

Über die Aufschließung der Liegendmoräne unter der Höttinger Breccie im östl. Weiherburggraben bei Innsbruck.

Von **Otto Ampferer**.

Mit 4 Photographien auf Tafel V und VI und 6 Zeichnungen im Text.

Die Höttinger Breccie spielt in der Eiszeitlehre eine große Rolle, seitdem Penck 1882 dieselbe auf Grund von Moränen, die er in ihrem Liegenden fand, für interglazial erklärt hat. Sie wird von den Anhängern einer Mehrzahl der Vergletscherungen als eine der wichtigsten Beweise für ihre Anschauungen aufgeführt. Diejenigen dagegen, die durchaus an einer Einheitlichkeit der Eiszeit festhalten wollen und die Existenz von großen Interglazialzeiten in Abrede stellen, bezweifeln, daß die Moräne wirklich im Liegenden der Breccie auftritt, und glauben die Lagerungsverhältnisse durch eine Einpressung der Moräne in eine im Steilabfall der Breccie vorhandene Höhlung erklären zu können. Um hier Klarheit zu schaffen, regte Geheimrat Prof. Dr. R. Lepsius Pfingsten 1912 auf dem Deutschen Geographentag in Innsbruck an, man möchte doch durch einen Stollen die Breccie unterfahren und so den Streit entscheiden.

In der Zeit vom 8. Mai bis 23. August 1913 wurde nun im östlichen Weiherburggraben bei Innsbruck mit Subventionen der Kgl. Preussischen Akademie der Wissenschaften in Berlin und der Kais. Akademie der Wissenschaften in Wien ein 20 m tiefer Stollen unter die Basis der Höttinger Breccie vorgetrieben. Herr Geheimrat Professor Dr. R. Lepsius, der die Anregung zu diesem Baue gegeben, Dr. Bruno Sander, Kommerzialrat Ing. L. St. Rainer und der Berichterstatter überwachten die Ausführung desselben. Der Stollen befindet sich im östlichen Weiherburggraben gerade in jenem Aufschluß, welcher seit jeher als Hauptbeweisstelle für die Arnahme der Unterlagerung der Breccie durch eine ältere Grundmoräne angesehen wurde.

Die Stelle ist nicht nur in dem vielbenutzten Werke „Die Alpen im Eiszeitalter“ von A. Penck und Ed. Brückner zwischen Seite 384 und 385 abgebildet, sondern dieselbe wurde auch bei zahlreichen Exkursionen besucht und ist daher weitaus am bekanntesten.

Der Innsbrucker Verschönerungsverein, welcher im vorigen Jahre die schöne Greilpromenade vom Schloß Weiherburg bis zur Höhe der Hungerburg erbaut hat, zeigte sein lebhaftes Interesse für die Erhaltung und Zugänglichmachung dieses Stollens durch Anlage eines guten Weges, welcher von der Promenade oberhalb vom Schloss Weiherburg gegen Osten abzweigt und die Benennung „Geologensteig“ trägt.

Das Bild der Aufschlüsse, welches durch den Stollen eröffnet wird (Fig. 1), hatte selbst für die Anhänger der Unterlagerungshypothese manche Überraschung.

Die Höttinger Breccie lagert im östlichen Weiherburggraben, wie Fig. 1 und 2 und auch die zwei Abbildungen auf Tafel V zeigen, in horizontalen Schichten. Da sich der Grenzschnitt gegen die liegende Grundmoräne nach Westen senkt, so treten in dieser Richtung noch tiefere Lagen der Breccie hervor, welche weniger fest verkittet sind. In diese lockeren Breccienlagen, welche stellenweise sehr grobe Kalkblöcke enthalten, ist eine schmale Zone von zähem, rotem Letten eingeschaltet. An der Grenze zwischen Grundmoräne und Breccie erscheint ein Streifen von gelblichem, sandigem, stellenweise rostigem Lehm (Fig. 2). An der Ostkante des Aufschlusses sehen wir dann den Rest einer aus gut gerollten Schottern bestehenden jüngeren Überlagerung, welche sich unmittelbar an die Stirne der Breccie anlehnt und auf der Grundmoräne ruht. Knapp östlich des Stollenmundloches bei *a* in Fig. 2 steckt ein Stück eines größeren Wurzelstockes (wahrscheinlich von einer Buche) aufrecht in der Grundmoräne, welches zuerst von Geheimrat A. Penck aufgefunden wurde.

Es lag nach diesen Grenzverhältnissen nun die Erwartung nahe, daß sich im Stollen auch bergwärts ein Sinken der Breccienbasis einstellen würde. Gerade das Umgekehrte traf zu.

Der Stollen wurde so angelegt, daß die Basis der Breccie sein Dach bildete. Es hat dies nicht nur den großen Vorteil, daß man eine feste Decke besitzt, sondern es gestattet so die Seitenwände des Stollens auch einen genauen Einblick in die Grenzverhältnisse beider Schichten.

Die Basis der Breccie steigt nun vom Mundloch des Stollens bis zu m 12 fortwährend ziemlich steil an und befindet sich hier etwa

4 m höher als am Eingang. Die Basisfläche selbst ist verhältnismäßig glatt und nur, dem Ansatz neuer Schichten entsprechend, leicht gestaffelt. Während die Wände der Breccienhöhlen (vgl. die Abbildungen Taf. V) ausnahmslos rau, höckerig, unregelmäßig bogig verlaufen, zeigt die Decke des Stollens eine auffallend regelmäßige, erst an-, dann absteigende Fläche. Da der Stollen unter dem fast 2·5 m überhängenden Dach der Breccie beginnt, kann man hier unmittelbar eine von der Erosion geschaffene Höhlenfläche mit der Auflagerungsfläche vergleichen.

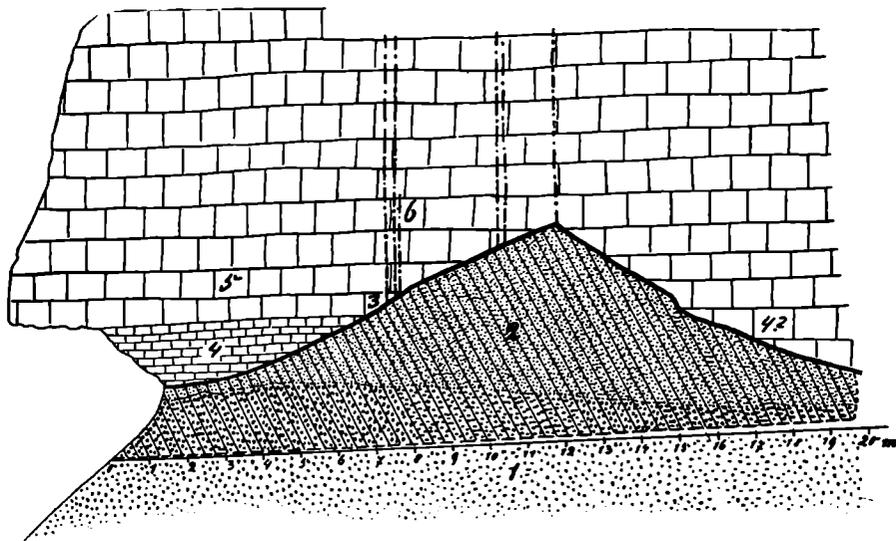


Fig. 1. Profil durch den Stollen im östlichen Weiherburggraben.

- | | |
|---|---|
| 1 = Untere gelblichgraue und | 4 = Locker verkalkte rötliche und |
| 2 = obere weißlichgraue Fazies der Grundmoräne; | 5 = fest verkalkte gelblichgraue Höttinger Breccie; |
| 3 = Streifenlehm; | 6 = Sprünge. |

Die schräge Schraffur deutet den Hohlraum des Stollens an, welcher ca. 60 m³ beträgt.

Dazu tritt noch folgender Umstand:

Die Aushöhlung der Breccienwand im östlichen Weiherburggraben ist nicht nur eine Rückwitterung der liegenden Grundmoräne, sondern großenteils eine Auswitterung der unteren, viel lockerer verkitteten Breccienbänke. Der Stollen ist nun gerade so angesetzt, daß etwa noch 1·5 m von der unteren lockeren Breccie am Eingang darüber ansteht. Es ist klar, daß, wenn die aufgeschlossene Fläche eine Höhlenfläche wäre, sicherlich diese Vorrangung von lockerer Breccie bei der Auswitterung zerstört worden wäre.

In der Brecciendecke des Stollens (Fig. 1) sind zwischen m 7 und 8 und zwischen m 10 und 11 mehrere schräg zur Stollenachse streichende schmale Klüfte vorhanden, deren Ränder keine erkennbare gegenseitige Verschiebung zeigen. Bei m 12 ist die Breccie von einem bedeutenderen Riß durchschnitten, an dem der hintere Schichtteil etwas gesenkt erscheint. Es handelt sich hier um Klüfte, welche in der Breccie durch kleine Absenkungen entstanden sind und welche die vordersten Teile der Wand zum Abbruch vorbereiten. Von dem Riß bei m 12 an senkt sich nun die Basis der Breccie im Stollen regelmäßig, und zwar etwas steiler bergewärts ab. Sie hält diese Neigung

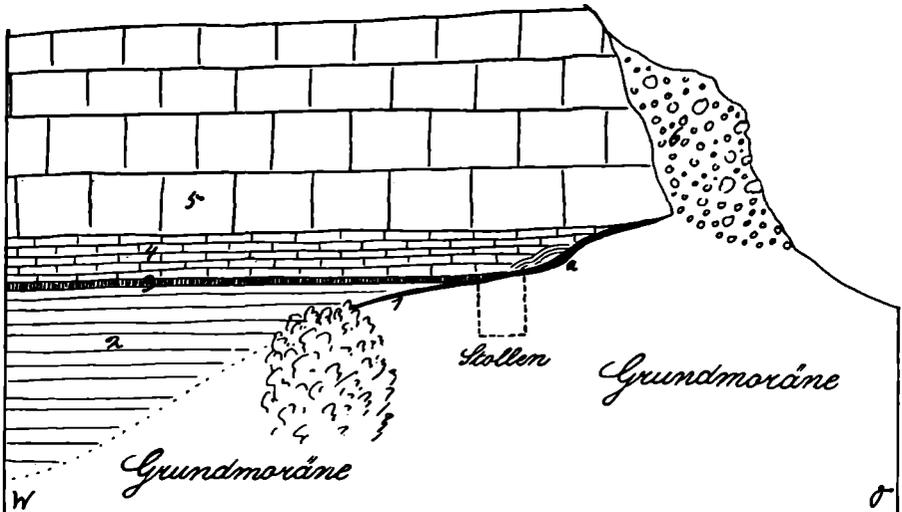


Fig. 2. Schema des obersten Teiles des östlichen Weiherburggrabens mit dem Stollen. 1 = Streifenlehm; 2 = grobe, lockere, rötliche Breccie; 3 = Lage von rotem Letten; 4 = feinere, lockere, rötliche Breccie; 5 = feste gelblichgraue Breccie; 6 = leicht verkalkte Schotter. Bei a Fundstelle eines Wurzelstockes in der Grundmoräne.

bis zum Ende unseres Aufschlusses inne. Auch dieser Teil der Basisfläche ist ganz höhlenunähnlich entwickelt.

Während also der Stollen in der Richtung von S nach N diese große Wölbung der Basisfläche der Breccie enthüllt, ist in der dazu senkrechten Richtung stets ein Gefälle dieser Fläche von O gegen W vorhanden, wie es ja auch dem Tagesaufschluß entspricht.

Unterhalb der Breccie lagert in großer Mächtigkeit feste zähe Grundmoräne.

Zwischen der Grundmoräne und der Breccie ist nun fast allenthalben eine 5—10 cm dicke Schichte eines gelblichen sandigen, viel-

fach feingeschichteten Lehms eingeschaltet. Es ist dies eine durchaus selbständige Bildung sowohl gegen die darüberlagernde Breccie, als auch gegen die darunter befindliche Grundmoräne. Die Schichten der Breccie schneiden an diesem Belage schräg ab und die Grundmoräne ist nach Struktur und Material scharf davon getrennt. In der Grundmoräne finden sich gekritzte Geschiebe bis knapp an diesen Streifenlehm heran. In dem letzteren ist aber nirgends ein Geschiebe enthalten. Diese Grenzschichte zwischen Breccie und Grundmoräne ist hin und hin von rostigen Lagen und Fugen durchzogen. Auch bilden schwächer und stärker verrostete Lagen eine feine Bänderung aus, welche parallel der ganzen Schichtlage angeordnet ist.

Da sich diese Grenzschichte genau zwischen Breccie und Grundmoräne hält, zeigt sie steiles Auf- und Absteigen, wobei die feine Bänderung konkordant mitfolgt.

Die Grundmoräne, welche durch den Stollen ausgezeichnet aufgeschlossen wurde, erscheint durchaus in zwei deutlich verschiedenen Ausbildungen, welche übereinander angeordnet sind¹⁾.

Die untere Moränenart, welche in den Tagesaufschlüssen der Weiherburggräben nahezu ausschließlich vorherrscht und unmittelbar auf einem Triasdolomit (Mylonit) aufruht, zeigt sich in trockenem Zustand als gelbliche, tonreiche Grundmoräne mit vielen schönen, oft spiegelblank polierten Geschieben. Die obere Moränenart ist dagegen weißlich grau gefärbt und enthält viel reichlichere Geschiebe, wobei

¹⁾ Nach zwei Analysen, welche ich der Freundlichkeit von Herrn Dr. Hackl verdanke, sind die Unterschiede der beiden Moränenarten auffallend groß. Es hat sich ergeben:

	Untere Grundmoräne %	Obere Grundmoräne %
Unlöslicher Rückstand (in Säure unlösliche tonig-kieselige Bestandteile)	77·81	30·19
Al ₂ O ₃	3·50	1·63
Fe CO ₃	4·80	} Spur
	{ 2·97 Fe O 1·83 CO ₂	
Ca CO ₃	6·89	} 47·15 { 26·43 Ca O 20·72 CO ₂
	{ 3·86 Ca O 3·03 CO ₂	
Mg CO ₃	5·64	} 20·29 { 9·65 Mg O 10·64 CO ₂
	{ 2·68 Mg O 2·96 CO ₂	
H ₂ O	1·11	1·07
	99·75	100·33

neben fein polierten auch viele nicht so gut bearbeitete Stücke vertreten sind. In beiden Moränenarten finden sich gar nicht selten zentralalpine Gerölle. Die obere Grundmoräne ist im Gegensatz zur unteren stellenweise ziemlich stark ausgewaschen und an solchen Stellen dann kiesig entwickelt. Die untere ist allenthalben sehr gleichmäßig und von idealer Grundmoränenstruktur.

Unter den gekritzten Geschieben der Grundmoränen finden sich sehr häufig dunkle Kalke und Dolomite der Trias (Reichenhaller Kalke, Muschelkalk, Raiblerkalke, Hauptdolomit und Plattenkalk, sowie helle Kalke (Wettersteinkalk, Liaskalke). Selten sind Geschiebe von Buntsandstein zu treffen. Unter den zentralalpinen Geschieben herrschen wohl vor allem verschiedenartige Amphibolite vor. Unter den Amphiboliten konnte in einem von Geheimrat A. Penck gesammelten Stück eine für den Überschiebungsrand im Unterengadin (Fluchthorn-Vesulspitze) typische Mylonitbreccie erkannt werden.

Außerdem weisen noch auf das Engadiner Gebiet Grünschiefer (sehr ähnlich den Diabasschiefern von Finstermünz), Diabasporphyrite und möglicherweise auch grüne Granite (Bestimmungen von Dr. W. Hammer). Granatamphibolite, Biotitorthogneisse sind ebenfalls nicht selten. Die Hauptmasse der Geschiebe stammt ersichtlich aus dem benachbarten kalkalpinen Gebirge und die zentralalpinen Zuschüsse sind wohl aus dem Oberinntal abzuleiten.

Die Grenze der beiden Grundmoränenarten ist scharf und verläuft in einer leicht gewellten, etwas bergwärts sinkenden Fläche durch den ganzen Stollenaufschluß. Auch senkrecht dazu ist ein wechselnd starkes Gefälle gegen Westen vorhanden. An einer Stelle, bei m 27, Fig. 3, war eine deutliche zweifache Verzahnung von unterer und oberer Grundmoräne zu sehen.

Eine Gliederung der Grundmoränenmassen in verschiedene Zonen ist in vielen größeren Aufschlüssen zu beobachten. Es ist eine Art von Schichtung, welche dadurch entsteht, daß beim Vorrücken und Rückweichen der Vergletscherung sich oft beträchtliche Verschiebungen in den Eisstromfäden und damit in der Moränenführung ergeben.

Weiters ist bemerkenswert, daß diese Art von Schichtung, soweit meine Erfahrungen reichen, sich der allgemeinen Neigung des Grundgebirges anschließt. Ruht die Grundmoräne auf flachem Felsboden, so zeigt sich auch eine ziemlich horizontale Schichtung; ruht dieselbe auf steilem Gehänge, so erscheint auch die Schichtung in demselben Sinne steil. Man kann also von einer Abbildung des Untergrundes in der Grundmoränenschichtung sprechen.

Überträgt man diese Erfahrung auf die Verhältnisse im östlichen Weiherburggraben, so würden sie uns hier anzeigen, daß die Grundlage der Moräne voraussichtlich in beträchtlichem Umfang eine flach geneigte, breite Felsterrasse bildet und sich die Grundmoräne wohl noch erheblich unter die Breccie hinein erstreckt.

Fassen wir nun die Ergebnisse der Stollenaufschließung kurz zusammen, so erkennen wir, daß in diesem Gebiete auf einer wahrscheinlich ziemlich ausgedehnten und flachen Felsterrasse eine große Masse von stark bearbeiteter Grundmoräne des Inntalgletschers zur Ablagerung kam. Diese Moränenmasse ist in zwei übereinander liegenden Fazies ausgebildet.

Nach dem Rückzug der Vergletscherung wurde die Grundmoräne von der Erosion ergriffen und kräftig zugeschnitten. Auf diese Erosionsperiode folgte dann die Ablagerung des Streifenlehms. Da dieser sandige Lehm in fast gleicher Mächtigkeit den ganzen durch den Stollen enthüllten Grundmoränenhügel überzieht, wobei seine Feinschichtung der Neigung des Untergrundes parallel bleibt, dürfte es sich hier wohl um einen vom Wind allmählich herbeigetragenen, feinen, tonigen Sand handeln, welcher wahrscheinlich mit Hilfe von Vegetation festgehalten wurde. Zwischen der Ablagerung dieses sandigen Streifenlehms und der Darüberschüttung des später zur Höttinger Breccie verkalkten gröberen Schuttwerkes scheint keine neuerliche Erosion eingetreten zu sein. Die Grundmoränenlandschaft dürfte hier verhältnismäßig rasch unter den weithin gleichmäßig geschichteten und mächtigen Massen des Breccienschlammes begraben worden sein. Trotzdem scheint die Auflagerung nicht allzu gewaltsam vorgeschritten zu sein, weil sich bisher keine Stelle fand, wo etwa größere Trümmer von oben in die liegende Grundmoräne hineingestoßen wären. Nicht einmal die dünne Haut des Streifenlehms ist dabei verletzt worden.

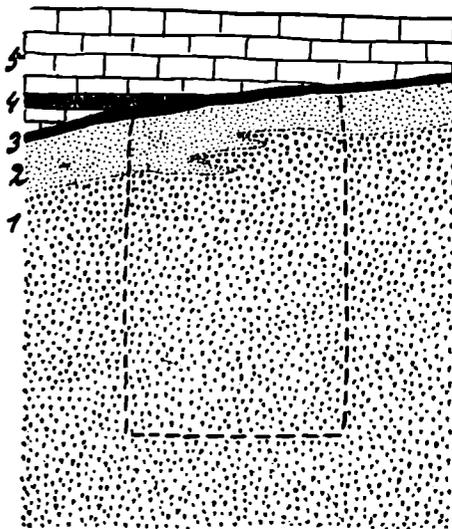


Fig. 3. Ortsbild bei m 2·7 im Stollen.

- 1 = Untere, gelblichgraue Grundmoräne;
- 2 = Obere, weißlichgraue Grundmoräne;
- 3 = Streifenlehm; 4 = Lage von rotem Letten; 5 = rötliche, lockere Höttinger Breccie.

Es braucht wohl keiner weiteren Ausführungen mehr, daß der Hypothese einer Hereinpressung von jüngerer Grundmoräne in eine alte Breccienhöhle nunmehr jede Stütze entzogen ist. Wir haben nicht nur gesehen, daß der Hohlraum selbst ganz höhlenunähnlich ist, sondern es konnte auch diese Anordnung und Gliederung von Streifenlehm, oberer und unterer Moränenfazies durch eine mechanische Einpressung unmöglich erzeugt werden. Es ist keine Spur einer Vermischung der hier vorhandenen Ablagerungen zu finden. Weder im Streifenlehm, noch in der Grundmoräne ist ein Stückchen der Breccie vorhanden. Ebenso unmöglich ist aber auch die Annahme, daß die Höttinger Breccie erst später über die Grundmoräne im östlichen Weiherburggraben vorgerutscht sei. Die Aufschlüsse im Stollen zeigen uns klar, daß die Breccie bei ihrer Aufschüttung einen Grundmoränenhügel völlig umgossen hat. Diese Moränenform ist ganz unversehrt überliefert worden, gleichsam unter einem Gipsaufguß aufbewahrt. An der Grenze des Hügel lassen sich keine Verschiebungen erkennen und selbst die späteren Zerklüftungen der Breccie haben keinen Einfluß auf dieses Bild genommen.

Es ist nicht mehr zweifelhaft, daß die Höttinger Breccie von einer älteren Grundmoräne unterlagert wird. Nach der Verkalkung der Breccie wurde dieselbe offenbar in sehr langer Zeit stark erodiert und dabei die steilen Abbrüche gegen das Inntal geschaffen. Die Aufschüttung der Terrassensedimente erfüllte dann das Inntal bis über die Kante der Hungerburgterrasse empor mit Bändertonen, Sanden und Schottern. Über diesen Schottern kam dann erst die jüngere Grundmoräne zur Ablagerung, welche vielfach schon gekritzte Geschiebe aus Höttinger Breccie enthält.

In seiner letzten Arbeit über die Höttinger Breccie¹⁾ in der Zeitschrift „Die Naturwissenschaften“ (Berlin, 14. November 1913, Heft 46) gibt Geheimrat R. Lepsius zwar diese Unterlagerung der Breccie durch eine Grundmoräne zu, nimmt aber an, daß die Breccie aus zwei altersverschiedenen Teilen bestehe. Die Bildung der Höttinger Breccie verlegt er nunmehr in eine oberpliozäne Eiszeit und stellt dabei die obere, weiße Höttinger Breccie mit der bekannten Flora dem älteren Deckenschotter gleich und die untere rote Breccie dem jüngeren Deckenschotter. Zwischen die Ablagerung dieser beiden Deckenschotterssysteme hinein wird die Bildung der älteren Grund-

¹⁾ Als Vortrag in der gemeinsamen Sitzung der geologischen und geographischen Abteilung der Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte in Wien, Sept. 1913, gehalten.

moräne angesetzt, welche im Stollen des östlichen Weiherburggrabens so schön aufgeschlossen ist.

Ich habe mich schon in der Debatte nach dem Vortrage von Geheimrat R. Lepsius über die Höttinger Breccie bei der 85. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte in Wien (September 1913) gegen diese Zerlegung der Höttinger Breccie und die Gleichstellung mit den Deckenschottern ausgesprochen. Ich möchte hier noch auf einige Umstände hinweisen, welche nach meiner Einsicht mit der Erklärung von Geheimrat R. Lepsius ganz unvereinbar sind.

Nach seiner Deutung würde die obere weiße Breccie mit *Rhododendron ponticum* und *Buxus sempervirens* wesentlich älter als die untere

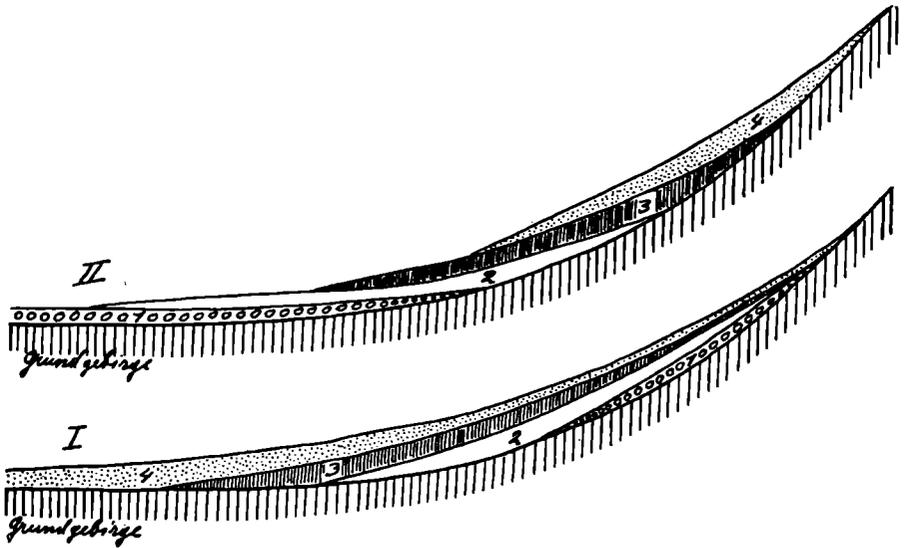


Fig. 4. 1, 2, 3, 4 = aufeinander folgende Schuttdecken.

Breccie sein, für die nunmehr die Unterlagerung durch eine ältere Grundmoräne sichergestellt ist. Ich behaupte nun, daß im Gegenteil die obere Breccie im allgemeinen jünger als die untere ist. Die Form der Aufschüttung bildet den Beweis zu dieser Behauptung.

Wie Fig. 4 zeigt, kann die Verschüttung eines Berggehänges in zwei sehr verschiedenen Arten vor sich gehen. Die Ablagerung des Gehängeschuttes kann in der Höhe (I) beginnen und sich allmählich immer tiefer gegen das Tal erstrecken. Sie kann aber auch in den unteren Hängen (II) beginnen und allmählich immer höher am Gehänge emporgreifen. In beiden Fällen ist das Ergebnis endlich eine Schuttverhüllung des Gebirges. Im ersten Falle liegen die ältesten

Teile der Verschüttung hoch am Gehänge, im zweiten dagegen tief, entsprechend dem Vorgang, daß im einen Fall die Verschüttung gleichsam vom Gebirge ins Tal vorrückt, im andern von unten gegen die Kämme emporsteigt.

Bei näherer Betrachtung der Aufschüttung der Höttinger Breccie erkennen wir nun sowohl im Höttinger als auch im Mühlauer Graben, daß hier eine Verschüttung vorliegt, welche von unten gegen das Gebirge emporgestiegen ist. Es ist mit der Behauptung, daß die Verschüttung von unten nach oben vorgeschritten ist, natürlich nichts über die Verwitterung selbst ausgesagt, welche höchstwahrscheinlich in der Höhe bedeutender als in der Tiefe war.

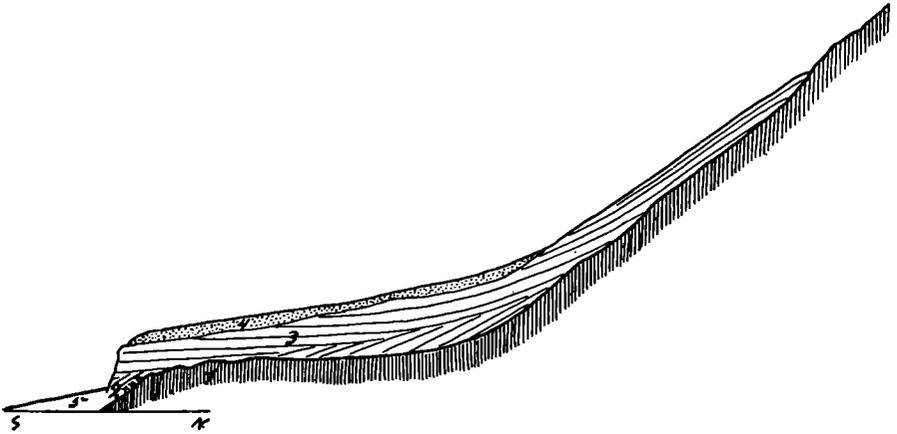


Fig. 5. Schematisches Profil durch den Mühlauer Graben.

1 = Grundgebirge; 2 = Ältere Grundmoräne; 3 = Höttinger Breccie; 4 = Schotter und jüngere Moränen; 5 = Schuttkegel des Baches.

Das Profil Fig. 5 durch die Mühlauer Klamm zeigt den Aufschüttungstypus der Höttinger Breccie am besten, weil hier die Breccie von ca. 700 m bis gegen 1700 m hoch zusammenhängend verfolgt werden kann. Am Beginn der Mühlauer Klamm etwas oberhalb des Elektrizitätswerkes hat nun Geheimrat A. Penck zwischen dem Grundgebirge (Raibler Schichten) und der Breccie einen schmalen Streif der Liegendmoräne gefunden und etwas aufschürfen lassen. Die Bänke der Höttinger Breccie, welche in der unteren Mühlauer Klamm austreichen, lassen sich nun gegen Westen an der Stirne der Terrasse unmittelbar bis zu den Aufschlüssen in den Weiherburggräben verfolgen. Die bestehende Skizze des Gebirges im Norden der Stadt Innsbruck (Fig. 6) läßt diesen Zusammenhang deutlich erkennen. Das heißt mit



Fig. 6. Ansicht des Gebirges nördlich von Innsbruck nach einer Skizze von W. Hammer. Das Verbreitungsgebiet der Höttinger Breccie ist durch Punktierung angedeutet.

- 1 = Brandjoch; 2 = Frau Hitt; 3 = Höttinger Alpe; 4 = Höttinger Graben; 5 = Östlicher Weiherburggraben; 6 = Hungerburg;
7 = Mühlauer Graben; 8 = Arzler Scharte; 9 = Rumer Spitze.

andern Worten: Nachdem für die untere rote Breccie, also die ältesten Bestandteile der Breccienbildung die Unterlagerung durch Grundmoräne erwiesen ist, gilt dies ebenso für die jüngeren Teile derselben, die sogenannte weiße Breccie und die in ihr eingeschlossenen Pflanzen. Das interglaziale Alter der ganzen Höttinger Breccie ist durch die Unterlagerung der Grundmoränen sichergestellt, weil sich die Liegendmoräne sowohl im Höttinger Tal, als in den Weiherburggräben und in der Mühlauer Klamm überall gerade unter den ältesten Bestandteilen dieser großen Gehängeverschüttung findet. Wenn nun aber die untere rote Breccie älter als die obere weiße ist, so kann die Deutung von Geheimrat R. Lepsius nicht richtig sein, nach welcher die obere Breccie wesentlich älter als die untere sein müßte. Nach seiner Darstellung würde ja das Inntal in der Zeit von der Ablagerung der ältesten Deckenschotter (= weiße obere Breccie) bei der Höttinger Alpe bis zu jener der jüngeren Deckenschotter (= rote untere Breccie) auf der Hungerburgterrasse um ca. 1000 m tiefer erodiert worden sein.

Es sind aber nicht nur die unteren Teile der Breccie im allgemeinen älter als die höheren; es läßt sich auch die ganze Gehängeschuttbildung nicht in zwei getrennte Teile zerlegen, sondern dieselbe ist das Ergebnis einer allerdings lang andauernden, aber trotzdem einheitlichen Verschüttungsperiode. Es geht dies vor allem aus morphologischen Betrachtungen hervor.

Wenn wir auf der Skizze Fig. 6 die Verteilung der heute noch erhaltenen Reste der Höttinger Breccie verfolgen, so erkennen wir, daß die zwei großen Talfurchen des Höttinger und Mühlauer Grabens schon vor Ablagerung unserer Breccien bestanden haben müssen. Besonders schön und deutlich ist das in dem reichverzweigten Höttinger Tale zu sehen. Steigen wir aus dem Inntal in diesem Graben aufwärts, so begegnen wir nach Überwindung eines großen Schuttkegels etwas oberhalb der letzten Häuser von Hötting in ca. 720 m Höhe der ersten anstehenden Breccie, welche hier den Bachlauf unterbricht. Bald darauf tritt das Grundgebirge hervor. Zwischen ihm und der Breccie ist ein Streifen von Liegendmoräne eingeschaltet. Nun steigen wir längere Zeit über Grundgebirge aufwärts. In der Höhe von ca. 1100 m gelangen wir aber nochmals in das Gebiet der Breccie, welche hier in sehr mächtigen Massen erhalten ist und in einzelnen Zungen bis über 1800 m Höhe emporreicht. Ungefähr dieselben Verhältnisse zeigt der östlichere Mühlauer Graben.

Denken wir uns also die Höttinger Breccie aus dem Gebirgsrelief herausgenommen, so würden wir ungefähr an denselben Stellen, wo

heute Höttinger und Mühlauer Tal liegen, zwei größere und tiefere alte Talfurchen finden. Das zugehörige Gebirgsgehänge aber muß höher und steiler als das heutige gewesen sein.

Es fragt sich nun, ob der zu diesem höheren Gebirge passende Inntalboden höher oder tiefer als der heutige lag.

Die Höttinger Breccie unterteuft im Höttinger Graben bei etwa 720 m, am Ausgang der Mühlauer Klamm bei 700 m den heutigen Bachlauf. Im östlichen Weiherburggraben befindet sich unser Stollen bei 759 m an der Basis der Breccie. Man erkennt aus dieser Höhenanordnung sogleich wieder die zwei tiefen, alten Furchen des Grundgebirges. Dabei ist noch zu bedenken, daß der Breccienaufschluß im unteren Höttinger Graben sehr viel weiter vom Inntal zurückliegt, als der Ausstrich der Breccie in den Weiherburggräben. Wenn wir die bedeutende Breite des Inntales berücksichtigen, so ist klar, daß wir uns an keiner der eben genannten Stellen im alten Talgrund, sondern noch stark im nördlichen Gehänge desselben befinden. Der große Schuttkegel der Sill drängt heute den Inn besonders hart gegen Norden, so daß derselbe hier unmittelbar unterhalb der Weiherburg sogar das Felsgehänge anschneidet. Dazu kommt, daß die Höttinger Breccie gerade an der tiefsten Stelle, wo sie noch erhalten ist, am Ausgang der Mühlauer Klamm, in einer Mächtigkeit von ca. 120 m mit steiler Wand frei gegen das Inntal abbricht. An der Mündung des Vomperbaches befindet sich ebenfalls ein von älterer Grundmoräne unterlagerter mächtiger Bachschuttkegel, welchen ich für eine mit der Höttinger Breccie gleichaltrige Bildung halte und der den Vomperbach knapp vor der Mündung in den Inn bei 580 m Höhe noch scharf unterteuft. Es ist daher recht wahrscheinlich, daß der Schuttkegel der Höttinger Breccie sich bedeutend weiter gegen Süden erstreckte und sein Ende in einem Talboden fand, der sogar noch tiefer als der heutige lag. Leider sind in der Gegend von Innsbruck noch keine Tiefbohrungen gemacht worden, welche möglicherweise unter den jungen Aufschüttungsschottern von Inn und Sill noch Reste der Höttinger Breccie erweisen könnten. Der Boden des Inntales befand sich daher am Beginn der Aufschüttung der Höttinger Breccie nicht etwa, wie Geheimrat R. Lepsius annimmt, um 1000 m höher als heute, sondern sogar wahrscheinlich etwas tiefer als der gegenwärtige. Das Gebirge ragte höher empor, die Täler aber waren tiefer eingeschnitten als heute.

Hätte die Erosion an diesem Relief in normaler Weise weitergearbeitet, so wäre es sicherlich bei dieser Höhe und Steilheit der

Gehänge zu keiner Verschüttung derselben gekommen. Auch durch Hebung oder Senkung hätte bei gleichen klimatischen Bedingungen eine solche nicht herbeigeführt werden können. Eine glaziale Periode war, wie wir wissen, gerade abgeschlossen worden. Es bleibt somit nichts übrig als an das Einsetzen eines ariden Klimas zu denken, unter dessen Einwirken der Verwitterungsschutt allmählich das Gebirge überwucherte und verhüllte. Um ein so hochragendes, stolzes Gebirgsrelief derartig im eigenen Verwitterungsschutte zu begraben, war eine lange Zeit mit spärlichen Niederschlägen erforderlich, wie solche nur in Verbindung mit einem trockenen, warmen Klima vorkommen. Die Niederschlagsmenge war nicht mehr imstande, den Verwitterungsschutt regelmäßig von den Gehängen herabzutreiben und dem Flusse zu übergeben. Es kam zu einer gewaltigen Stockung des ganzen Schuttverkehrs.

Die ungemein flache und regelmäßige Ausbreitung der unteren Breccienschichten zeigt uns aber an, daß doch zeitweise der im Gebirge aufgestapelte Schutt von heftigen Niederschlägen ergriffen und talwärts geschwemmt wurde. Die feinen zartgeschichteten Kalkschlammlagen zwischen den Breccienschichten sind auf länger andauernde Wassertümpel zurückzuführen, welche nach dem Verlaufen solcher Sturzregen übrig blieben. In diesen feinen Kalkschlammlagen sind auch die Pflanzen aufbewahrt geblieben, denen die Höttinger Breccie ihre wissenschaftliche Bekanntheit verdankt.

Es ergibt sich somit für die Entstehung der Höttinger Breccie ganz unabhängig von den Pflanzenfunden aus morphologischen Überlegungen ein warmes trocknes Klima, in welchem die Verwitterung bei weitem mehr Schutt erzeugte als die Niederschläge wegzuräumen vermochten. Das Gebirge wurde in dieser Zeit vom Tal bis gegen die Kämme empor in gewaltige Schuttmäntel gehüllt, deren Reste heute noch über 1000 m hoch emporreichen und mehrfach über 100 m Mächtigkeit bewahrt haben. Es ist sehr wahrscheinlich, daß der Inn gleichzeitig wenigstens streckenweise im Schutt versiegt war.

Wenn diese Erklärung zu Recht besteht, so ist klar, daß die klimatisch herbeigeführte Gebirgsverschüttung nicht eine lokale Erscheinung sein kann. Meine Studien über die Gehängebreccien¹⁾ haben auch gezeigt, daß die Reste dieser Verschüttungsperiode durchaus nicht selten sind und eine weite Verbreitung besitzen. Die Befreiung des Gebirges von dieser ungeheuren Schuttbelastung kann wieder nur

¹⁾ Jahrbuch d. k. k. Geol. Reichsanstalt, 1907. S. 727—752.

durch eine neuerliche klimatische Verschiebung zustande gekommen sein. Ich habe seinerzeit sowie Geheimrat A. Penck an die Wirkung einer Eiszeit gedacht; doch war ich nicht imstande, dafür verlässliche Beweise zu finden. Die inzwischen schon verkalkte Gehängeverschüttung wurde nun wieder von der Erosion ergriffen und gewaltig zugeschnitten. Die jähren Wände, mit denen die Breccie gegen das Inntal abbricht, wurden damals geschaffen.

Auf diese Erosionsperiode folgte dann die Aufschüttung der Bänder-tone, Sande und Schotter, welche solche Mächtigkeit erlangten, daß sie die Stirnen der Breccienwände unter sich begruben. Es sind größtenteils horizontal geschichtete Schuttmassen, meist aus zentral-alpinem Material, unverkennbar Ablagerungen des Innflusses, welcher offenbar durch Gefällsverluste zu lang andauernden Aufschüttungen gezwungen wurde. Während die Gehängeverschüttung vom Gebirge gegen das Tal sich vorschob, drang diese Flußaufschüttung vom Haupttal gegen die Seitentäler hinein vor.

Erst nach Ablagerung dieser gewaltigen Schuttmassen rückte dann der Inntalgletscher neuerdings vor und erfüllte das Tal bei Innsbruck bis gegen 2000 m Höhe mit Eis.

Fassen wir diese Ergebnisse kurz zusammen, so erhalten wir ein deutliches Bild von dem bedeutenden Umfang und der großen Reichhaltigkeit der zwischen diesen zwei Vergletscherungen gelegenen interglazialen Zeitstrecke:

Nach dem Rückzug der älteren Vergletscherung verfielen deren hinterlassene Grundmoränen einer Erosionsperiode.

Dann wurden dieselben mit einer gering mächtigen Schicht einer lößartigen Ablagerung bedeckt.

Eine starke Klimaverschiebung ergab dann die Veranlassung zur Aufschüttung und Verkalkung der Höttinger Breccie.

Eine neue Klimaverschiebung brachte darauf eine Periode lebhafter Erosion, welche das Gebirge von seiner Verhüllung befreite.

Nunmehr kam durch Gefällsveränderungen eine gewaltige Schuttaufstauung der Flußablagerungen zustande, welche wahrscheinlich wieder von einer Erosionsperiode begrenzt war.

Nun rückte endlich neuerdings das Eis in gewaltigen Massen vor, welche bis ins Vorland der Alpen ihren Weg fanden.
