sie für den Rückzug der Würmvergletscherung wohl eine beschleunigende Wirkung gehabt.

Es ist dasselbe, als wenn eine Kerze an ihren beiden Enden gleichzeitig angezündet wird.

Durch einen hohen Ausaperungsgürtel würde aber der Eisbewegung überhaupt ein wesentlicher Teil ihrer Treibkraft entzogen. Es hätte dies ungefähr dieselbe Wirkung wie eine Erniedrigung des Gebirges von über 3000 *m* Höhe auf etwa 2000 *m*. Natürlich gilt dies nur mit vielen Ausnahmen als eine ganz allgemeine erste Übersicht.

Der Riesenleib des mittleren Teiles des Eisstromes verliert einen großen Betrag seiner Bewegung und nähert sich allgemach einer Toteismasse. Wie sich dies in den Einzelheiten vollzieht, ist derzeit noch unbekannt.

Im Falle des Illgletschers dürfte der unterste Teil, welcher in dem flachen und breiten Talgebiete zwischen Bludenz und Feldkirch lagerte, zuerst ins Stocken geraten sein.

Wahrscheinlich geht die dichte Überstreuung dieses Gebietes mit ungezählten großen, kantigen Silvrettablöcken auf das Aufschmelzen und Niedersinken aus den Toteismassen zurück. Bei diesem Vorgang kann leichter eine mehr gleichmäßige Verteilung als beim strömenden Eise entstehen.

Für eine weitere Verfolgung dieser verschiedenen Fragen wäre zunächst eine Untersuchung der Hintergründe von anderen vergletscherten Hochtälern von großer Bedeutung. Besonders bieten dabei solche Stellen eine bessere Aussicht auf Erfolg, welche z. B. durch die künstlichen Aufschlüsse für die vielen geplanten Wasserkraftwerke mit ihren oft hochgelegenen Stauräumen eine tiefere Einsicht in den Bau der Schuttbedeckungen ermöglichen.

Bei der Kurzlebigkeit der meisten dieser Aufschlüsse ist nur von einer verständigen Zusammenarbeit von Bauingenieuren und Geologen ein rascherer Fortschritt unserer Kenntnisse vom Verlaufe der Abschmelzung der großen Eismassen der alten Gletscher zu erwarten.