

EINZELAUSGABE

DIE HÖTTINGER BRECCIE
UND DIE INNTALERRASSE NÖRDLICH INNSBRUCK

VON

ALBRECHT PENCK

AUS DEN ABHANDLUNGEN DER PREUSSISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
JAHRGANG 1920. PHYS.-MATH. KLASSE. Nr. 2

MIT 12 TAFELN

BERLIN 1921

VERLAG DER AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

IN KOMMISSION BEI DER
VEREINIGUNG WISSENSCHAFTLICHER VERLEGER WALTER DE GRUYTER U. CO.
VORMALS G. J. GÖSCHE'SCHE VERLAGSHANDLUNG. J. GUTTENTAG, VERLAGSBUCHHANDLUNG.
GEORG REIMER. KARL J. TRÜBNER. VEIT U. COMP.

Gelesen in der Sitzung der phys.-math. Klasse am 30. Januar 1913,
am 7. Dezember 1916 und am 19. Februar 1920.
Zum Druck eingereicht am 20. Februar 1920, ausgegeben am 31. März 1921.

Einleitung.

Nördlich Innsbruck liegt eine alte Gehängeschuttbildung des Karwendelgebirges, die Höttinger Breccie. Ihre tiefsten Ausläufer reichen bis in das Inntal hinein und helfen eine stattliche 300–400 m hohe Terrasse aufbauen. An deren Abfall streicht sie weithin sichtbar aus. Früher ist sie hier in ausgedehnten Steinbrüchen ausgebeutet worden: lieferte sie doch Baumaterial und Werksteine für Innsbruck, wo man sie vielfach verwertet sieht. Jetzt sind alle Steinbrüche auflässig, aber auffällig tritt noch der große Mayrsche Steinbruch mit den mächtigen Bänken seines rötlichen Gesteins gerade nördlich der Stadt entgegen. Seine ausgedehnte Schutthalde hebt sich von dem umgrenzenden grünen Gelände scharf ab. Der unmittelbar nordöstlich angrenzende Steinbruch ist heute gänzlich verwachsen; er war schon 1880 außer Betrieb; seine Schutthalde trägt bereits eine dünne Vegetationsdecke. Unter diesem Steinbruche wurzelt ein Graben, welcher westlich der Weiherburg zum Inn herabführt und den wir daher den westlichen Weiherburggraben nennen. Seine linke Flanke zeigt unterhalb der Breccie weithin sichtbare Ausbisse von Dolomit. Weitere große Aufschlüsse knüpfen sich an den Graben östlich der Weiherburg. Seine Quelltrichter werden überragt von steilen Abbrüchen der Breccie, die etwas tiefer liegen als die Wände der alten Steinbrüche. Weiter unten hebt sich auch hier der Dolomit hervor. Aber zwischen ihm und der Breccie ist graublau Grundmoräne selbst aus der Entfernung deutlich zu erkennen. Weitere Wände der Breccie sieht man unter der Hungerburg, wo sie höher liegen als im Mayrschen Steinbruche; sie ziehen sich ostwärts gegen die Mündung der Mühlauer Klamm hin, durch welche der Mühlauer Bach auf seinen Schuttkegel tritt. Hier erheben sich die höchsten Breccienwände der Gegend; über 100 m steigen sie am Ausgang der Schlucht an, die zwischen ihnen erscheint wie ein enger Grund der Sächsischen Schweiz zwischen hohen Quadersandsteinfelsen.

Ununterbrochen zieht sich die Breccie am Abfalle der Terrasse vom Mayrschen Steinbruche bis in den Mühlauer Graben. In ihrer Zusammensetzung aber vollzieht sich auf dieser Strecke eine Veränderung. Erscheint sie in Mayrs Steinbruch und unter der Hungerburg rötlich wegen des häufigen Auftretens von Fragmenten roten Sandsteins in ihr, so sieht sie am Ausgange der Mühlauer Klamm lichtgrau bis weiß aus, da sie ausschließlich aus Fragmenten von Kalk und Dolomit besteht. Rote und weiße Breccie vergesellschafteten sich also in der Inntalerrasse. Längs des Mühlauer Grabens verfolgen wir die Breccie aufwärts bis zu 1600 m Höhe. Weitere Vorkommnisse erschließt der Höttinger Graben. Wir treffen sie dort, wo der Graben in die Inntalerrasse einschneidet, und weiter oberhalb, wo er sich im Bereiche der Höttinger Alm verästelt. Die obere Partie der Breccie ist hier nicht rötlich gefärbt wie die untere, sondern erscheint weiß, da sie lediglich aus den lichten Kalken der höheren Gehängepartien besteht. Diese weiße Breccie birgt die Flora eines milden Klimas. Da nun am Abfalle der Inntalerrasse unter der Breccie im östlichen Weiherburggraben sowie an verschiedenen anderen Stellen Moräne erschlossen ist und Moräne auf ihr namentlich im Bereiche der Inntalerrasse in ansehnlichem Umfange auftritt, so ist sie wegen ihrer Flora als eine interglaziale Ablagerung gedeutet worden, und zwar als einer der besten Beweise für eine wiederholte Vergletscherung der Alpen.

Wegen der Tragweite dieser Schlußfolgerung hat die Höttinger Breccie eine gewisse Bedeutung erlangt, und sie gehört zu den in den letzten 30 Jahren am meisten umstrittenen glazialgeologischen Vorkommnissen. Wir werden uns dessen inne, wenn wir die reiche, auf S. 128 zusammengestellte Literatur über sie in folgendem würdigen, wobei wir auf die einzelnen Nummern des Verzeichnisses verweisen.

Geschichte der Erforschung.

Die erste Erwähnung der Höttinger Breccie geschah durch Arnold Escher von der Linth im Jahre 1845 (1). Bald danach teilte Morlot (2) ein Profil dieser Ablagerung mit und bezeichnete sie als Konglomerat, das er von den Schottern und Sanden der Inntalerrasse nicht trennte. Prinzing (3) hingegen unterschied sie von denselben und hielt sie für älter als die Diluvialperiode. 1857 wurden dann Pflanzen-

reste aus der Breccie bekannt (4). Die erste ausführliche Schilderung von ihr gab 1859 Adolf Pichler (5). Er deutete ihre Entstehung als Gehängeschuttbildung des Inntales, erkannte aber, daß neben den Gesteinen des Talgehanges auch erratisches Material gelegentlich in der Breccie vorkäme. Er fand ferner unter ihr bei der Weiherburg glimmerreichen Quarzsand und Lett, worunter er offenbar die liegende Grundmoräne versteht. Obwohl er erkannte, daß die Breccie seit ihrer Ablagerung weder eine Hebung noch sonstige Störungen erfahren hatte, so erachtete er sie für tertiär, und zwar auf Grund der in ihr enthaltenen Pflanzenreste, welche Unger trotz ihrer äußerst üblen Erhaltung für tertiäre ansah. Pichlers Auffassung ist maßgeblich geworden für die Darstellung der Breccie auf Blatt V von F. v. Hauers geologischer Übersichtskarte (6), für deren Darstellung als tertiäres Konglomerat bei v. Mojsisovics (7) und deren Deutung als Neogen in F. v. Hauers Geologie (10).

Dem trat ich 1882 entgegen. Ich zeigte, daß in dem östlichen und westlichen Weiherburggraben unter der Breccie Moräne auftritt, daß ferner gleiches im unteren Höttinger Graben zu beobachten ist. Die kristallinen Geschiebe in der Breccie deutete ich infolgedessen als umgelagertes glaziales Material. Da nun über der Breccie abermals Moränen vorkommen, unter denen ihre Oberfläche deutlich geschrammt ist, so erklärte ich die Breccie für eine interglaziale Ablagerung und hielt deren tertiäres Alter für unerwiesen. Hinsichtlich der Pflanzenreste verwies ich auf die schlechte Erhaltung. Vor allem betonte ich, daß die ungestörte Lagerung der Breccie unvereinbar mit einem tertiären Alter sei, da die tertiären Ablagerungen der Alpen allenthalben von namhaften Schichtstörungen betroffen worden sind. Wegen der Unterlagerung und Überlagerung der Breccie durch Moränen deutete ich sie als interglaziale Ablagerung, aber ich verwies sie nicht in die letzte, sondern in eine frühere Interglazialzeit, da nach Ablagerung der Breccie vor Eintritt der letzten Vergletscherung ein Transport erratischen Materials eingetreten zu sein schien (11. S. 228—245).

An der Richtigkeit meiner Auffassung über das interglaziale Alter legte A. Böhm (15) anfänglich Zweifel, da er die Moräne im östlichen Weiherburggraben für nachträglich angelagert ansah. Aber bei einem gemeinsamen Besuche überzeugte er sich davon, daß sie tatsächlich unter der Breccie lagert. Er berichtete ferner, daß auch in der über der Inntalerrasse am Inntalgehänge befindlichen Breccie erratisches Material vor-

kommt, und daß hier gelegentlich Blöcke mit typischer Gletscherkritzung in der Breccie auftreten, die er gleichfalls aus älteren Moränen herleitete. Eine eingehende Beschreibung der Breccie gab wenig später J. Blaas (17). Er bestätigte deren Auflagerung auf Moränen im östlichen und westlichen Weiherburggraben, hielt aber ihre Unterteufung durch solche im unteren Höttinger Graben für nicht zweifellos. Er bekämpfte ferner Zweifel an der interglazialen Lagerung der Breccie, die Vacek mündlich geäußert hatte. Kurz zuvor hatte C. von Ettinghausen (16) die Pflanzenreste der Breccie einer erneuten Untersuchung unterworfen und gezeigt, daß sie der Diluvialperiode angehören, so daß nunmehr volle Übereinstimmung zwischen geologischer und paläontologischer Altersbestimmung der Breccie herrschte. Blaas stellte ihre Lagerungsverhältnisse durch zwei Reliefs dar, das der maßgebenden Stelle im östlichen Weiherburggraben 1:3333, das der gesamten Breccie 1:20000 (18). Dionys Stur (20 und 21) kam aber bei erneuter paläontologischer Untersuchung der Pflanzenreste zu einem abweichenden Ergebnis. Er glaubte zeigen zu können, daß manche Pflanzenreste von Palmen herrührten, und erhielt den Eindruck einer tertiären Flora, die allerdings von den anderen miozänen Floren erheblich abweiche. Stur erklärte dies damit, daß hier die Flora von Kalkwänden und nicht von Niederungen vorliege, weswegen die sonst häufigsten tertiären Arten fehlen sollten. Nun befindet sich die Fundstelle dieser Flora am Inntalgehänge im Bereiche der weißen Breccie, wogegen im Bereiche der Inntalerrasse rote Breccie auf Moränen aufgelagert. Stur glaubte deswegen zwischen weißer Kalktuffbreccie tertiären Alters und roter interglazialer Breccie unterscheiden zu können. Aber Palla (23) zeigte, daß keine zwingende Notwendigkeit vorliegt, an Palmenreste zu denken, und ich selbst (24) führte aus, daß die rote und weiße Breccie ein untrennbares Ganzes bilden, in welchem die weiße Breccie die rote gelegentlich überlagert. Ferner konnte ich, nachdem mir die Örtlichkeit der Pflanzenfundstelle durch Blaas bekannt geworden war, darauf hinweisen, daß dieselbe einer Partie der weißen Breccie angehört, aus welcher Böhm bereits das Auftreten gekritzter Geschiebe berichtet hatte. Endlich teilte ich mit, daß nach fachmännischem Urteile — Adolf Engler war mein Gewährsmann — die Pflanzenreste, welche nach Unger *Persea speciosa*, nach von Ettinghausen *Daphne Höttingensis*, nach Stur *Actinodaphne Höttingensis* sein sollten, mit *Rhododendron Ponticum* verglichen werden können. Diese Deutung wurde dann durch R. von Wettstein (26)

zur Geltung gebracht, und ihr schloß sich A. Baltzer (29) an, welcher bei einem Besuche von Innsbruck sich von der interglazialen Lagerung der Breccie überzeugte und neben *Rhododendron Ponticum* *Majanthemum bifolium* sowie *Fagus silvatica* in der Breccie nachwies. Auch Blaas trat neuerlich für das interglaziale Alter der Breccie ein (27); er erläuterte ihre Lagerung zwischen Moränen durch eine Reihe von Profilen und wies darauf hin, daß die rote und weiße Breccie ein untrennbares Ganzes bildeten. Er stellte ferner ihre Verbreitung auf einer geologischen Karte der diluvialen Ablagerungen in der Umgebung von Innsbruck im Maßstabe 1:75000 dar, sowie ihr Auftreten an der Inntalterrasse nördlich Innsbruck durch ein Spezialkärtchen 1:14400. Ihm gelang endlich der Nachweis zweier verschiedener Moränen über der Breccie, weswegen auch er deren Bildung in eine erste Interglazialzeit verlegte (30).

Inzwischen hatte sich A. von Kerner über die Flora der Breccie geäußert (25, S. 30). Er hielt die Annahme für gestattet, daß sämtliche Pflanzen der Höttinger Breccie schon in der Miozänzeit an der Fundstelle lebend existierten, aber auch für möglich, daß jene Pflanzen aus einer Interglazialzeit herrührten, die allerdings früher anzusetzen wäre als die der Schweizer Schieferkohlen. Endlich sei eine dritte Annahme gestattet, nämlich, daß die Pflanzen der Höttinger Breccie erst nach dem Rückgange der Talgletscher an das Gehänge der Solsteinkette gelangten in einer wärmeren Periode der Postglazialzeit. Auf die Lagerungsverhältnisse der Breccie nahm A. von Kerner nicht Bezug. 1892 erschien die umfangreiche Monographie über die fossile Flora der Höttinger Breccie von R. von Wettstein (33, vgl. auch 34), welche größtenteils auf eigenen neuen, durch die kaiserliche Akademie der Wissenschaften in Wien geförderten Aufsammlungen beruht. R. von Wettstein zeigte, daß in der Breccie eine Flora von 41 Arten vorliegt; davon sind 4 neu, aber mit lebenden Arten nahe verwandt. Von den 37 lebenden Arten kommen 29 heute noch in gleicher oder ähnlicher Form nahe der Fundstelle vor, weitere 6 zwar in Nordtirol, aber nur in tieferen Lagen, 2 weitere Arten sowie die Verwandten der 4 ausgestorbenen Arten fehlen in Nordtirol. Von jenen beiden Arten ist *Rhododendron Ponticum* die häufigste in der Ablagerung. Es findet sich gegenwärtig nur südlich der Alpen in der spanischen Sierra Nevada und im Pontischen Gebirge. Die andere Art, *Buxus sempervirens*, ist eine im wesentlichen südalpine. Auf Grund dieser Zusammensetzung äußerte von

Wettstein, daß die Höttinger fossile Flora entschieden für ein diluviales Alter der Breccie spricht; mit der Annahme eines interglazialen Alters sei sie zwar vereinbar, aber nur unter der Voraussetzung, daß die folgende Vergletscherung von relativ geringer Ausdehnung und geringer klimatischer Wirkung gewesen sei.

1894 äußerte sich Rothpletz (36) über die Breccie. Nach seinen Beobachtungen sind ihre Lagerungsverhältnisse nicht genügend geklärt; er erachtete nicht für ausgeschlossen, daß die Liegendmoräne des Weiherburggrabens nachträglich in einer ausgewaschenen Höhlung abgelagert sei; es sei dies die einzige Stelle, wo die Überlagerung zu sehen sei. Die Richtigkeit einiger Bestimmungen von Wettsteins bezweifelnd, trat er neuerlich für das neogene Alter der Breccie ein (37) und verwies sie in den Horizont des Wiener Belvedereschotters. Aber von Wettstein hielt an der Richtigkeit seiner Bestimmungen fest und zeigte die Unhaltbarkeit der von Rothpletz befolgten Bestimmungsmethode (40). Bald danach führte ich im Verein mit L. Du Pasquier und Brückner die glaziale Exkursion, welche im Anschluß an den Züricher VI. Internationalen Geologenkongreß stattgefunden hat, zur Höttinger Breccie. In einem bei dieser Gelegenheit von uns herausgegebenen Führer (38) zeigte ich, daß die Breccie im unteren Höttinger Graben nicht bloß auf Moräne aufruht, sondern daß sich zwischen beide auch gelber Lehm mit einer typischen glazialen Faunula einschaltet. Verschiedene Teilnehmer an der Exkursion: Keilhack (42), Sieger (43), Wehrli (44) und Mill (45) sprachen sich für das interglaziale Alter der Breccie aus, für welches auch Blaas neuerlich eintrat (39, 46, 48).

In eine neue Phase rückte die Erforschung der Breccie, als Ampferer und Hammer ihre geologischen Aufnahmen im Karwendelgebirge ausführten (47). Auf ihrer geologischen Karte 1:50000 des südlichen Teils des Karwendelgebirges zeigten sie, daß die Breccie eine erheblich größere Verbreitung besitzt, als ihr auf der Karte von Blaas zugeschrieben war: sie findet sich nicht bloß in den Gräben des Gebirges, nämlich im Höttinger und Mühlauer Graben, sondern auch zwischen beiden am Gehänge des Inntales selbst. Sie konstatierten ferner die Unter- und Überlagerung der Breccie durch Moränen. Unbedenklich bezeichneten sie daher die Breccie als eine interglaziale Ablagerung. Ampferer zeigte sodann in einer eigenen Arbeit, wie weit solche interglaziale Gehängebreccien in den Kalk-

alpen verbreitet sind (65), und verwies darauf, daß das erratische Material in diesen Breccien bis zu einer namhaften Höhe empor vorkommt. Inzwischen hatte ich eine kurze, zusammenfassende Darstellung des Auftretens der Höttinger Breccie bei Innsbruck gegeben (50), die ich auf Grund der Aufnahmen von Ampferer und Hammer, von Blaas und mir mit einer geologischen Karte 1 : 35000 begleitete. Ich stellte alle Argumente für die interglaziale Lagerung der Breccie zusammen, welche naturgemäß ausschließlich stratigraphischer Natur sind. Aus der Zusammensetzung der Flora in der Breccie suchte ich die klimatischen Bedingungen zur Zeit ihrer Entstehung herzuleiten. Die Höttinger Flora setzt mindestens eine um 2° höhere mittlere Jahrestemperatur und eine um etwa 400 m höhere Lage der Schneegrenze voraus, als sie heute herrschen. Dagegen erheischt die Vergletscherung, welche der Ablagerung der Breccie vorausging, wegen ihrer großen, aus dem erratischen Material in der Breccie sich ergebenden Mächtigkeit eine ähnlich tiefe Lage der Schneegrenze wie jene Vergletscherung, die ihre Moräne auf die Breccie breitete, nämlich 1200 m unter ihrer heutigen Höhe. Es muß also das Eiszeitalter der Alpen wenigstens einmal durch eine Zeit unterbrochen gewesen sein, während welcher die Schneegrenze höher lag als heute, also durch eine interglaziale Periode. Dagegen nahm ich zwischen der Bildung der beiden durch Blaas im Hangenden der Breccie nachgewiesenen Moränen bloß einen kleineren Gletscherrückzug, nur eine Interstadialzeit an. Infolgedessen versetzte ich die Ablagerung der Breccie in die letzte Interglazialzeit zwischen der Riß- und der Würmeiszeit und ließ nachher lediglich eine Achenschwankung folgen.

Eine wesentlich andere Auffassung über die Bildungszeit der Breccie entwickelte bald danach Fritz Frech (51, 58). Er verwies darauf, daß die großen Gletscher des nordwestlichen Amerikas bis in die Waldzone herabreichen, und daß dort leicht die Reste der Flora eines gemäßigten Klimas zwischen Moränen eingebettet werden könnten. Ähnliches hielt er für die Höttinger Breccie für möglich: »Es liegt nahe, das bekannte interglaziale Profil von Hötting bei Innsbruck nicht durch einen jähen interglazialen Temperaturumschwung, sondern vielmehr durch das Verschwinden der alpinen (der waldlosen) Region im Gebirge zu deuten.« Denselben Gesichtspunkt hat er auch später in einem weitverbreiteten Büchlein ausgeführt (80). Einen ähnlichen Gedanken hat E. Geinitz (59) vertreten. Auch nach ihm bildete sich die Breccie in der Nähe des Gletschers, und die in

ihr enthaltene Flora ist im wesentlichen gleich alt mit der Vergletscherung. Das Auftreten von liegenden Moränen führt er lediglich auf eine Schwankung des Eises zurück. Brückner (60) ist den Ansichten von Fréchet und Geinitz entgegengetreten unter dem Hinweise auf die Tatsache, daß die Eiswälder Alaskas sich tief unter der Schneegrenze befinden, Damasus Aigner (73, S. 128) hat sie jedoch sehr ausführlich weiter ausgesponnen. Die liegenden Moränen sollen entstanden sein, als das Eis von Süden her aus dem Stubaitale bis in das Inntal gelangte, die hangenden, als der Innegletscher selbst dort eintraf. Die Breccie sei dicht am Eise entstanden, und wenn in ihrer Flora Pflanzen eines wärmeren Klimas erhalten seien, so sage dies nur, daß eben beim Beginne der Eiszeit dort ein wärmeres Klima als jetzt geherrscht habe.

Allen diesen Ansichten liegt eine Vorstellung zugrunde, welche von Brockmann-Jerosch¹ näher ausgebaut worden ist, nämlich, daß während der Eiszeit in den Alpen die arktisch-alpine Flora und die Waldflora nicht wie heute zonal übereinander, sondern regional nebeneinander vorgekommen seien. Brockmann-Jerosch denkt sich während der Eiszeit ein mildes humides Klima, während dessen vornehmlich durch reichliche Niederschläge große Gletscher zur Entwicklung kamen, die bis in das Gebiet der Wälder reichten. Dies glaubte er aus einer Ablagerung von Güntenstall im Zürichseegebiete erweisen zu können, die nach seiner Ansicht dicht am Eise entstand und dabei die Flora eines milden Klimas enthält. Ich habe bereits an anderer Stelle (83, S. 170) gezeigt, daß die geologische Begründung der Ansichten von Brockmann-Jerosch keinesfalls zwingend ist, und daß der Beweis durchaus nicht erbracht ist, daß die Flora von Güntenstall wirklich in der Nähe eines Gletschers existierte. Auch haben C. A. Weber² und A. G. Nathorst³ schwerwiegende Bedenken dagegen vom botanischen Standpunkte erhoben. Andererseits hat der Gedankenkreis von Brockmann-Jerosch auch Anhänger gefunden. In seinem Banne steht im großen und ganzen R. Lepsius (72). Er nimmt zwar für die Eiszeit kein feuchtes

¹ Die fossilen Pflanzenreste des glazialen Deltas bei Kaltbrunn. St. Gallen 1910. Einzelabdruck a. d. Jahrbuch der St. Gallischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft 1909.

² Sind die pflanzenführenden diluvialen Schichten von Kaltbrunn bei Uznach als glazial zu bezeichnen? Englers Botanische Jahrbücher XLV, 1911, S. 411.

³ Neuere Erfahrungen von dem Vorkommen fossiler Glazialpflanzen und einige darauf besonders für Mittelddeutschland basierte Schlußfolgerungen. Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar XXXVI, 1914, S. 267.

ozeanisches, sondern mehr ein kontinentales Klima an; aber auch er denkt sich in den Alpen die Alpenregion und das Waldgebiet während der Eiszeiten nicht zonal, sondern regional geschieden. Die großen Gletscher sollten sich bis in Waldgebiete erstrecken; die alpine Flora sollte sich lediglich dicht am Eise finden; die Dryasflora soll die ersten Pioniere der Vegetation bilden auf Gebieten, die der Gletscher eben verlassen hat; später folgte ihr dann der Wald nach. Aber die fossile Flora von Hötting hält Lepsius nicht wie Frech, Geinitz und Aigner für glazial, sondern für präglazial, und zwar für pliozän. Dies folgert er aus dem allgemeinen Charakter der Flora. Daß die Breccie auf Moränen auflagert, stört ihn dabei nicht. Er glaubt nicht an deren Einheitlichkeit: er meint, daß sich Breccien zu jeder Zeit und an jedem Orte hätten bilden können. Deswegen kommt für ihn die Auflagerung der Breccie auf Moräne nicht für die Deutung der Pflanzenfundstelle in Betracht, wo die Breccie direkt auf älterem Gesteine aufruht; es könne sich hier um eine ältere Partie handeln, die Breccie über den Moränen hingegen könne eine jüngere sein. Allerdings seien die Lagerungsverhältnisse der roten Breccie zweifelhaft und zweideutig, da Rothpletz hier von einer Anlagerung der Moräne an Breccie spreche. Lepsius steht also stratigraphisch im wesentlichen auf dem Boden von Stur. Was gegen eine scharfe Trennung der weißen und roten Breccie seit Stur gesagt worden ist, läßt er gänzlich unberücksichtigt und behauptet auch, daß in der weißen Breccie keinerlei gekritzte Geschiebe vorkämen.

Die Ansichten über die Höttinger Breccie bilden einen wesentlichen Teil des Inhaltes von Lepsius' Darlegungen über die Einheit und Ursachen der Eiszeit, denen er auch durch Vorträge 1910 auf dem XI. Internationalen Geologenkongreß zu Stockholm (75) und 1912 auf dem XVIII. Deutschen Geographentag zu Innsbruck (84) Verbreitung gegeben hat, starr dasjenige festhaltend, was er in seiner größeren Arbeit geschrieben, ohne die Einwürfe zu berücksichtigen, die gegen letztere bereits vorgebracht worden waren (83). Ich und Blaas traten in Innsbruck seiner Auffassung der Lagerungsverhältnisse der Breccie entgegen (84).

Unmittelbar nach dem Innsbrucker Geographentage erschien ein Aufsatz von Gürich (82), in welchem derselbe seine Beobachtungen über die Höttinger Breccie mitteilt. Er hat sich bei einem Besuche der Aufschlüsse im östlichen Weiherburggraben nicht davon vergewissern können, daß hier Moräne die Breccie unterteuft, und kommt auf die Ansicht von Rothpletz

zurück, daß hier die Moräne nachträglich in eine Hohlkehle unter die Breccie hineingepreßt oder einfach hineinabgelagert worden sei.

Seither hat Lepsius die Akademie der Wissenschaften zu Berlin und zu Wien für Anlage eines Stollens zu interessieren vermocht, um die seines Erachtens immer noch zweifelhafte Auflagerung der Breccie auf Moräne im Weiherburggraben festzustellen. Die erstere¹ hat ihm, letztere² hat aus der Boué-Stiftung Ampferer eine Subvention gewährt, um die Arbeiten zu fördern. Lepsius selbst plante die Anlage eines Schachtes. Ausgeführt ist worden ein Stollen, welcher der Auflagerung der Breccie auf der Moräne folgte. Lepsius hat darüber berichtet (95), und nunmehr einen tiefgreifenden Umschwung seiner Meinungen vollzogen. Er gibt die von ihm gleich allen anderen bisher vertretene Ansicht auf, daß die Breccie eine alte Gehängeschuttbildung sei, und parallelisiert sie zeitlich und genetisch mit den Deckenschottern des Alpenvorlandes, indem er sie für eine fluvioglaziale Ablagerung des Inngletschers erklärt (92). Nach wie vor glaubt er zwischen einer älteren, am Inntalgehänge gelagerten, und einer jüngeren, in den Inntalterrassen gelegenen Breccie unterscheiden zu können, entsprechend dem älteren und jüngeren Deckenschotter des Alpenvorlandes. Beide seien pliozän, aber die jüngere sei nach einem Gletschervorstoß, dem ein Rückzug gefolgt sei, abgelagert. Dadurch wahrt er die von ihm vertretene Lehre von der Einheit der diluvialen Eiszeit, und er verweist die Schwankung in der räumlichen Ausdehnung des alpinen Eises, welche durch die Lagerung der Breccie zwischen Moränen erwiesen wird, ins Pliozän. Berichte über die im Stollen erschlossene Schichtfolge gab ferner Ampferer (93, 94). Er betonte, wie auch ich kurz zuvor (89), daß sich zwischen Moräne und Breccie des östlichen Weiherburggrabens eine dünne Lehmlage einschaltet, die er für ein äolisches Produkt hält. Er findet sich durch den Aufschluß in der immer von ihm vertretenen Ansicht befestigt, daß die Höttinger Breccie in einer interglazialen Zeit entstand, während welcher sich die Alpen mit ihrem eigenen Schutte verhüllten. Inzwischen hatte ich mit neueren Untersuchungen über die Breccie begonnen, worüber eine kurze Notiz vorliegt (89), und hatte Blaas seinen Standpunkt erneut ausgesprochen (90), nachdem er berichtet hatte, daß auch aus den unteren Breccienpartien Pflanzenreste vorkommen (64, 86). Endlich war 1913 Blatt

¹ Sitzungsberichte 1912, S. 982.

² Anzeiger der k. Akademie d. Wissenschaften, Math. nat. Kl. L. 1913, S. 222 u. 305.

Innsbruck der geologischen Spezialkarte von Österreich erschienen (91), das das gesamte Gebiet der Breccie umfassend, gegenüber früheren Karten einen wesentlichen Fortschritt in deren Darstellung bezeichnet. Sie wird als interglaziale Bildung aufgeführt.

Seither hat Gürich (98) die Örtlichkeit neuerlich besucht und ist nach den Aufschlüssen des dorthin angelegten Geologensteiges erneut zur Überzeugung gelangt, daß der Aufschluß unter der Hungerburg ausgeschaltet werden müsse, wenn man versuchen wolle, für die Höttinger Breccie ein interglaziales Alter nachzuweisen. Zu gleichem Ergebnisse ist Rothpletz durch Besuch des künstlichen Aufschlusses gelangt (99). Die Überlagerung der Moränen durch die Breccie im Stollen stellt er zwar genau so dar, wie Lepsius und Ampferer, aber von der Voraussetzung ausgehend, daß die Breccie unmittelbar auf triassischem Boden abgesetzt worden sei, konstruiert er Verhältnisse, die eine nachträgliche Unterlagerung der Breccie durch die Moräne erklärlich machen sollen. Rothpletz verhehlt sich nicht, daß er bei seinem Deutungsversuch auch mit solchen Einzelheiten des Vorganges gerechnet habe, die sich nicht mehr sicher nachweisen, sondern nur als wahrscheinlich vermuten lassen, und versucht das Alter der Breccie auf paläontologischem Wege festzulegen. Er geht dabei von der Bestimmung der Pflanzenreste aus, die v. Wettstein vorgenommen hat, die Einwände fallen lassend, die er früher gegen deren Richtigkeit ausgesprochen hatte. Er rückt die Breccie nunmehr an die Grenze von Pliozän und Diluvialzeit, weswegen es freistünde, sie als jungpliozän oder altdiluvial zu bezeichnen. Ampferer hat zu diesem Hypothesengebäude Stellung genommen (100). Für ihn bleibt die Breccie interglazial, und zwar altdiluvial. Mit einer kurzen Erwiderung hat Rothpletz (101) seinerseits die Diskussion abgeschlossen.

Brückner hat über die letzten Arbeiten von Lepsius und Rothpletz kritisch berichtet (103). Er nimmt entschieden gegen die Deutung der Breccie als Deckenschotter Stellung und tut die Haltlosigkeit von Rothpletz' Deutung der durch den Stollen erschlossenen Lagerungsverhältnisse dar. Er kenne wenige Beispiele aus der Geschichte der Wissenschaften, wo zu Liebe einer einmal gefaßten Meinung den Tatsachen derart Gewalt angetan worden sei, wie hier.

Überblicken wir die Summe der verschiedenen Äußerungen über die Höttinger Breccie, so begegnen wir einerseits Stimmen, welche auf Grund

eingehender Untersuchungen der Breccie mit Entschiedenheit für deren interglaziales Alter eintreten, während von der anderen Seite recht verschiedene Erklärungsversuche gegeben worden sind: Vacek — wie Blaas berichtet —, Rothpletz, Gürich und anfänglich Lepsius bezweifeln die Lagerung der Breccie auf Moräne überhaupt und halten die Breccie in ihrer Gesamtheit für präglazial; ihnen bleibt für die nähere Altersbestimmung nur die paläontologische Methode. Diese lieferte verschiedene Ergebnisse. Unger und Stur sahen die Pflanzenreste für miozän an, v. Ettinghausen und v. Wettstein erkannten in ihnen im wesentlichen rezente Arten. Rothpletz wollte anfänglich daneben miozäne finden und stellte die Breccie an den Schluß der österreichischen Miozänablagerungen, später rückte er sie an die Grenze von Pliozän und Quartär; Lepsius erachtete sie als rein pliozän. Stur suchte seine paläontologische Altersbestimmung der Breccie mit deren Auflagerung auf Moränen durch die Annahme zu versöhnen, daß die Breccie kein einheitliches Gebilde sei; er hielt die pflanzenführende Abteilung für tertiär, die rote Breccie für jünger; ihm ist Lepsius anfänglich mit einigen Zweifeln, später uneingeschränkt gefolgt. Frech, Geinitz und Aigner endlich geben die Lagerung der Breccie zwischen Moränen zwar zu, aber schließen aus der Flora nicht auf eine milde Interglazialzeit, sondern erachten die Flora als eine solche der Eiszeit selbst. Dagegen hält sie Beck von Managetta wie v. Wettstein für entschieden interglazial und schließt aus ihr, daß während der Interglazialzeit die illyrische Flora weit über die Ostalpen verbreitet gewesen sei (70). Die Entstehung der Breccie als Schutthalde wird lediglich von Lepsius in seiner letzten Arbeit nicht angenommen.

Wer diesen Widerstreit der Anschauungen lediglich von der Ferne betrachtet, wird vielleicht von Drygalski recht geben, wenn dieser auf dem Innsbrucker Geographentage äußerte (84, Diskussion), daß die Ansichten sicher sehr auseinandergehen in bezug auf das, was die Höttinger Breccie für oder gegen die Mehrzahl der Eiszeiten besagt, und mit Hans von Staff bedauern, daß ein so wichtiger Stützpunkt einer so bedeutsamen Theorie so wenig im Detail erforscht sei (85). Wer freilich der Sache nähertritt und die einzelnen Ansichten auf ihre Begründung prüft, wird schon nach dem bisherigen Stande der Kenntnis unschwer Lücken finden, welche die einzelnen Autoren auszufüllen unterlassen haben. Wenn z. B. Rothpletz und Gürich angesichts der Aufschlüsse im östlichen Weiher-

burggraben von einer nachträglichen Unterlagerung der Moränen unter die Breccie sprechen, so untersuchen beide nicht, ob eine solche Erklärung auch für die Aufschlüsse im westlichen Weiherburggraben, die von Blaas, Böhm, Ampferer und mir beschrieben worden sind, anwendbar ist. Wenn ferner Stur und Lepsius die Möglichkeit einer größeren Altersverschiedenheit zwischen weißer und roter Breccie oder einzelnen Partien der Breccie überhaupt ins Auge fassen, so unterlassen sie Beweise dafür zu erbringen, welche beispielsweise in dem Nachweis von Fragmenten einer älteren Breccie in einer jüngeren bestehen würden. Werden doch Fragmente der Höttinger Breccie in den jüngeren Schuttablagerungen der Gegend, sowohl im Höttinger Schutt, als auch in den hangenden Moränen vielfach gefunden. Wenn ferner Frech, Geinitz und Aigner meinen, daß die Breccie an den Flanken eines schwankenden Gletschers abgelagert worden sei, so geben sie keinerlei Beweise dafür, wie sie z. B. durch die Verzahnung der Breccie mit glazialen Ablagerungen gewährt werden könnten. Kurz, es fehlt den Ansichten, welche das interglaziale Alter der Breccie bezweifeln, an konsequenter Durchbildung: sie sind Arbeitshypothesen, mit denen nicht zu arbeiten versucht worden ist. Keiner der Geologen, welche das interglaziale Alter der Breccie bestreiten, hat auch nur eine neue Beobachtung beigebracht — sie alle zehren an den Beobachtungen, die sie von anderen übernommen, geben einem Teil eine neue Deutung und ignorieren den anderen. Dagegen sind alle die Geologen, welche den Schatz der Beobachtungstatsachen vermehrt haben, ausnahmslos mit Entschiedenheit für das interglaziale Alter und die Einheit der Breccie eingetreten.

Nur über deren Einfügung in die Chronologie des Eiszeitalters bestehen Meinungsverschiedenheiten bei ihnen. Sie wurzeln in der Verschiedenheit der Auffassung der mächtigen Schotter und Tonablagerungen im Hangenden der Breccie. Zwischen Moränen gelagert, zeigen diese eine eisfreie Zeit zwischen zwei Vergletscherungen an. Anfänglich habe ich jene Zeit als eine interglaziale, später als interstadiale gedeutet. Dementsprechend habe ich die Breccie anfänglich (11) in die vorletzte, später (50, S. 383) in die letzte Interglazialzeit gestellt. Doch bin ich in letzterer Auffassung unsicher (50, S. 1157) geworden und geneigt, zu meiner früheren zurückzukehren, der Blaas (17, 30) immer beigepflichtet hat. Seither ist Ampferer (68, 69) zur Überzeugung gelangt, daß die im Hangenden der Breccie gelegenen Ablagerungen interglazial sind. Aber er trennt die durch sie angezeigte Interglazialzeit nicht von

der durch die Breccie erwiesenen und kennt nur eine einzige Interglazialzeit, der er alle interglazialen Ablagerungen zuzuweisen geneigt ist, während ich anfänglich die Höttinger Breccie in eine ältere Interglazialzeit verwies als die schweizerischen Schieferkohlen.

James Geikie hat sich dieser letzteren Anschauung angeschlossen (35, 41); er hat in seinem letzten Werke (96) die durch die Höttinger Breccie angezeigte Interglazialzeit als Tyrolian bezeichnet und die durch die Schweizer Kohlen als Dürntenian. Dieses entspricht meiner Riß-Würm-, das Tyrolian meiner Mindel-Riß-Interglazialzeit. Auch Leverett stellt die Höttinger Breccie in die vorletzte Interglazialzeit (74). Dagegen hat C. A. Weber die Ansicht vertreten, daß die Höttinger Breccie der letzten Interglazialzeit angehört, während er die Schweizer Schieferkohlen in die erste verweist, obwohl er hervorhob, daß ihre Flora wesentlich wärmere Verhältnisse andeutet als die der letzteren (47 b).

Vielfach ist die Höttinger Breccie in Lehrbüchern und populären Werken als interglaziale Ablagerung angeführt worden. Neumayr widmete ihr in seiner Erdgeschichte eine eingehende Darstellung (22), die Uhlig in der 2. Auflage umarbeitete. Meinen späteren Ansichten über das Alter der Breccie hat sich Haug bei seiner eingehenden Behandlung des alpinen Quartärs (77, S. 1836) angeschlossen. Kayser gedenkt der Breccie (49), ebenso Heß in seiner Gletscherkunde (61). Aufsätze von mir (32), Biasutti (62) und Reinhardt (66) referieren meine Anschauungen. Wiederholt ist in Werken prähistorischen Inhalts von der interglazialen Breccie die Rede, so in denen von Bumüller (63), Reinhardt (67), Steinmann (76), Pohlig (78) und Obermaier (87). Auch Krebs führt die Breccie als interglaziale Bildung an (88). Nach Dacqué wird durch sie eine Interglazialzeit in den Alpen über allen Zweifel erhaben (97).

Neue Untersuchungen.

Wiederholt ist der Vorschlag gemacht worden, den Widerstreit der Meinungen über die Lagerung der Höttinger Breccie durch Schaffung eines künstlichen Aufschlusses zu schlichten. Das wäre in der Tat die beste Lösung, wenn es sich um eine regelmäßige Aufeinanderfolge von Ablagerungen handelte, wie man sie im Bereiche der marinen Sedimentgesteine anzutreffen gewöhnt ist. Aber die Schichtfolge des Eiszeitalters ist vielfach lückenhaft.

Neben den Stellen, wo die Breccie einer Moräne auflagert, gibt es viele andere, wo sie unmittelbar auf älterem Gesteine liegt. Was ein an beliebiger Stelle abgeteufter Schacht finden wird, kann niemand voraussagen: er kann unter der Breccie Moräne antreffen, und wenn dies nicht der Fall ist, so ist damit nicht erwiesen, daß nicht unweit davon die Breccie auf Moräne lagert. Man wird daher dem wissenschaftlichen Ausschusse des Alpenvereins nur Sachkenntnis nachsagen können, wenn er, wie Rothpletz (99) kürzlich der Öffentlichkeit mitteilte, für die Abteufung eines Schachts im Mayr-schen Steinbruche Mittel nicht gewährte; denn Ausgaben für ein solches Unternehmen haben nur dann Wert, wenn bestimmt erwartet werden kann, daß es zur entscheidenden Klärung einer Streitfrage führt.

Sind Unklarheiten über das Verhältnis von Breccie und Moräne vorhanden, so muß man sie dort beseitigen, wo beide nebeneinander vorkommen. Hier können Grabungen entscheiden, ob eine Anlagerung der Moräne an die Breccie oder eine Überlagerung der letzteren auf Moräne stattfindet. An einer solchen Stelle hat Blaas, wie er 1889 mitteilte (27), auf Veranlassung von Stur bereits vor Jahren eine Grabung veranstaltet, aber deren Fortsetzung scheiterte an dem Einspruche der Anrainer. Zugunsten einer solchen von Ampferer ausgesuchten Stelle hat auch Lepsius seinen ursprünglichen Plan eines Schachtes, den er abteufen wollte, fallen gelassen, und es ist der Stollen geschaffen worden, welcher auf eine ansehnliche Strecke der Überlagerung der Moräne durch Breccie in das Innere des Berges folgt. Daß eine solche Überlagerung nicht allgemein vom jüngeren Alter der Breccie überzeugen würde, hat, wie Brückner (103) berichtet, Ed. Sueß vorausgesehen und konnte den Kenner der Verhältnisse nicht überraschen; denn derjenige, dem die von der Natur im östlichen Weiherburggraben dargebotenen ausgedehnten Aufschlüsse nicht klar werden, wird sich auch nicht durch einen naturgemäß viel weniger ausgedehnten künstlichen Aufschluß überzeugen lassen. Wer, wie Rothpletz, mit der Voraussetzung an die Untersuchung geht, daß die Breccie unmittelbar auf dem triassischen Grundgestein auflagert, wird leicht Erklärungsmöglichkeiten einer späteren Zwischenlagerung von Moräne zwischen beiden finden und sich von seiner vorgefaßten Meinung nicht abbringen lassen — mögen die Dinge auch noch so klar liegen.

Ich habe daher von der Anlage eines künstlichen Aufschlusses nie eine Klärung der Meinungen erwartet. Meine Meinung ist von vornherein ge-

wesen, daß man die Lagerungsverhältnisse der Höttinger Breccie nicht nach einer einzigen Stelle beurteilen dürfe. Habe ich zwar niemals daran gezweifelt, daß im östlichen Weiherburggraben die Breccie eine ältere Moräne überlagert, so habe ich doch sofort nach Auffindung dieser Stelle nach anderen gesucht, die ähnliches zeigten, und ich habe deren mehrere gefunden. Sie sind von denjenigen, die sich an dem großen Aufschlusse am östlichen Weiherburggraben von der Überlagerung der Moräne durch Breccie nicht überzeugen konnten, nie berücksichtigt worden, und es haben daher Fernerstehende glauben können, als ob das interglaziale Alter der Höttinger Breccie sozusagen an einem Faden hänge.

Das ist nicht der Fall. Aber die einschlägigen Angaben sind verstreut in verschiedenen Arbeiten, und vieles wird demjenigen nicht bekannt, der nur die letzterschienene würdigt und aus ihr ersieht, »daß eigentlich nur ein einziger Punkt existiert«, wo die Unterlagerung von Moräne unter Breccie zu sehen ist (36). Das trat bei der auf dem Innsbrucker Geographentage geführten Diskussion (84) sehr auffällig zutage. Unter ihrem Eindrücke habe ich den Entschluß gefaßt, durch eine eingehendere Monographie der Höttinger Breccie neuerlich zu zeigen, welche Summe von Argumenten sie für die Annahme wiederholter Eiszeiten darbietet, zumal ich bei meiner letzten Darstellung der Breccie und Diskussion der einschlägigen Beobachtungen an enge Grenzen gebunden war.

Monographien wichtiger Vorkommnisse können sich nicht ausschließlich auf literarischem Material aufbauen. Eine verlässliche Darstellung ist nur möglich, wenn sie sich auf genaue Beobachtungen stützt. Vermehrung und Vertiefung der letzteren liefert die sicherste Grundlage zur Entscheidung strittiger Fragen. Ich habe im Sommer 1912 neue systematische Beggehungen der Inntalerrasse nördlich Innsbruck begonnen und dieselben mehrfach auch auf die höheren Gehängepartien ausgedehnt. Dabei zeigte sich, daß eine ins einzelne gehende kartographische Darstellung der wichtigsten Aufschlüsse über die Lagerung der Höttinger Breccie auf Grund des vorliegenden Kartenmaterials nicht möglich ist. Wir haben als topographische Grundlage für die Gegend von Innsbruck das Blatt Innsbruck und Achensee (Zone 16, Kol. V) der Spezialkarte 1:75000 der österreichisch-ungarischen Monarchie, auf welchem die Breccie eine Fläche von etwa 25 qem deckt. Was in diesem Maßstabe darstellbar ist, hat die geologische Spezialkarte Österreichs bereits wiedergegeben. Man kann ferner von der Original-

aufnahme 1:25000 zu jenem Blatte eine photographische Kopie erhalten. Aber auch sie reicht zur Wiedergabe der wichtigen Einzelheiten nicht aus, namentlich da die Genauigkeit ihrer Geländedarstellung an dem reich gegliederten Abfalle der Inntalerrasse viel zu wünschen übrig läßt. Infolgedessen kann auch die auf ihr beruhende geologische Karte nicht in allen Einzelheiten verläßlich sein, und es muß bei Ziehung geologischer Grenzen vielfach ein Kompromiß zwischen Geländedarstellung und wirklich genauer Ortsangabe versucht werden, soll das geologische Bild in das orographische passen. Für eine Darstellung der Auflagerung der Höttinger Breccie auf ihrer Liegendmoräne würde aber auch der Maßstab 1:25000 nicht ausreichen. Hier heißt es viel größere Maßstäbe wählen, wenn klar zur Anschauung gebracht werden soll, wie jener Kontakt im einzelnen verläuft; denn diese Einzelheiten sind von entscheidender Bedeutung für die Frage, ob die Liegendmoräne älter als die Breccie ist, oder nicht. Es waren also topographische Aufnahmen mit den geologischen zu kombinieren.

Beim Anfange der Arbeit haben zwei meiner Schüler mir hierbei geholfen. Im Herbste 1912 versuchte Hr. stud. phil. Kurt Niehoff eine photogrammetrische Aufnahme der Aufschlüsse im östlichen Weiherburggraben, während Hr. Landmesser Max Lange im Anschluß an einen vom Bauamte der Stadt Innsbruck ausgearbeiteten Plan des Weiherburggeländes 1:1000 tachymetrisch den östlichen und den westlichen Weiherburggraben aufnahm. Letzteres Verfahren erwies sich als sehr praktisch; denn es konnten eine Reihe von Kontaktstellen zwischen Breccie und Moräne direkt eingemessen werden. Dies ist bei der photogrammetrischen Aufnahme nur dann möglich, wenn solche Stellen besonders markiert sind; denn wie scharf sich auch Breccie und Liegendmoräne in der Natur unterscheiden, so kann man sie im Bilde nur schwer dort auseinanderhalten, wo sie in derselben Böschung liegen. Die guten Erfahrungen mit der Langeschen Aufnahme 1:1000 machten wünschenswert, sie weiter auszudehnen. Die Berliner Akademie der Wissenschaften stellte mir in dankenswerter Weise eine Summe von 500 Mark hierfür sowie für die Gewinnung guter Ansichten der Breccie zur Verfügung¹. Hr. Dr. O. v. Gruber in München übernahm mit hingebendem Eifer die Aufgabe. Aber während der im April 1913 zur Verfügung stehenden Zeit vereitelte plötzlicher Schnee-

¹ Sitzungsberichte 1913, S. 153.

fall die im höheren Gelände begonnenen Arbeiten. Es konnten nur die tachymetrischen Aufnahmen am Abfalle der Inntalerrasse fortgesetzt und solche im unteren Höttinger Graben ausgeführt werden, so daß von den Hauptauflagerungsgebieten der Breccie auf Moräne Karten 1:1000 erhalten wurden, die eine genaue Kartierung des Grenzverlaufes zuließen. Um letzteren an Stellen, wo er nicht aufgeschlossen ist, genau festlegen zu können, wurden vielfach Schürfungen oder Grabungen mit Pickel oder Hacke vorgenommen, wodurch die Zahl der Kontaktstellen sowohl im östlichen Weiherburggraben als auch namentlich im Höttinger Graben erheblich vermehrt wurde.

Als dann im Sommer 1913 die Gesamtheit der erzielten Beobachtungen dargestellt werden sollte, da ergab ein Besuch der Inntalerrasse, daß eine neue Weganlage des Innsbrucker Verschönerungsvereins zwischen der Weiherburg und Hungerburg im Zuge sei, die im Gelände zwischen dem östlichen und dem westlichen Weiherburggraben neue Aufschlüsse versprach. Hr. Baurat Konzert vom städtischen Bauamt Innsbruck hatte die Güte, eine genaue Aufnahme dieses Weges für mich ausführen zu lassen, welche Hr. Dr. v. Gruber in die von ihm vollendete, von Hrn. Landmesser Lange begonnene Karte einarbeitete. Ich selbst weilte im Herbst 1913 wieder im Gelände, um die neuen Aufschlüsse zu untersuchen.

Seither hat der Innsbrucker Verschönerungsverein zu Lepsius' Stollen hin einen Fußweg bauen lassen. Dadurch ist nicht bloß das bekannte Profil des östlichen Weiherburggrabens leicht zugänglich gemacht, sondern sind auch Aufschlüsse über den Kontakt von Breccie und Moräne in einer außerordentlichen Ausdehnung geschaffen worden. Er lag an einer Reihe von Stellen bloß, wo ich ihn ein Jahr zuvor nur durch Schürfungen feststellen konnte, und Örtlichkeiten, die bisher wegen dichten Buschwerkes vom allgemeinen Besuche gemieden wurden, sind leicht zugänglich geworden. Es gebührt daher dem Innsbrucker Verschönerungsverein ganz besonderer Dank für Anlage des in jeder Hinsicht der Wissenschaft sehr nützlichen Geologensteiges.

Weitere topographische Aufnahmen wurden im Bereiche der Höttinger Alp nötig, nachdem sich im Laufe der Untersuchung herausgestellt hatte, daß auch hier die Liegendmoräne der Breccie auftritt. Der Topograph des Alpenvereins Herr L. Ägerter hatte die Freundlichkeit, sie im Jahre 1917 im Maßstabe 1:2500 auszuführen, wofür ich ihm zu besonderem Danke verpflichtet bin. Schürfungen im Bereiche der Alp vorzunehmen war leider

nicht möglich und ein Kontakt zwischen Breccie und Moräne konnte nicht bloßgelegt werden.

Im Frühjahr 1914 habe ich an Ort und Stelle die Niederschrift des größeren Teiles dieser Abhandlung vollzogen, und der Assistent am Botanischen Garten zu Innsbruck, Hr. Dr. Seeger, hat eine Reihe von Photographien dafür aufgenommen. Dann wurde das Manuskript dem Druck übergeben. Aber dieser konnte vor meiner Abreise nach Australien im Sommer 1914 nicht vollzogen werden; während der Rückreise wurde ich in England festgehalten, und als ich an die Korrektur der Arbeit gehen konnte, erschienen die letzten Bemerkungen von Rothpletz. Ich hielt für richtig, vor Abschluß des Druckes nochmals die Gegend zu besuchen, was sich erst 1916 ermöglichen ließ. Dabei wurde die Frage nach Alter und Entstehung der Inntalerrasse neuerlich angeschnitten, welche für die Auffassung des Alters der Höttinger Breccie so bedeutungsvoll ist. Zur Lösung konnten die aufgerollten Probleme aber erst durch Untersuchungen im Isar- und Loisachgebiet gebracht werden, die im Sommer 1919 abgeschlossen wurden. Darüber soll in einer eigenen Veröffentlichung berichtet werden. Das erzielte Ergebnis ermöglicht das Alter der Höttinger Breccie mit größerer Sicherheit festzulegen, als es die Untersuchungen an Ort und Stelle gestatteten, und rechtfertigt die Hinausschiebung des endgültigen Abschlusses dieser Arbeit.

Indem ich sie nunmehr der Öffentlichkeit übergebe, danke ich allen denen, die mich während derselben unterstützt haben, insbesondere meinen verehrten Kollegen in Innsbruck, Hrn. Prof. J. Blaas und Hofrat F. Ritter von Wieser, deren werktätiges Eingreifen namentlich während des Krieges mir von großem Nutzen gewesen ist. Ich gedenke ferner des im Kampfe für seine Heimat in Südtirol gefallenen Dr. Seeger, dem ich für die Ermittlung von Namen der Lahner im Bereiche der Höttinger Alp sowie für einige für diese Arbeit angefertigte photographische Aufnahmen verpflichtet bin.

Selbstverständlich benutzt die zu gebende Darstellung der Höttinger Breccie auch meine in früheren Jahren gemachten Beobachtungen. Ich besuchte die Höttinger Breccie 19. bis 22. IX. 1880, 11. und 12. VIII. 1881, 10. und 11. XI. 1883 mit A. Böhm und E. Brückner, 26. III. 1886 mit J. Blaas und F. v. Wieser, 30. IX. bis 3. X. 1890, 27. IX. 1891 mit von Wettstein, 3. IV. 1892 mit L. Du Pasquier, 21. IX. 1894 mit der Glazialexkursion des 6. internationalen Geologenkongresses, 11. VII. 1902 mit einer Wiener Studentensexkursion (53), 5. IX. 1903 mit der Glazialexkursion des 9. internationalen Geologenkongresses, an

2. VI. 1912 mit einer Berliner Studentenexkursion. Seither arbeitete ich am 4. VIII. 1912, vom 13. IX. bis 21. IX. 1912 mit Landmesser Lange und stud. Niehoff, am 17. IV. bis 23. IV. 1913 mit Dr. v. Gruber, Dr. Maull und Dr. Simotomai, am 3. VIII. bis 5. VIII. 1913, am 9. IX. bis 18. IX. 1913, am 9. IV. bis 28. IV. 1914 teilweise mit Dr. Seeger, endlich mit stud. v. Joeden am 18. VIII. bis 6. IX. 1916 im Bereiche der Breccie. Kurze Besuche stattete ich ihr ferner am 13. IX. 1918 mit stud. Böhnicke und am 26. bis 29. IX. 1919 mit Prof. Dr. Freudenberg aus Göttingen ab.

Die Beschreibung der einzelnen Aufschlüsse ist so gegeben, daß sie dem Besucher zugleich als Führer dienen kann. Er wird zuerst an den Hauptaufschluß im östlichen Weiherburggraben und dann am Abfalle der Inntalerrasse bis zum Ölberge geleitet. Dann kommt die Würdigung des Mühlauer Grabens, weiter die des unteren und des oberen Höttinger Grabens, schließlich die der Gegend westlich davon. Ein eiliger Besucher kann in einem Tag die Aufschlüsse der Inntalerrasse und des unteren Höttinger oder des unteren Mühlauer Grabens, bei starker Leistungsfähigkeit sogar alle drei Aufschlußgebiete kennen lernen, wenn er frühmorgens in die Mühlauer Klamm geht, dann auf dem Knappensteige am Gehänge entlang bis zum östlichen Weiherburggraben wandert und nach Besichtigung der Aufschlüsse am Terrassenabfall durch das Tal des kleinen Fallbaches über das Wirtshaus Gramartboden in den oberen Höttinger Graben geht, von wo er durch den unteren Graben nach Innsbruck zurückkehrt. Die beste Jahreszeit für Besuch der Aufschlüsse in der Terrasse ist Mitte April. Dann ist der Schnee vergangen, Rutschungen haben neue Entblößungen geschaffen und das Buschwerk ist noch nicht belaubt. Sobald letzteres der Fall ist, also während des Sommers und Herbstes, sind zahlreiche Aufschlüsse im Grünen versteckt und schwer zu überblicken. Dagegen können die Aufschlüsse im oberen Höttinger Graben erst im Mai, nach Schwinden des Schnees, erfolgreich besucht werden.

Seit Anlage der Wege des Verschönerungsvereins sind alle Aufschlüsse am Terrassenabfall leicht zugänglich, und es ist für ihren Besuch bergmäßige Ausrüstung nicht mehr nötig. Aber wer sie gründlich studieren will, wird auf letztere nicht verzichten und wird selbst unten in der Talregion den Eispickel beim Bloßlegen verrutschter Aufschlüsse schätzen lernen. Die Wege des Verschönerungsvereins waren auf Karten bisher noch nicht eingetragen. Sie seien zur leichteren Orientierung mit ihren Namen hier angeführt:

Richardsweg von Mühlau (unweit der Kettenbrücke) zur Weiherburg.

Schillerweg von Mühlau in der Fußregion der Terrasse zum Schillerhofe am Ausgange der Mühlauer Klamm unweit des Schweinbrückl.

Wilhelm Greil-Weg in großen Serpentinaen von der Weiherburg zur Hungerburg. Geologensteig, Abzweigung in den östlichen Weiherburggraben.

Rieglsteig unter den Breccienwänden von Mayrs Steinbruch zum Wilhelm Greil-Weg. Knappensteig unter den Breccienwänden vom Wilhelm Greil-Weg nach dem Schillerhof.

Gramartweg von Hungerburg nach Westen über Gramartboden und weiter über den unteren Höttinger Graben zum Höttinger Bild.

Stangenweg vom Höttinger Bild nach Westen.

Rechenhofweg von Hungerburg nach Osten über den Mühlauer Graben zum Rechenhof.

Gilmweg vom Schweinbrückl nach Arzl.

Beobachtungen.

Der östliche Weiherburggraben.

Die bekanntesten und am meisten besuchten Aufschlüsse über die Auflagerung der Höttinger Breccie auf Moräne liegen in dem bereits genannten östlichen Weiherburggraben, der sich östlich des alten Schlosses Weiherburg zum Inn herabzieht (Taf. II). Er hat drei Quelltrichter: im westlichen fließt ständig ein Bach, gespeist von einem starken Quell, welcher für die Höttinger Wasserleitung gefaßt ist. Wir nennen ihn daher Quellkessel. Der mittlere Trichter birgt die öfters beschriebene Auflagerung der Breccie auf Moräne, er heiße Mittelkessel. Der östliche endlich drängt sich nicht tiefer in das Gebiet der Breccie hinein und sammelt seine Wasser am Fuße der höheren Breccienwände unter der Hungerburg im Bereiche von jüngeren Aufschüttungen der Inntalerrasse. Dichtes Buschwerk überdeckt deren lockeres Material. Wir nennen ihn daher Buschkessel. 200 m nördlich der Weiherburg vereinigen sich beim Glockenhof die Abflüsse aus diesen drei Kesseln und bilden den Duftbach, den Bach des östlichen Weiherburggrabens. Zwei scharfe Vorsprünge trennen die drei Kessel voneinander. Wir nennen den östlichen zwischen Busch- und Mittelkessel die große Nase, den westlichen zwischen Mittel- und Quellkessel die kleine Nase.

Durch die neuen Wegebauten des Innsbrucker Verschönerungsvereins sind die Aufschlüsse des Mittelkessels aus ihrer früheren Entlegenheit gerissen worden. Wir erreichen sie nunmehr bequem vom Schlosse Weiherburg aus, indem wir dem neuen Wilhelm Greil-Wege zur Hungerburg bis oberhalb seiner zweiten großen, nach Osten gerichteten Schleife folgen. Hier zweigt in 735 m Höhe der Geologensteig ab, welcher nach 30 m Weges in den Quellkessel einbiegt, dessen Hintergehänge er in sanftem Anstieg zwischen 750 m und 755 m Höhe umzieht. Er bringt uns an dem Quell der Höttinger Wasserleitung vorbei um die kleine Nase herum in den Mittelkessel und über die große Nase herauf zum Wilhelm Greil-Weg. Eine kurze Abzweigung führt im Mittelkessel bis an die Stelle, wo unter überhängender Breccienwand der Stollen in die Grundmoräne getrieben worden ist.

Die kleine Nase gewährt einen guten Blick auf die großen Aufschlüsse des Mittelkessels. Wir sehen an seiner Ostflanke eine weit überhängende Breccienwand, deren äußerstes Ende auf Moräne aufrucht, und Moräne

erstreckt sich mindestens 6 m weit unter die überhängende Wand bergwärts (Ansicht 1, Taf. V). An der Rückwand des Kessels reicht die Breccie sichtlich tiefer herab als an der Ostflanke; der Fuß ihrer steilen Böschung ist mit ihrem eigenen Schutte überdeckt, der auch ihr Liegendes verhüllt. Dadurch wird auf den ersten Blick der Eindruck erweckt, als ob die unter der großen Nase gelegene Moräne nur eine kurze Strecke weit unter die Breccie eingriffe, um dann stumpf zu enden, zumal man zweimal, wie unser Aufriß II auf Taf. III erkennen läßt, Breccie neben Moräne sieht. Allein nähere Untersuchung lehrt, daß die Moräne allenthalben unter der Breccie liegt und sich durch das ganze Hintergehänge des Mittelkessels von der großen Nase bis zur kleinen Nase zieht. Das geschieht nicht mit gleichmäßigem Gefälle. Von der Westseite der großen Nase, wo sie 760 m hoch liegt, senkt sich die Grenze bis zur Grabenmitte auf 749 m herab und hebt sich vor der kleinen Nase wieder auf 755 m empor. Auf der Westseite des Buschkessels setzt sich der Anstieg der Moräne unter der Breccie fort, und sie erreicht auf der Ostseite der großen Nase mit 764 m ihre größte Höhe; weiterhin senkt sich der Kontakt wieder bis auf 759 m herab. Unsere Ansichten 2, Taf. V, und 3, Taf. VI, zeigen deutlich, wie sich die Moräne auf der Ostseite der großen Nase höher erhebt als auf der Westseite.

Fast ununterbrochen verfolgen wir die Grenze zwischen Breccie und Moräne von der kleinen Nase an 75 m nach Nordosten, und zwar nicht geradlinig, sondern zickzackförmig. Die große Nase erscheint als eine Bastion, welche 13 m aus der geradlinigen Flucht herauspringt; der Hintergrund des Mittelkessels ist dagegen um 8 m zurückgerückt. Mindestens 21 m breit ist die Auflagerungsfläche bei einer Länge von 75 m.

Daß die Auflagerung der Breccie auf Moräne durch den ganzen Mittelkessel hindurch stattfindet, habe ich bereits 1882 gezeigt; in einem Profile habe ich ferner dargestellt (11, Taf. II, Fig. 1 n), daß sich die Moräne unter den beiden Nasen höher erhebt als am Hintergehänge des Kessels. Ein weiteres Profil bringt zum Ausdruck, daß die Grenze zwischen Breccie und Moräne bergwärts fällt (11, Taf. I, Fig. 11); A. Böhm hat eingehend dargelegt, wie ein solches Verhalten im Verein mit der Krümmung der Kesselwandung das Herabsinken jener Grenze in der Kesselmitte erklärlich mache (15, S. 151). Daß der Kontakt bergwärts falle, ist seither von Blaas in verschiedenen Profilen (17, Fig. 7; 30, Fig. 11; 81, Fig. 3) sowie auch von

Ampferer (65, S. 732, Profil I) gezeichnet worden; es entspricht dies dem, was wir an der Spitze der großen Nase sehen. Aber der weitere Verlauf des Kontaktes steht damit nicht im Einklang. Die bei unsern Schürfungen im Herbste 1912 bloßgelegten und genau eingemessenen Kontakte an der Ostflanke des Kessels liegen nicht in einer bergwärts nach Nordwesten fallenden, sondern in einer nach Südwesten sich senkenden Ebene. Die in gerader Linie zwischen Nordosten und Südwesten gelegenen Kontakte zeigten ferner nicht, wie man bei nordwestlichem Einfallen der Brecciensohle annehmen müßte, gleiche, sondern verschiedene Höhen, wie Schürfungen am Geologensteige im Frühjahr 1914 erkennen ließen. Die Brecciensohle bildet also keine nordwestwärts fallende Ebene, sondern eine unregelmäßig auf und ab wellende Fläche, welche sich an den beiden Nasen höher erhebt als dazwischen. Daß dieses Relief wieder auflebt, erscheint begreiflich. In den Vertiefungen zwischen den durch die Breccie verschütteten Moränenhöhen sammelt sich Grundwasser, das Bäche speist, und diese fressen sich durch rückwärtige Erosion gerade im Bereiche jener Vertiefungen ein. Stehen bleiben die Moränenberge. Daß die große Nase sich über einem solchen erhebt, erkennen wir dann, wenn wir sie von dem Dolomittfelsen vor ihr betrachten. Deutlich sehen wir die obere Moränengrenze sich allmählich nach Südwesten hin senken, um dann ganz allmählich zur kleinen Nase hin wieder anzusteigen (Taf. V, Ansicht 2).

So erhalten wir sehr verschiedenen Eindruck vom Verlaufe der Grenze Breccie über Moräne je nach dem Standpunkte, den wir wählen, wie dies ja bei jeder unregelmäßig verlaufenden geologischen Grenze der Fall ist. Ein geologisches Profil, aus seinem Fallen betrachtet, sieht anders aus, als von seinem Streichen gesehen. Die Frage ist in unserm Falle nur: wie ist das Streichen der in Rede stehenden Grenze? Daß man darüber so lange irrige Vorstellungen haben konnte, liegt daran, daß man glaubte, von der kleinen Nase aus ein richtiges Profil zu sehen, also die Grenze von ihrem Streichen aus zu betrachten, während man nur eine Ansicht vom Fallen aus vor sich hat, in welcher je nach der Art der Entblößung der Verlauf des Kontaktes sehr verschiedenartig erscheinen kann.

Wir bringen in unsern Aufrissen Taf. III zur Anschauung, was in den Verzweigungen des östlichen Weiherburggrabens zu sehen ist. **AA** ist eine Ansicht von vorn, in der Weise gewonnen, daß wir auf eine auf der Linie große Nase-Richardsbrunn senkrecht errichtete Ebene den Kontakt von

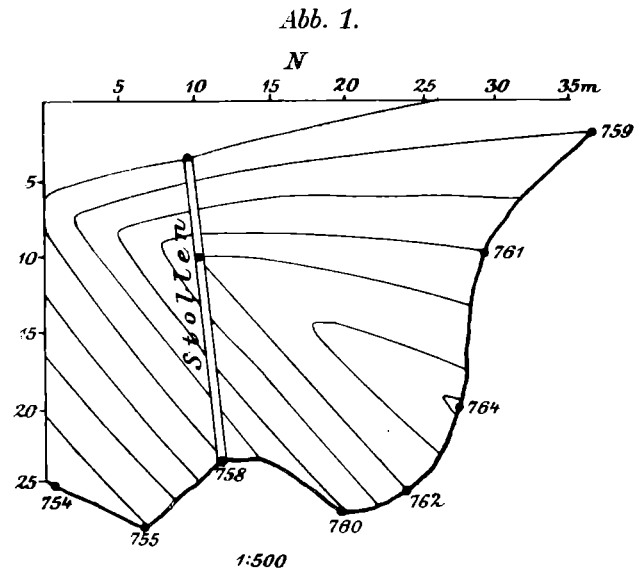
Moräne und Breccie projizierten. I ist die Ansicht der großen Nase von Osten: es sind die Aufschlüsse auf der Westseite des Buschkessels auf eine Ebene projiziert worden, die senkrecht zu **AA** durch die große Nase läuft. II ist ein Aufriß durch die Mitte des Mittelkessels gelegt, auf den die Aufschlüsse auf dessen Ostseite projiziert sind; es ist also eine verkehrte Ansicht der Ostseite des Mittelkessels. III ist eine Ansicht von dessen Westseite, IV eine Ansicht von der Westseite des Quellkessels, beide wieder als Aufrisse konstruiert. Namentlich die Aufrisse II und III zeigen recht deutlich, wie die Annahme vom Bergwärtsfallen der Moränengrenze entstehen konnte; ist doch II das Spiegelbild des bekannten Aufschlusses an der großen Nase. Die Vorderansicht **AA** der ganzen Aufschlüsse allerdings gibt für jene Annahme keinen Raum. Sie konnte, solange der Kontakt zwischen Breccie und Moräne nicht genau eingemessen war, bisher nicht gewonnen werden. Man konnte lediglich eine Vorderansicht des Mittelkessels überblicken, und diese schien befriedigend durch die Annahme des Bergwärtsfallens erklärt werden zu können.

Unsere Untersuchungen gestatten neben jene Vorderansicht ein Profil **BB** Taf. II zu stellen, das wir in gerader Linie quer durch die große und kleine Nase und durch die Westwand des Quellkessels legen. Die beobachtete Moränengrenze ist darin voll ausgezogen, die mutmaßliche gestrichelt; eingemessene Punkte sind gekennzeichnet. Das südwestliche Einfallen der oberen Moränengrenze an der Ostseite des Mittelkessels kommt in ganz ähnlicher Weise zur Geltung wie in unserer Vorderansicht; diese hat daher eher den Wert eines Profils als die Seitenansichten der Grabenflanken.

Unsere im Herbst 1912 gewonnene Vorstellung vom Vorhandensein eines Moränenberges unter der Höttinger Breccie und vom Südwestfallen des Kontaktes ist seither durch den Stollen, dessen Bau Lepsius veranlaßt hat, bestätigt worden (93, 94, 95). Man fand kein Herabsinken der Grenze, die man bei einem Bergwärtsfallen derselben erwarten mußte, sondern zunächst ein Ansteigen und dann erst ein Fallen, also genau dasselbe, was wir auf der Ostseite der großen Nase feststellen können. Danach erstreckt sich von dort aus der Moränenhügel mindestens 17 m bergewärts, und sein nordwestliches Firststreichen entspricht dem Südwestfallen seines Hanges, das wir nachweisen konnten. Abb. 1 gibt eine Isohypsendarstellung unseres von der Breccie verschütteten Moränenhügels.

Die Liegendmoräne des Mittelkessels ist von sehr charakteristischer Beschaffenheit. Eine verhältnismäßig feste, graublaue, tonige Grundmasse

waltet vor, die eingestreuten Geschiebe sind ziemlich spärlich und durchweg klein. Auffällig ist die Festigkeit der Grundmasse. Sie ermöglicht, daß sich die Moräne in ziemlich steiler Böschung hält und nur selten rutscht, was jüngere Moränen zu tun pflegen. Hand in Hand damit geht eine charakteristische Absonderung, dank welcher sich von den Böschungen leicht einzelne schalige Stücke gleichsam abschuppen. Die Moräne läßt



Isohypsen der Auflagerfläche von Breccie auf Moräne
an der großen Nase. • Eingemessene Punkte.

ferner, wie bereits 1882 hervorgehoben (11), eine Art Schichtung erkennen. Dünne, wenige Zentimeter starke Lagen heben sich stellenweise durch ihre Festigkeit aus ihrer Umgebung hervor. Diese miteinander abwechselnden festeren und weniger festen Partien streichen N 50° O und fallen gegen Nordwesten. Bei besonders günstigen Feuchtigkeitsverhältnissen verleihen sie der Ablagerung eine Bänderung. Rothpletz hat das Vorhandensein dieser Schichtung bestritten (36, S. 97). Ansicht 9 Taf. VIII zeigt, daß sie gelegentlich selbst auf Photographien sichtbar wird. Beim Bau des Geologensteiges fanden sich auch kugelförmige Zusammenballungen in der Moräne, die früher nur aus dem westlichen Weiherburggraben bekannt waren. Die Geschiebe sind spärlich und meist klein; sie zeigen prächtige Schrammen und weisen eine Politur auf, die sie glänzend macht. Auch das ist eine

Erscheinung, die in Moränen, welche die charakteristische Form der Jungmoränen tragen, nur selten beobachtet wird. Unter den Geschieben walten solche von jenem Triasdolomite vor, der in den Kalkalpen des linken Inntalgehänges ansteht und das Liegende der Ablagerung bildet. Aber es fehlt auch nicht zentralalpines Material. Selten freilich ist Gneis, häufiger sind Hornblendegesteine. Unter zehn verschiedenen kristallinen Gesteinen, die ich in der Moräne sammelte, fand Hr. Dr. W. Hammer, nach brieflicher Mitteilung von Hrn. Dr. O. Ampferer, 4 Amphibolite, 1 Biotit-Orthogneis, 1 Porphyrit, deren Ursprungsgebiet sich nicht mit Sicherheit feststellen läßt, ferner 2 Grünschiefer, 1 Diabasporphyrit und 1 Amphibolit mit felsophyrartigem Mylonit. Hr. Dr. O. Ampferer bemerkte über die letzteren Gesteine: »Die Grünschiefer sind sehr ähnlich den Diabasschiefern von Finstermünz und solchen aus dem Oberengadin. Der Diabasporphyrit stammt ebenfalls wahrscheinlich aus dem Oberinntal. Die Porphyrite der Zwölfer-Spitz-Gruppe sind in typischen Stücken verschieden. Wahrscheinlich liegen die Verwandten im Oberengadin. Ganz unverkennbar nach seiner Herkunft ist ein Amphibolit mit Adern von einem dunklen Gestein, das wir (Ampferer und Hammer) im Alpenquerschnitt als ‚Felsophyr‘ beschrieben haben. Nach neuerlichen Studien liegt hier ein eigenartiger Mylonit vor, welcher im Engadiner Fenster längs des Nordrandes der Silvretta nahe der Schubfläche auftritt.« Hiernach haben wir auch im kristallinen Material der Moräne solches von der linken Flanke des Inntales. Ich betone dies deswegen, weil nach Blaas (17, S. 30) die Moräne aus dem Süden stammt. Er leitete die prachtvoll polierten Dolomitgeschiebe aus den metamorphen Triasschollen des Wipptales, Serpentine von Matrei, her. Ich kann dem nicht beipflichten. Dolomit findet sich nicht bloß in den Kalkkögeln, sondern namentlich auch auf der linken Inntalseite, so z. B. auf der Mieminger Terrasse. Serpentine — Geschiebe davon habe ich nur selten gefunden — kennen wir aber nicht bloß bei Matrei, sondern auch an vielen Stellen des Oberinntals und Engadins. Der Ursprung der Dolomit- und Serpentinegeschiebe ist also nicht eindeutig. Gesteine, die ausschließlich aus dem Süden herzuleiten wären, kenne ich aus der Liegendmoräne der Höttinger Breccie nicht. Auch Geschiebe oder Fragmente der Breccie habe ich nie gefunden, so oft und so anhaltend ich auch danach gesucht habe.

Die oberste Moränenpartie an der großen Nase ist von abweichender Beschaffenheit. Sie ist reicher an Geschieben und sieht mehr betonähnlich

aus; stellenweise geht sie, wie wir noch sehen werden, in Schottermoräne über. Die Grenze zwischen der mehr tonigen und der steinreichen Moräne ist scharf.

Das Liegende der Moräne bildet Dolomit. Er hebt sich gegen das Inntal hin steil unter ihr empor und engt den Abflußkanal des Kessels zu einer schmalen Rinne ein. An dessen Ostseite steigt er vor der großen Nase bis über 745 m an und bricht gegen das Inntal in einer Wand ab. Aber auch sein Abfall gegen die Moräne hin ist ein recht jäher; er fällt unter sie unter einem Winkel von über 45° ein. Der Westpfeiler ist minder hoch, er ragt nur bis 735 m auf. Aber auch er fällt steil unter die Moränen ein. Auf ihm gelang es mir, durch Wegräumen der Moräne eine prächtige geschliffene Oberfläche bloßzulegen, deren Schrammen nach Ostnordost liefen. Bezeichnenderweise war die hangende Moräne an den glatt und glänzend geschliffenen Dolomit stellenweise fest angebacken.

Die Breccie des Mittelkessels zeigt die charakteristischen Eigentümlichkeiten der Höttinger Breccie. Sie besteht aus den Trümmern des im Norden sich erhebenden Talgehänges. Meist sind dieselben eckig, oft aber auch etwas kantenbestoßen, nie gut gerundet. Sie gleichen dem Materiale von Schutthalden und Murgängen. Fragmente von dunklen Kalken der unteren Trias walten vor, dazu gesellen sich häufig solche von rotem Mergel oder Sandstein aus dem Horizonte des Werfener Schiefers. Gerölle von kristallinen Gesteinen, wie sie in Mayrs Steinbruch selten, im unteren Höttinger Graben häufiger auftreten, habe ich im Mittelkessel nicht gefunden. Bemerkenswert ist der lagenweise Wechsel des Materials. So zieht sich z. B. in 758 m Höhe eine an roten Brocken sehr reiche Lage von 0.3—0.5 m Mächtigkeit durch den ganzen Aufschluß, während darunter und darüber die Dolomitbrocken vorwalten. Gelegentlich schalten sich ferner zwischen die gröberen Partien sehr feinkörnige bis schlammige, höchstens 0.1 m mächtige Lagen. Sie gewähren im Verein mit dem Wechsel des Materials dem Ganzen eine deutliche, fast horizontal erscheinende Schichtung. In der tiefsten Partie der Breccie sind diese schlammigen Lagen häufiger und zugleich die Breccie feinstückiger als sonst; unmittelbar über der Moräne wurde ein 0.3 m mächtiges Lager roten zähen Tones angetroffen. Wie Blaas mitteilt (86, S. 270), sind gelegentlich in der Breccie Pflanzenreste gefunden worden.

Das Bindemittel der Breccie ist von ähnlicher Beschaffenheit wie jene schlammigen Zwischenlagen, bald rötlich, bald mehr grau oder braun.

Stellenweise ist es recht reichlich, gewöhnlich aber spärlich. Seine Festigkeit bestimmt die der Breccie. Ihre oberen Partien bis 760 m herab sind fest und bilden Felswände. Was tiefer liegt, ist ziemlich locker, und da die tiefsten Partien im Hintergrunde des Kessels überdies voll Grundwasser sind, so geraten sie leicht ins Rutschen. Dadurch werden die hangenden Breccienwände untergraben und hängen stellenweise einige Meter weit über. Das war früher in noch weit ausgedehnterem Maße der Fall als heute. 1883 erstreckte sich über das ganze Hintergehänge des Mittelkessels ein Vorsprung der festen Breccie. Heute beschränkt er sich auf den Westflügel der großen Nase und eine höhere Platte an der Rückwand des Kessels. Die Ansichten 1 und 2 auf Tafel V lassen ihn erkennen.

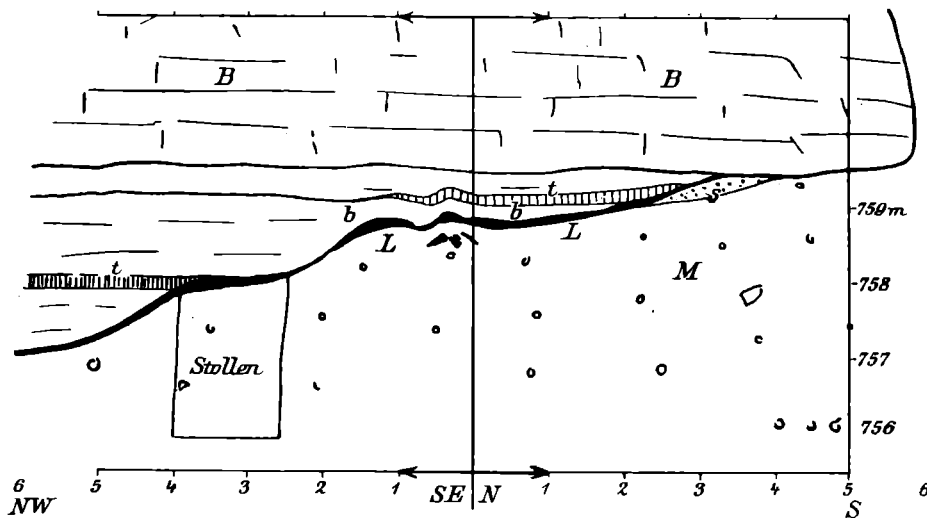
Am Westflügel der großen Nase greifen die oberen, festen Partien der Breccie über die unteren, lockeren hinweg und legen sich unmittelbar auf die hier befindliche Erhebung der Moräne. Dies kann bei flüchtiger Betrachtung den Eindruck erwecken, als ob die Moräne lediglich eine unter einem festen Brecciendache befindliche Höhlung ausfülle. Das ist die Ansicht von Gürich. Er spricht von einer Hohlkehle im Bereiche der lockeren Breccie, überragt von den Bänken der festen, er findet, daß die Moräne unter diesen letzteren in die Hohlkehle hineinragt und hier mit senkrechter Begrenzung an den wagerechten Bänken der Breccie abstößt. »Daraus würde zu schließen sein, daß die Breccie das ältere ist und die Moräne nachträglich in die Hohlkehle hinein »gepreßt« oder einfach hinein abgelagert worden ist« (82, S. 43). Diese Schlußfolgerung setzt voraus, daß die Überragung der lockeren Breccie durch die Bänke der festen schon aus der Präglazialzeit herrühre. A. Böhm hat die Unhaltbarkeit dieser Annahme bereits 1884 eingehend dargetan (15, S. 153). Aber man braucht hierüber gar nicht zu diskutieren; denn die Moräne stößt nicht an die lockere Breccie an, sondern diese ist ihr in der ganzen Ausdehnung des Aufschlusses aufgelagert. Dies lehrt uns eine Einzelbetrachtung des Grenzverlaufes.


Grenzverlauf im Mittelkessel.

An der großen Nase zwischen dem Mittel- und dem Buschkessel lagerte über der Stirn der Breccie früher, wie 1882 dargestellt (111), eine etwas lehmige, mit Rollsteinen und Breccienblöcken gespickte Schuttmasse (111, Taf. II, Fig. 11). Sie ist im Frühjahr 1914 größtenteils abgerutscht,

und nunmehr tritt die Breccie an der großen Nase hervor, wie Ansicht 3 auf Tafel VI, zeigt. Aber noch ist hier ihre unmittelbare Auflagerung auf die Moräne unsern Blicken entzogen. Wir sehen sie jedoch auf beiden Flügeln der Nase. Ansicht 4 auf Tafel VI läßt deutlich erkennen, daß am Westflügel im Mittelkessel nur der äußerste Vorsprung der festen Breccie sich 3 m weit fast ebenflächig auf die Grundmoräne legt. Bergeinwärts biegt sich,

Abb. 2.



Auflagerung der Breccie auf Moräne an der großen Nase 1 : 100. *B* Feste, *b* lockere Breccie, *t* tonige Zwischenlagen, *L* Grenzlehm, *s* steinige Moräne, *M* feste Grundmoräne,  Wurzeln.

wie Abb. 2 lehrt, die Grenze zwischen Moräne (*M*) und Breccie etwas herab, und im ausspringenden Winkel, den sie dabei beschreibt, ist die Moräne ziemlich steinig (*s*), so wie wir es an der anderen Seite der großen Nase am Buschkessel wiederum sehen werden. Das Dach der festen Breccie macht jene Herabsenkung nicht mit; zwischen ihm und der Moräne stellt sich eine etwa 2 dm mächtige, sandig-tonige Lage (*t*) und darunter eine dünne Lage lockerer Breccie (*b*) ein. Beide werden gegen das Inntalgehänge durch die ansteigende liegende Moräne schräg abgeschnitten. Aber nirgends stößt letztere unmittelbar an die Breccie, sondern stets findet sich zwischen beiden eine Lage von sandig-tonigem, glimmerreichem Lehm (*L*), der bald lichtgrau, bald braun aussieht und oft durchsetzt ist von bräunlichen Adern. Er teilt sich in feine Lagen parallel zur Grenze, der er folgt. Ich habe auf diesen Grenzlehm 1913 aufmerksam gemacht (89), Ampferer nennt ihn Streifen-

lehm (94). 2 m weit haben wir unter dem Dache der festen Breccie erst lockere Breccie (*b*), dann das sandig-tonige Band (*t*), dann abermals 2—3 dm lockere Breccie, dann den 1—2 dm mächtigen Grenzlehm, darunter schließlich die feste Grundmoräne (*M*). Weiterhin biegt der Aufschluß unter stumpfem Winkel aus der bis hierher befolgten Südnordrichtung gegen Nordwesten um. Im Scheitel des Winkels tritt an der Sohle der Breccie Wasser hervor. Es knüpft sich an eine Kluft in der hangenden festen Breccie. Die darunter befindliche Moräne ist deswegen rutschig und der Aufschluß schwer rein zu halten. Man sieht hier die sandig-tonige Lage (*t*) etwas gewellt, ebenso den Grenzlehm (*L*) zwischen Breccie und Moräne. An der ersten Aufwölbung ist letzterer dunkelgrau, an der zweiten dagegen gelblichbraun. Darüber führt in das hangende vorspringende Brecciendach von unten her ein 1 m breiter, sich gegen oben zuspitzender Schlot 2.5 m weit herauf. In der Liegendmoräne aber fanden sich Holzstücke eingekeilt, die mit Ampferer (94, S. 145) wohl nur als divergierende Wurzeln eines Baumes zu deuten sind, dessen Stamm in den Schlot der Breccie darüber hineinragte. In der Tat erinnerte sich 1914 Assistent Pius Mayer in Innsbruck daran, daß vor einigen Jahren noch ein Baumstamm in der Breccie aufragte, dessen Reste man noch 1914 im Schutt des Grabens fand. Sie zeigen nicht mehr die Beschaffenheit frischen Holzes, sondern sind spröde und brüchig, die Rindenpartien leicht verkohlt. Weist schon alles dies darauf, daß wir es nicht mit einem rezenten Baume zu tun haben, so wird letzteres geradezu ausgeschlossen durch die Tatsache, daß sich der Schlot nach oben schließt. Wir haben die Reste eines Baumes vor uns, der in der vom Grenzlehm bedeckten Moräne wurzelte und von der Breccie ungeschüttet wurde. Eine Untersuchung des von Ampferer für Buche gehaltenen Holzes wurde von Hrn. Dr. Gothan vorgenommen. Er schreibt mir darüber: »Die Untersuchung des übersandten Holzes war sehr schwierig, da es ganz ausgetrocknet und zusammengesunken war. Es ist eine Pinus mit Zackenzellen in den Querttracheiden. Die Markstrahltüpfel scheinen groß (»eiporig«) gewesen zu sein, doch ist die Struktur zu verrottet, um dies genau sagen zu können. Wenn dies der Fall ist, so läge eine Pinus der Sektion Pinaster vor, wahrscheinlich unsere *P. silvestris* selbst. Daß dies Holz einer Wurzel angehört, glaube ich nicht, da dafür die Zellwandungen zu dickwandig und englumig sind.«

In der weiteren Fortsetzung des Aufschlusses gegen Nordwesten hin senkt sich die Grenze zwischen loser Breccie und Moräne auf etwa 1 m unter

einem Winkel von etwa 20° westwärts, wie in Abb. 2 zu erkennen, herab, verläuft dann fast 2 m wieder horizontal, worauf ein neuerliches Absinken um mehr als 1 m folgt. Dieses Absinken sehen wir in Ansicht 4 auf Tafel VI. In dem Winkel zwischen dem sich senkenden Teile des Kontaktes und dem horizontalen war der Grenzlehm ziemlich dunkel. In gleicher Höhe schaltet sich daneben in die lockere Breccie eine dünne zähe Lage roten, schlierenweise lichtgrauen Tones (*t*) ein, welcher sich als Basis der bereits erwähnten roten Breccienpartie durch die ganze Rückwand des Mittelkessels hindurchzieht und bis in den Quellkessel zu verfolgen ist. Darunter und darüber findet sich dieselbe lose braune, ziemlich grobe Breccie.

An der Stelle, wo die untere Tonschicht (*t*) in der Breccie mit dem Grenzlehm (*L*) zusammenstößt, befindet sich der First des auf Veranlassung von R. Lepsius gebauten Stollens. Er ist mit einer Sohlenhöhe von etwa 756 m dicht neben der Stelle angesetzt, von der an sich die Brecciensohle am Hintergehänge des Quellkessels stärker abwärts zieht. Dieses kann man längs des zum Stollen ziehenden Fußsteiges deutlich verfolgen. An der Stollenmündung führt er in Moräne, wenige Meter nach Südwesten ist er bereits auf der Brecciensohle, und an seiner tiefsten Stelle, etwa 4 m darüber¹, Schürfungen längs der Wegstrecke wiesen überall zwischen Moräne und Breccie den Grenzlehm nach. Das Gefälle unserer Grenze ist also steiler als das des Weges; es ist längs einer 24 m langen Strecke 9 m, beläuft sich also auf $37\frac{1}{2}$ Prozent entsprechend einem Winkel von über 20° . Weniger steil (22 Prozent = 12°) ist der Anstieg des Moränenkontaktes gegen die kleine Nase. Nordöstlich von ihr liegt er nur $1\frac{1}{4}$ m unter dem Wege in 753 m Höhe, und vor der Nase wird dicht unter demselben die Moräne in 755 m Höhe angetroffen. In einer $N 65^\circ O$ verlaufenden Geraden finden wir von West nach Ost folgende Höhen des Moränenkontaktes in den kursiv gesetzten Entfernungen voneinander:

753 m — 18 m — 749 m — 11 m — 754 m — 13 m — 758 m

Am Ostflügel der großen Nase, gegen den Buschkessel hin, treffen wir eine Breccienwand von nur 2—3 m Höhe, von welcher im Frühjahr 1914 ein ansehnlicher Teil abgerutscht war, begünstigt von tiefen Sprüngen, welche die Ablagerung durchsetzen. Seither ist sie durch Weiterführung des Geologensteiges sehr gut entblößt worden. Sie ruht auf einer 1—1,5 dm mäch-

¹ Die ursprüngliche Weganlage war 2.2 m über dem Kontakte. Rutschungen haben Frühjahr 1914 veranlaßt, den Weg etwa 2 m höher zu legen.

tigen Lage ziemlich harten, sandigen, lichtbraunen, manchmal auch lichtrot gefärbten Grenzlehmes (*L*). Darunter folgen 3 dm feinstückigen Kalkgerölles, das ziemlich fest zementiert ist. Es enthält nur selten Gerölle kristallinischer Gesteine; nach längerem Suchen wurden zwei gekritzte Kalkgeschiebe gefunden. Wir haben es also hier mit einer Schottermoräne zu tun. Sie überlagert gelblichen, sehr lockeren Sandstein, der nach Süden zu sich auskeilt, nach Norden bis auf 4 dm anschwillt. Er ist deutlich schräge geschichtet und fällt $N 40^{\circ} W$, also ebenso wie die Bänke der liegenden Moränen. Darunter kommt 0.6 m verfestigte Schottermoräne mit vielen gekritzten Geschieben, die nach unten in tonige Grundmoräne mit vielen prächtig gekritzten Geschieben übergeht. Diese Moräne kann in zahlreichen Rutschungen an der Westseite des Buschkessels 20 m herab verfolgt werden. Die in ihrem Hangenden befindliche schotterige Ablagerung habe ich 1882 (II, Taf. II, Fig. 2) abgebildet. Sie entspricht der steinigen Moräne im Hangenden der festen Grundmoräne an der Westseite der großen Nase. Hier wie da hebt sich das Band des Grenzlehmes (*L*) darüber ebenso scharf von der liegenden Schottermoräne wie von der hangenden Breccie ab. Es erscheint als eine selbständige Zwischenbildung zwischen Breccie und Moräne. Die Grenze beider steigt in unserem Aufschlusse von 762 auf 764 m Höhe empor. Von hier ziehen sich an der Westflanke des Buschkessels Breccienwände entlang, die aus dem Buschwerke aufragen; tiefer finden sich zahlreiche Ausbisse von Moräne, und 20 m nordwestlich vom Ende des eben betrachteten Aufschlusses ist der Kontakt zwischen Breccie und Fels auf 760 m Höhe herabgesunken. Bei seiner Bloßlegung trafen wir auch hier den Grenzlehm. Rutschungen erschließen weiter abwärts die Moräne in stattlicher Mächtigkeit; erst in 735 m Höhe stellt sich im Buschkessel Fels ein. Dichtes Buschwerk macht weiterhin die Feststellung des Grenzverlaufes unmöglich; noch zweimal finden sich in ihm in 760—770 m Höhe Ausbisse der Breccie, aber die Liegendmoräne ist nicht weiter entblößt. Aufriß I, Taf. III, gibt uns das, was wir an der Westseite des Buschkessels gesehen haben, wieder und zeigt namentlich auch die Aufwölbung der Moräne. Daß der auf Veranlassung von Lepsius in nur 17 m Entfernung getriebene Stollen ähnliches gezeigt hat, konnte mich daher nicht überraschen.

Ampferer (94) und Lepsius (95) haben von der durch den Stollen bloßgelegten Schichtfolge eine genaue Darstellung gegeben, von deren Richtig-

keit ich mich überzeugt habe. Die Moränengrenze steigt zunächst bergwärts an; 12 m vom Eingange des Stollens erreicht sie ihre größte Höhe von 762 m, dann senkt sie sich wieder herab und liegt am Ende des 20 m langen Stollens etwa so hoch wie am Eingang (758 m). Es ist also eine Moränenaufragung durchschnitten. Sie besteht größtenteils aus einer an Kalkgeschieben sehr reichen Moräne, welche sich ziemlich scharf von der darunter befindlichen grauen, tonigen Moräne abhebt. In der ganzen Länge des Stollens tritt der Grenzlehm auf der Moräne auf, den Lepsius als ausgelaugte Moräne (*OL*) bezeichnet. Die hangende Breccie ist die ersten 6 m locker, weiter hinten durchweg fest und bildet ein gutes Dach, das sich seinem Liegenden dicht anschmiegt und dessen kleine Unebenheiten genau wiedergibt. Ich habe nichts von der Wasserspülung an ihm erkennen können, die Rothpletz (99, S. 94) zu sehen meinte, wohl aber eine eigentümliche Glättung. Weitere Einzelheiten hat Ampferer beschrieben; nach den von ihm mitgeteilten Analysen enthält die obere Moräne 30 Prozent, die untere fast 80 Prozent in Säuren unlösliche, kieseligtonige Substanzen. Die eine ist also vornehmlich kalkalpinen, die andere vorwiegend zentral-alpinen Ursprungs.

Unsere Einzelbetrachtung der Aufschlüsse im Mittelkessel und an der großen Nase zeigt Schritt für Schritt dasselbe, was sich aus der übersichtlichen Würdigung des gesamten Aufschlusses ergab: Es lagert die Breccie überall über der Moräne, und nirgends zeigt sich, was bei Annahme einer Ablagerung der Moräne in einer Höhlung der Breccie doch zu erwarten wäre, daß die Moräne in Fugen oder Klüfte der Breccie eingriffe, oder streckenweise auf derselben aufruhe. Die Grenze zwischen Breccie und Moräne zeigt allerdings im kleinen wie im großen manche Unregelmäßigkeit, aber sie ist nirgends steiler als 25° geneigt, sie überschreitet also nirgends den natürlichen Böschungswinkel losen Materiales, während sie doch dann, wenn es sich um eine Anlagerung der Moränen an die feste Breccie handelte, stellenweise wenigstens, steilere Winkel zeigen müßte. Wenn Gürich behauptet, solche beobachtet zu haben, so hat er die Auflagerung der Breccie auf der Moräne an der Ostseite der großen Nase nur von der kleinen Nase aus und nicht auch von vorn gesehen, und sich durch die perspektivischen Verkürzungen täuschen lassen, die der Ausblick von der kleinen Nase bietet. Was er als Profil mitteilt (82, S. 42, Fig. 2), ist in Wirklichkeit eine Ansicht, die unserem Aufriß II, Tafel III entspricht.

In denselben Fehler ist Rothpletz verfallen. Das von ihm mitgeteilte Profil (99, Tafel 19 II) stellt denselben Aufschluß dar, wie unsere Abbildung 2. Es gibt neben dem Stolleneingang den Grenz- oder Streifenlehm in senkrechter Lage an, wie auch Gürich hier von einem Abstoßen der Moräne gegen die Breccie spricht (98), während unsere Abbildung nur sanfte Wellungen des Grenzverlaufs verzeichnet. Das entspricht dem, was unsere Ansichten 2, Tafel V und 4, Tafel VI, deutlich zeigen. Wir können unsere Abbildung 2, S. 31, mit Rothpletz' Profil ziemlich genau zur Deckung bringen, wenn wir ihre linke Seite um etwa 60° heben und dann das Ganze betrachten. Ein Blick auf den Aufschluß von Süden her vom Dolomitvorsprunge vor der großen Nase hätte Rothpletz erkennen lassen, daß Grenzlehm weder senkrecht noch überhaupt steil gelagert ist, und Gürich vergewissert, daß die Moräne gegen die Breccie nicht abstößt, sondern sie unterlagert. Der Standpunkt war früher nicht bequem zugänglich. Jetzt führt der Geologensteig zu ihm hinauf; eine Bank ladet den Wanderer ein, nachdem er beim Eintritt in den Mittelkessel die Dinge in der Verkürzung gesehen hat, in welcher sie von Rothpletz gezeichnet worden sind, schließlich von vorn zu betrachten und Gesteinsüberlagerungen nicht einseitig von einem einzigen Standpunkt aus zu würdigen.

Auch andere Einzelheiten im Grenzverlaufe widersprechen der Annahme von einer Ablagerung der Moräne in einer Hohlkehle der Breccie. Wir rechnen dazu namentlich das Auftreten einer dünnen Lage lockerer Breccie zwischen der festen Breccie und der Moräne auf der Westseite der großen Nase sowie im Stollen. Man kann sich wohl feste Breccie als Dach einer Höhle denken, nicht aber lockere, die überdies nur durch eine lehmige Lage mit der festen Breccie verbunden ist. Sicher hätte sie herabbrechen müssen, wenn eine Höhle vor Ablagerung der Moräne vorhanden gewesen wäre. Fehlt doch diese Lage lockerer Breccie überall dort, wo heute eine Höhlung in der Breccienwand vorhanden ist. Lediglich die feste Breccie springt dachartig über die Kesselwand hervor, aber sowohl feste als auch lockere Breccie lagern auf der Breccie auf.

In gleiche Richtung wie die lose Breccie weist das Auftreten des Grenzlehmes zwischen Breccie und Moräne, den wir durch den ganzen Aufschluß verfolgen und auch an anderen Stellen wieder begegnen werden. Wir können ihn nicht mit Lepsius als eine ausgelaugte Moräne bezeichnen, denn er enthält keine gekritzten Geschiebe und hebt sich allenthalben von

der liegenden Moräne ab. Er ist vielmehr eine durchaus selbständige Bildung. Dies hat Ampferer bereits hervorgehoben und ihn als einen vom Wind herbeigetragenen feinen, tonigen Sand gedeutet, der wahrscheinlich mit Hilfe der Vegetation festgehalten wurde (94). Ampferer ist allerdings auf Grund einer vom Grafen von Leiningen vorgenommenen Schlemmanalyse davon abgegangen, ihn von Löß herzuleiten (100); aber sein Mangel an feinsten Bestandteilen hindert doch nicht, ihn als ein ähnliches äolisches Gebilde aufzufassen, wie es sich vielfach über die Glazialbildungen bei Innsbruck breitet. Wir müssen diese Deutung für um so wahrscheinlicher halten, als wir im unteren Höttinger Graben darin einer Lößfauna begegnen¹. Solch ein Grenzlehm kann sich nicht am Dache einer Höhle halten, unter das dann Moräne gerät. Wir haben eine regelrechte Ablagerung von lockeren Gebilden übereinander, erst Moräne, dann Grenzlehm, dann lockere Breccie.

Durch den Nachweis eines Baumes, der in der Moräne wurzelte und von der Breccie umschüttet wurde, ist die Hypothese einer nachträglichen Anlagerung jener an diese ganz unmöglich geworden. Er lehrt uns, daß vor Ablagerung der Breccie die vom Grenzlehm bedeckte Moräne die Landoberfläche bildete.

Der Hohlraum, den sein Stamm hinterlassen hat, ist Rothpletz (99) ebensowenig entgangen, wie die darunter befindlichen Wurzelreste, die sich allerdings nicht im Grenzlehm, wie sein Profil 2 angibt, sondern in der Moräne erstreckten. Rothpletz deutet den Hohlraum als natürlichen Brunnenschacht, durch welchen einst Tageswässer in die Tiefe stürzten, um an der Grenze zwischen Breccie und Dolomit Höhlen auszustrudeln, in die dann später Moräne eingeschwenkt wurde. Es scheint ihm sogar, als ob an seinen Wandungen noch kleine Partien des Moränentones angeklebt hingen. Ich habe bei einer genauen Untersuchung des Hohlraumes nichts davon bemerkt und lediglich festgestellt, daß der angebliche natürliche Brunnenschacht nach oben stumpf endet und von fossilem Holze erfüllt war. Auch mit dem Grenzlehm beschäftigt sich Rothpletz. Er sollte entstehen, als die in die Höhlen hineingelaufenen Moränen sich zusammensackten. Da sollte sich zwischen ihnen und dem Höhlendach eine Fuge gebildet haben, in welcher der Grenzlehm zusammengeschwenkt würde. Denkbar ist so etwas. Aber man wird zu einer solchen Annahme erst dann greifen, wenn man ein Höhlendach sichergestellt hat, das nicht über der zusammenschwindenden Moräne zusammenbrechen muß. Das aber mußte das aus lockerer Breccie bestehende Dach.

¹ Pichler (5) hat im Weiherburggraben Trümmer von Helixschalen gefunden. Was ich davon bemerkt habe, machte auf mich den Eindruck rezenter Exemplare, die an den Moränenböschungen herabgeschwenkt waren (II, S. 240). Angesichts der Funde im unteren Höttinger Graben wäre denkbar, daß Pichler eine Partie fossilführenden Grenzlehmes angetroffen habe. Ich habe solchen nicht gefunden.

Rothpletz und Gürich äußern schließlich bei ihren Darlegungen über den Mittelkessel, daß, falls die Breccie nach den Moränen entstanden sei, deren Material in sie eingearbeitet hätte werden müssen. Gleiches hätte nach Rothpletz mit dem Grenzlehm geschehen müssen. Auf dieses Bedenken kommen wir zurück, wenn wir an anderer Stelle (S. 96) einen Einblick in die Ablagerungsverhältnisse der Breccie erhalten haben werden. Auch wird uns das Auftreten von Höhlen in der Breccie Veranlassung bieten, die Frage nach dem Ursprung von Höhlen im Bereiche der Breccie zu erörtern (S. 77).

Quellkessel.

Die Aufschlüsse des Mittelkessels setzen sich in denen des Quellkessels fort. Bereits A. Böhm gedenkt der Breccie über der Moräne im westlichen Zweige des Weiherburggrabens und berichtet, in den Grenzschichten der Breccie einen faustgroßen Klumpen von Grundmoräne gefunden zu haben (15, S. 155). Ampferer teilt ein Profil von hier mit (65, S. 732 Profil III), aber eingehender beschrieben sind die hier gelegenen Aufschlüsse noch nicht. Sie fielen früher nicht so in die Augen wie die des Mittelkessels. Dichtes Buschwerk verbarg die einzelnen Entblößungen und erschwerte im Sommer und Herbst zu ihnen zu gelangen. Jetzt führt der Geologensteig an den maßgebenden Stellen vorbei, zu denen man sich früher mühsam den Weg bahnen mußte. Wir folgen ihm von der kleinen Nase aus.

Mächtige Massen von Gehängeschutt ziehen sich über die kleine Nase hinweg, ähnlich wie es vor kurzem noch an der großen Nase der Fall war. Auf ihnen biegt der Geologensteig aus dem Mittelkessel in den Quellkessel ein und führt hier zunächst an Moräne entlang, die von Breccie bedeckt ist. Bald tritt er in deren Bereich und wird streckenweise überragt von einer vorspringenden Bank. So gelangen wir zur Quellstube der Höttinger Wasserleitung. Hier führt ein Stollen 30 m weit in 758 m Höhe in die Breccie, ohne Moräne anzutreffen. Das Wasser kommt aus einer engen Kluft im festen Gesteine von oben her und ist nicht Schichtwasser, das sich an undurchlässige Moräne knüpfte. Letztere wurde östlich der Quellstube durch eine bis auf 752 m am Wege herabgeführte Schürfung noch nicht erreicht und ist auch zunächst nicht unter dem Quell beiderseits des Baches sichtbar; dieser fließt anfänglich über Schutt, auf dem er stellenweise dünne Kalktuffkrusten abgesetzt hat; erst in 740 m Höhe ergab eine Schürfung am Fußsteige neben ihm Moräne. Solche streicht auch an der Ostflanke des Quellkessels zwischen 735 und 750 m Höhe unter Schutt aus, kann aber

nicht bis zum Breccienvorsprung an der kleinen Breccie hinauf verfolgt werden. Tiefer setzt Dolomit ein, der sich alsbald in steilen Wänden über dem rasch fallenden Bache erhebt. Über demselben liegt zwischen 695 und 720 m Höhe eine dünne Lage Grundmoräne. Sie scheint der weiter oberhalb im Quellkessel und Mittelkessel ausstreichenden Liegendmoräne der Breccie zu gleichen. Ob sie als deren Fortsetzung aufzufassen ist oder als eine heruntergeflossene Partie oder als eine jüngere Moräne, ließ sich wegen der Unzugänglichkeit der Stelle nicht entscheiden. Wir werden Gründe finden, sie für eine jüngere Moräne zu halten (S. 49).

Erst 34 m südwestlich von der Quellstube erschließt der Geologensteig am Fuße der Breccienwand Moränen, deren Vorhandensein früher sich durch eine feuchte Stelle in 754 m Höhe verriet. Eine hier vorgenommene Schürfung ergab Herbst 1912 folgendes Profil:

Rote Breccie (*b*), darunter 1 dm Grenzlehm (*L*), mit scharfer Grenze sich absetzend gegen

0.6 m verkittete Moräne (*M*), ziemlich fest, ähnlich der Schottermoräne an der Ostseite der großen Nase; tiefer folgte tonige, graue Moräne, ähnlich der im Mittelkessel.

Ich glaube an dieser Stelle bereits 1883 gewesen zu sein, als sich hier weniger dichtes Buschwerk ausdehnte: da fiel es schwer, an der Böschung die Grenze zwischen Moräne und Breccie aufzufinden, und es konnte nicht mit Sicherheit entschieden werden, ob eine zementierte Partie an der Sohle der Breccie noch ihr zugehöre oder der liegenden Moräne. Ein großes Geschiebe darin veranlaßte mich, sie zur Moräne zu ziehen. Die Schürfung im Herbst 1912 fand in der zementierten Moräne einen großen Block von 0.5 m Durchmesser, welcher geschrammt war. Über ihn hinweg wölbte sich die Grenze zwischen Moräne und Breccie etwas nach aufwärts. Sie schmiegt sich also der Beschaffenheit der Moräne an, was mit der Annahme von deren nachträglicher Unterlagerung nicht stimmt.

Unser Moränenausbiß läßt sich am Wege nur wenige Meter weit verfolgen und wird gegen Westen hin von mächtigen Gehängeschuttmassen überdeckt, welche in Gestalt eines nach Südosten abfallenden Spornes in den Quellkessel herabreichen. Hat man ihn umgangen, so kommt man zu einem ausgedehnten Moränenvorkommen, das im Frühjahr 1914 durch eine Rutschung bloßgelegt war und das ich schon früher durch Schürfungen an der Südwestseite des Spornes in 745 m sowie in weniger als 740 m

Höhe nachgewiesen hatte. Es ist die typische blaugraue Moräne des Mittelkessels. Sie wird an der Westseite des Quellkessels durch eine Breccienwand gekrönt, welche von der weiter östlich gelegenen Wand durch die Schuttablagerung des eben erwähnten Spornes getrennt wird. Das Profil am Fuße unserer Westwand wurde 1912 durch Grabungen bloßgelegt. Unter der vorspringenden Wand fester Breccie (*B*) fanden sich:

- 1.8 m lockere Breccie (*b*),
- 0.1 m Lehm ohne Steine (*L*) — Grenzlehm,
- graublaue Grundmoräne (*M*), bis 752 m ansteigend.

Etwas südlich dieser Stelle biegt die Breccienwand von der Umwallung des Quellkessels ab und zieht sich als steile Böschung am Abfalle der Inntalerrasse gegen Südwesten weiter gegen den Richardsbrunnen. Nunmehr reicht die Liegendmoräne bis an den Rand des Quellkessels, wie Aufriß IV, Taf. III, darstellt. Über dieser Moräne stellt sich alsbald roter Schutt ein, entstanden auf Kosten der roten Breccie und derselben so ähnlich, daß ich ihn anfänglich dafür genommen habe. Aber Rutschungen am Geologensteig zeigten unter ihm die oberste Partie der Moräne lockerer als sonst und in ihr dünne Lagen roten Materiales; sie vergewissern, daß die oberste Moränenlage herabgekrochen ist. Ihr Hangendes ist denn auch viel weniger fest als die rote Breccie und stark vermischt mit Rollsteinen kristalliner Gesteinsarten, die in der roten Breccie des östlichen Weiherburggrabens sonst fehlen. Diese Schuttlage nimmt abwärts an Mächtigkeit ansehnlich zu, und dort, wo der Geologensteig in den Quellkessel einbiegt, schneidet er lediglich in sie ein. Ampferer gibt sie in seinem Profile III (65, S. 732) als Hangschutt an und verzeichnet unter ihr noch verkitteten Terrassenschotter; doch glauben wir, daß hier nur abgerutschtes Material von solchem vorliegt.

Der Geologensteig verläßt den Quellkessel über einem steilen Fels, der aus einer eigentümlichen Breccie besteht (Ansicht 5, Taf. VII). Als ich 1883 das Vorkommnis zum ersten Male kennen lernte, meinte ich, daß ein riesiger Block abgestürzter Höttinger Breccie vorläge, und das ist auch nach mündlicher Mitteilung die Meinung von Blaas. Ampferer stellt in seinem erwähnten Profile hier »grobblöckige, undeutlich schräge geschichtete Höttinger Breccie« dar. Bei Anlage der neuen Wege im Weiherburggelände wurden in dieser Breccie mehrere Aufschlüsse geschaffen; ein Steinbruch wurde in ihr am Abzugskanal des Quellkessels angelegt, die große Ostschleife des Wilhelm

Greil-Weges ist durch sie hindurchgeführt. Alle diese neuen Entblößungen lassen erkennen, daß es sich um ein Gestein handelt, das in mehr als einer Hinsicht von der Höttinger Breccie abweicht. Es fehlt zunächst die charakteristische Schichtung und Sonderung in Bänke. Undeutlich schräge geschichtet, sagt Ampferer. Diesen Eindruck habe auch ich gelegentlich gehabt, aber als ich Streichen und Fallen zu messen versuchte, fand ich nie eine dafür geeignete Schichtfläche. Man hat es mit einem unregelmäßigen Haufwerke von größeren und kleineren Trümmern zu tun. Diese bestehen an der Nordseite des nunmehr aufgelassenen Steinbruches lediglich aus lichtem Kalk. Deutlich konnte ich an einer Stelle erkennen, daß ein Kalkbrocken zerrissen und seine Trümmer gegeneinander verschoben waren. Man glaubt hier einen verquetschten Kalk vor sich zu haben. Aber nach oben werden die Kalkbrocken durch solche einer Breccie ersetzt, welche aus ziemlich kleinen, lichten oder dunklen Kalkstücken besteht, die in recht festem Bindemittel liegen. Charakteristisch sind Lücken, herrührend von ausgelaugten Fragmenten. Es gibt Partien der Höttinger Breccie, die diesen Breccienfragmenten gleichen. Aber sie liegen weit ab im Bereiche der weißen Breccie. Zwischen diesen Breccienstücken findet sich ein gelbliches Bindemittel mit verworrener Schichtung. Es sieht aus, als ob es nachträglich die Lücken zwischen den Breccienstücken ausgefüllt habe. Der Wilhelm-Greil-Weg legt also beschaffene Partien unserer »Wilden Breccie« bloß. Am Geologensteig endlich stellen sich in den Breccientrümmern auch Bruchstücke roten Sandsteins aus dem Horizonte der Werfener Schiefer ein, und hier haben die Fragmente, die die Wilde Breccie zusammensetzen, viel Ähnlichkeit mit gewissen Lagen der benachbarten Höttinger Breccie. Hier könnte man glauben, eine Breccie vor sich zu haben, die auf Kosten der Höttinger Breccie entstanden ist.

Steil erhebt sich unsere »Wilde Breccie« neben der Moräne des Quellkessels. Eine im Frühjahr 1914 5—6 m östlich von der Biegung des Geologensteiges ausgeführte Schürfung legte beide nebeneinander bloß. Der Kontakt verlief sehr steil, und sicher war die Wilde Breccie neben der Moräne weder geschrammt noch poliert. 1912 sah ich ferner tief unter dem Fuße unserer Wand unten im Graben in 705 m Höhe Moräne. Sie war entschieden herabgeflossen mitsamt den Blöcken der Höttinger Breccie zwischen ihr; auch die Rutschungen des Frühjahrs 1914 hatten große Moränenmassen in die Bodenfläche des Quellkessels gefördert. Unter solchen Verhältnissen bin ich nicht sicher, ob die in geringerer Höhe als die Wilde Breccie im Quell-

kessel beobachteten und auf unserer Karte angegebenen Moränen anstehen oder nur gerutschtes Material darstellen; es läßt sich also zur Zeit nichts Sicheres über das Verhältnis der Wilden Breccie zu den Moränen der Gegend aussagen. Es läßt sich am Wilhelm-Greil-Wege lediglich feststellen, daß sie auf Dolomit aufruht.

Bleibt also im Quellkessel noch Unsicherheit über die Lagerung und Entstehung der »Wilden Breccie«, so ordnen sich die Kontakte zwischen der Moräne und der typischen Höttinger Breccie genau in das Bild, das wir im Mittel- und am Buschkessel gewonnen haben. Weithin streicht die Moräne unter den Breccienwänden aus, und mehrfach konnten wir die unmittelbare Überlagerung feststellen. Nur auf 40 m Entfernung ist am Hintergrunde des Quellkessels unter den Breccienwänden die Moräne nicht erschlossen, aber sie erscheint wenig tiefer an dessen Ostflanke. Das bezeichnet keine nennenswerte Lücke in den Aufschlüssen. 160 m lang und an 30 m breit ist die Zone, innerhalb welcher wir die Breccie an den oberen Verästelungen des östlichen Weiherburggrabens allenthalben, wo die entsprechenden Aufschlüsse vorhanden sind, der Moräne aufgelagert finden, in allerdings etwas wechselnder, aber doch in engen Grenzen schwankender Höhe.

Der westliche Weiherburggraben und das Weiherburgdelta.

Der Terrassenabfall zwischen dem östlichen und dem westlichen Weiherburggraben ist mit dichtem Buschwerk bedeckt und bot früher nur einen einzigen Anhalt für Verfolgung der Grenze zwischen Breccie und Moräne. Die Anlage des Wilhelm-Greil-Weges hat einen besseren Einblick in das Gelände erschlossen. Er legt, sobald er vom Hügel am Engländergrab an das Talgehänge getreten ist, in seinen unteren beiden Schleifen zelligen, meist gelblichen Dolomit, echte Rauchwacke, bloß, welche von dem dichten Dolomit im östlichen Weiherburggraben wesentlich verschieden sind. Daran lehnt sich, namentlich im Bereiche der unteren Schleife, Innschotter; über das Ganze breitet sich Schutt, der vielfach von alten Steinbrüchen herrührt und stellenweise 5 m Mächtigkeit hat. Wir haben ihn auf unserer Karte (Tafel II) nicht überall zur Darstellung gebracht; er deckt den ganzen Hang lediglich mit Ausnahme der Aufschlüsse zu. Er ist nur dort eingetragen, wo er so mächtig und so zusammenhängend ist, daß die Feststellung des Liegenden unmöglich ist.

Über den Gehängeschutt, soweit er nicht als Steinbruchhalde aufzufassen ist, breitet sich gelber Lehm, gewöhnlich nur in sehr geringer Mächtigkeit. Aber stellenweise wird er 1 m mächtig und füllt dann gelegentlich kleine Gräben gänzlich aus. Er entspricht dem Lehmanflug, den wir auf dem Hungerburgplateau noch kennen lernen werden. Gehen wir die Aufschlüsse ab, so treffen wir im Osten die eben besprochene »Wilde Breccie« in der Ostschleife des Wilhelm-Greil-Weges; sie ist gut erschlossen neben der Aussicht auf den östlichen Weiherburggraben und erhebt sich hier bis 740 m. Westlich davon findet sich ein ausgedehnteres, ziemlich verrutschtes Moränenvorkommen, das der alte Hungerburgweg anschneidet. Es kennzeichnet sich als feuchte Stelle am Gehänge, aus der ein kleiner Bach kommt. Der Hauptquell ist der Richardsbrunn. Hier liegt ein Kontakt zwischen Moräne und Breccie, den bereits Blaas (17, S. 36) erwähnt und die Exkursion des Wiener Geologenkongresses besucht (52, S. 70) hat. Unter einem Vorsprung von typischer fester Breccie (*B*) lagert

- 1.5 m lockere Breccie, der nahe an ihrer Sohle ein
- 0.1 m mächtiges Lehmlager eingeschaltet ist;
- darunter 0.15 m graue eisenschüssige Schicht, unser Grenzlehm (*L*);
- bis 749 m ansteigend Moräne, die gerade hier größere gekritzte Geschiebe und eckige Steine enthält, wie durch eine Schürfung festgestellt wurde.

Auch in dieser Moräne wurden, wie am Westflügel der Großen Nase, Stücke teilweise verkohlten Holzes gefunden. Ich deute sie gleichfalls als Reste von Wurzeln. Manche Partien sind außerordentlich frisch erhalten, andere jedoch stark gepreßt und etwas verkohlt.

Abwärts vom Richardsbrunn findet sich am alten Hungerburgwege Dolomit, der am Wilhelm-Greil-Wege 750 m Höhe erreicht, eine kleine Kuppe bildend. An dieselbe lehnt sich beiderseits des Weges Moräne an. 8 m höher treffen wir am sich zurückbiegenden Wege bereits auf anstehende Breccie; der Kontakt liegt also in 750—758 m Meereshöhe.

Die obere, nach Westen gerichtete Schleife des Wilhelm-Greil-Weges bietet in 752 m Höhe einen guten Ausblick auf den westlichen Weiherburggraben. Ansicht 6, Taf. VII gibt ihn von einer etwas tieferen Stelle wieder. Ein vor uns gelegener, in den Graben einspringender Sporn zeigt oben deutlich lockere rote Breccie, die auf grauer Moräne aufsitzt; tiefer wird der gelbliche Dolomit sichtbar. Dieser Auflagerung der Breccie auf Moräne

habe ich bereits 1882 gedacht (11, S. 236) und von ihr ein Profil (11, Taf. II, Fig. 4) gegeben. Blaas erwähnt sie (17, S. 36); er plante hier die Anlage eines Stollens (27, S. 112) und stellte das Profil wiederholt dar (27, S. 103, Fig. III; 30, S. 44, Fig. 12). Die Glazialexkursion des VI. internationalen Geologenkongresses besichtigte die Stelle (38, S. 62), Ampferer gab von ihr einen Schnitt (65, S. 732, Fig. IV). Aber kein Gegner des interglazialen Alters der Breccie würdigt die Aufschlüsse des westlichen Weiherburggrabens, obwohl sie an Ausdehnung denen des Mittelkessels im östlichen Weiherburggraben kaum nachstehen. Allerdings fehlen die Wände der Breccie dicht über der Moräne, sie stellen sich erst weiter oben ein; auch finden sich nicht so ausgedehnte Entblößungen wie dort. Aber sie zeigen dasselbe: unten Dolomit, darüber Moräne, überlagert von loser Breccie, über der erst oberhalb des Riegelsteiges die Felswände der festen folgen.

Das entscheidende Profil liegt am Sporne, der in den Graben einspringt. Wir gelangen zu ihm, indem wir von unserer Wegschleife 752 m in den Graben hinabsteigen. Eine große Rutschung hat im Winter 1914 gerade hier die früher vermißte Entblößung geschaffen. Graugrüne Moräne, sehr ähnlich der im östlichen Weiherburggraben, ist bloßgelegt worden. Sie ist etwas reicher an Geschieben kristallinischer Gesteine; hier fand ich ein solches von Juliergranit; nicht selten sind kugelförmige Zusammenballungen in ihr. Unter der Rutschung steht Dolomit an. Breccie ist in ihrer unmittelbaren Nachbarschaft nicht aufgeschlossen und findet sich erst wesentlich höher an der linken Grabenflanke, unweit der Marienruhe, in 760 m; ein neu angelegter Fußsteig führt von der Bank an der Wegschleife 752 m zu ihr hinauf.

Der Boden des Grabens, in den wir herabgestiegen, wird von altem Steinbruchschutt eingenommen; ein Bächlein an seiner Westseite legt aber bis 745 m, also noch 7 m tiefer als die Moräne an der Wegschleife, ziemlich lockere rote Breccie bloß. Blaas hat darunter durch eine Grabung auf 5 m Entfernung den Moränenkontakt festgestellt (27, S. 113). Sehr deutlich sehen wir die Breccie an dem erwähnten Sporne, welcher die obere Grabenpartie in zwei Äste zerlegt. Seine oberste Partie besteht unweit der Marienruhe aus fester Breccie, unter welcher ein starker Quell hervor- kommt. Tiefer folgt ziemlich lockere Breccie (*b* in Ansicht 6), auffällig rot, dann stellt sich in 745 m Höhe Moräne (*M*) ein, die bis 730 m herabreicht, tiefer liegt der gelbliche Dolomit, den wir bereits am Wil-

helm Greil-Wege kennen gelernt haben. Diese Schichtfolge ist auf beiden Seiten des Spornes dieselbe; der Moränenausbiß schlingt sich gleichsam um ihn herum, und er ist in der Grabenpartie westlich des Firstes durch eine Rutschung sehr gut erschlossen. Hier finden sich in der Moräne die gleichen kugelförmigen Zusammenballungen wie unter der oberen westlichen Schleife des Wilhelm-Greil-Weges, auch zeigen sich hier wie da ähnliche Anzeichen von Schichtung wie in der Moräne des Mittelkessels. Die Lagen scheinen 30° N zu fallen. Etwa 6 m unterhalb unserer Rutschung, an welcher eine kleine Wasserleitung auf einem Stege vorbeigeführt wird, steht Dolomit (*D*) an. Die Breccie wird über ihr im westlichen Grabenaste in etwas größerer Höhe als am Sporn zwischen beiden Zweigen des Grabens angetroffen. Sie ist seit Jahrzehnten durch eine zweite, 10 m höher gelegene Rutschung erschlossen, an deren Basis sich Moräne findet.

Eine Schürfung legte hier 1912 lockere Breccie bloß, welche reichlich Wasser führt und nach unten mit einem Lager roten Lettens endet; darunter folgte eine 1 dm mächtige Lage gelblichgrünen Tones ohne Geschiebe, in dem ich 1891 Holzreste auffand (38, S. 62)¹. Er entspricht unserm Grenzlehm (*L*). Bei 749 m setzt als dessen Liegendes Moräne ein, sandiger und kiesiger als die weiter unten an der Wasserleitung. Unsere Rutschung befindet sich dicht neben dem Fußpfade, der von der Weiherburggasse neben dem Fallbache am Mohrenhäusle vorbei zum Mayrschen Steinbruche führt, im Buschwerke versteckt, 20 m unter dem Steinbruche, den wir von hier leicht erreichen. Sie ist in Ansicht 6 oben links ($\frac{b}{M}$) sichtbar, während die untere Rutschung etwas tiefer nur schwach durch das Buschwerk hindurchschimmert.

Die Aufschlüsse im westlichen Weiherburggraben zeigen uns den Kontakt von Breccie und Moräne in tieferem Niveau als im östlichen Graben, und zwar in der Grabenmitte wieder tiefer als an den Grabenflanken, ganz ebenso wie im Mittelkessel. Es könnte scheinen, als ob dies dadurch verursacht sei, daß der ganze Sporn, der in den Graben einspringt, eine herabgeglittene Masse sei; aber nicht bloß im Sporne, sondern auch im östlich von ihm befindlichen Grabenast reicht die Breccie tiefer herab als an den Flanken. Verfolgen wir den Kontakt zwischen Moräne und Breccie um den

¹ 50, S. 385 ist diese Stelle irrtümlich in den Ostgraben versetzt worden; es sollte dort heißen: »In einer Verästelung des Grabens westlich der Weiherburg fand ich östlich vom Mayrschen Steinbruche zwischen Breccie und Moräne eine kohlige Partie.«

Sporn herum, so finden wir ihn in gleicher Höhe. Das schließt die Annahme aus, daß die Breccie in der Grabenmitte tiefer liege als an den Flanken, weil ihre Sohle bergwärts fällt. Wir kommen also auch hier wie im Mittelkessel zu der Annahme, daß der Graben einer alten Furche unter der Breccie folgt, welche durch ihr reichliches Grundwasser richtungsbestimmend auf die Entwicklung des westlichen Weiherburggrabens geworden ist.

Wir stellen auf Tafel III die Lagerungsverhältnisse der Breccie und ihrer Liegendmoräne zwischen dem Quellkessel und dem Westrande des westlichen Weiherburggrabens durch eine Anzahl von Schnitten dar. Den einen (CC) legen wir parallel zur Kante der Inntalerrasse am Fuße der Breccie, die andern in der Fallrichtung des Gehänges, also ungefähr senkrecht zum ersteren. Schnitt V geht durch den Richardsbrunn, VI durch die höchste Aufragung des Dolomites am Hange, VII auf der Ostseite des Westgrabens, VIII durch dessen Mitte in der Firstlinie des Spornes. Hier ermöglichen uns dessen Flanken, eine wirkliche, auf Beobachtungen gegründete Profildarstellung anzugeben. Wenn wir auch in den anderen Querschnitten die Gesteinsgrenzen bergeinwärts fortsetzen, so stützen wir uns auf Einzelheiten, die ein Einfallen der Dolomitoberfläche unter die Moräne, ähnlich wie im östlichen Weiherburggraben auf der ganzen Strecke wahrscheinlich machen. Bemerkenswert ist, wie schmal der Ausstrich der Liegendmoräne stellenweise auf unserm Hang wird. Er schwindet in der Nähe der höchsten Dolomitaufragung auf 10 m zusammen. Wahrscheinlich hat sich hier die Breccie einmal bis auf den Dolomit, über die Liegendmoräne hinweg erstreckt. Dies würde natürlich gänzlich ausschließen, daß letztere nachträglich unter die Breccie gelangt sei.

An die Dolomitaufragungen zwischen dem westlichen und östlichen Weiherburggraben schmiegt sich weiter unten, in 650—700 m Höhe eine weitere Schuttbildung an, welche ich 1882 als jüngeren Schuttkegel (11, Taf. II, Fig. 4) angegeben habe, und die Blaas (17, S. 23; 30, S. 44) als Konglomerat bezeichnet, genetisch aber auch als Schuttkegel deutet. Das ausgedehnteste Vorkommen bildet den Hügel am Engländergrabe nördlich der Weiherburg. Er besteht aus einer ziemlich festen, sehr löcherigen Nagelfluh von Inntalgesteinen, welche unter einem Winkel von 20—30° westwärts fällt. Der neue Wilhelm-Greil-Weg erschließt diese früher etwas abseits gelegene Ablagerung in vorzüglicher Weise. Sie sitzt im Norden dem Grundgesteine unmittelbar auf; im Süden haben Rutschungen in tieferem

Niveau Ton erschlossen. Über ihr findet sich ganz junger Kalktuff voller Konchylien, ein Absatz des früher höher fließenden Duftbaches. Seine kalkhaltigen Wasser haben wohl auch die Verkittung unserer Nagelfluh bewirkt. Seltene Gerölle der Höttinger Breccie in ihr, deren bereits Blaas gedenkt, machen zweifellos, daß sie eine jüngere Ablagerung ist. Sie reicht bis über den östlichen Weiherburggraben hinweg und ist hier beim Glockenhofe gut erschlossen. Westlich vom Hause gleicht sie der Nagelfluh vom Engländergrabe, fällt aber nach Südosten; östlich vom Hause besteht sie hingegen vornehmlich aus wenig gerollten Dolomitbrocken, ist also eine Breccie, und fällt ebenfalls unter dem natürlichen Böschungswinkel nach Ostsüdost. Unmittelbar darunter ist der Dolomit bloßgelegt. Wenige Meter trennt die vornehmlich aus Inntalgesteinen bestehende Nagelfluh von der in Rede stehenden Breccie. Beide erscheinen als verschiedene Fazies ein und derselben Ablagerung. Der Breccie östlich vom Glockenhofe gleicht eine solche an der unteren linken Flanke des westlichen Weiherburggrabens. Sie lehnt sich gerade unter der Aussichtsbank südlich der unteren westlichen Schleife des Wilhelm-Greil-Weges an den Dolomit und fällt gleichfalls unter dem natürlichen Böschungswinkel im allgemeinen gegen Südosten. Beide Breccien sind viel lockerer als die Höttinger; zwischen den Fragmenten finden sich ansehnliche Lücken, und beide erweisen sich durch die in ihnen enthaltenen Brocken von typischer Höttinger Breccie als jünger. Schräge geschichtetes, lose verkittetes Gerölle ward auch auf dem Absatze der Sofienruhe östlich der Weiherburg angetroffen. Es sitzt hier Ton auf. Gleiches gilt von schräge geschichtetem, lose konglomeriertem Gerölle auf der Höhe des Judenbichl (655 m), welches ostwärts fällt. Es war 1916 bis auf einen ziemlich unbedeutenden Rest abgetragen worden, und bloßgelegt war die fast ebene Auflagerungsfläche auf gut geschichteten, häufig rutschenden Tonen. Unweit davon sieht man noch schräge ostwärts fallenden Sandstein am Richardswege, der von der Weiherburg nach Mühlau führt, am Fuße des Hügels, auf dem die Hungerburgbahn die Höhe erreicht.

Allen diesen Nagelfluh-, Sandstein- und Breccienvorkommnissen ist schräge Schichtung gemein, ihr Material ist unter dem natürlichen Böschungswinkel um den Ausgang der beiden Weiherburggräben herumgelagert. Sie erscheinen als alte Deltas, hineingeschüttet in einen See von mehr als 700 m Spiegelhöhe, dessen Bodensedimente uns in den rutschenden Tonen des Weiherburggeländes und des Judenbichl vorliegen (vgl. Fig. 2, Taf. IV). Unter diesen

Tonen nun findet sich, wie von Blaas wiederholt erwähnt (17, S. 39; 30, S. 44), oberhalb der Mündung des westlichen Weiherburggrabens in den Inn (beim Liner) Grundmoräne, welche viel weniger fest ist als die liegende Moräne des Weiherburggrabens und auch nicht die eigentümlichen polierten Geschiebe aufweist. Unter ihr streicht am Inn Dolomit aus, in den östlich des von Mayrs Steinbruch herabkommenden Weihergrabens ein alter Stollen über 300 m weit in nordnordwestlicher Richtung in den Berg getrieben ist (St auf Karte Taf. I). Auf Moräne stößt er nicht, wie Blaas angibt (17, S. 30).

Neben den Deltabildungen finden sich am Hange zwischen den beiden Weiherburggräben grobe Innschotter. Sie waren 1912—1913 durch eine große Grube hinter der Weiherburg in 670 m Höhe erschlossen. Sie enthielten hier zahlreiche Blöcke, namentlich auch von Höttinger Breccie. Ihre unteren Partien waren feinkörniger, sandiger, teilweise schräge geschichtet, ähnlich wie die benachbarte Nagelfluh am Engländergrabe. Diese groben Innschotter reichen am Wilhelm-Greil-Wege bis 720 m. Sie treten nirgends mit den geschilderten Deltabildungen in unmittelbarem Kontakt; es fanden sich auch nicht Gerölle von deren Nagelfluh und Breccie in ihnen. Zweifellos aber sind sie jünger, denn sie erheben sich wesentlich höher. Moränen wurden weder auf ihnen noch auf den lakustren Ablagerungen gefunden.

Jünger als dies Weiherburgdelta ist auch der Schuttkegel des östlichen Weiherburggrabens, der vom Inn abgeschnitten wird. Er gehört zu einem Tälchen, das in die Tone eingeschnitten ist; grober Schotter liegt über denselben. Norers Kiesgrube beutet ihn aus. Blaas hat hier Reste aus neolithischer Zeit und einen Menschenschädel in ihm gefunden (14, S. 11; 17, S. 45; 46, S. 16). Zu diesem postglazialen Schuttkegel gehört auch der Schotter am Neckelbrunnen unweit Norers Kiesgrube. Pichler (5, S. 47, 9) fand hier ein kleines Torflager, das ich 1882 irrigerweise in das Liegende der mächtigen Inntalerrasse gestellt habe (11, S. 154). A. v. Kerner wies darin *Alnus incana* und *Phragmites communis* sowie eine Anzahl rezenter Landschnecken nach und war geneigt, die Ablagerung mit den Schweizer Schieferkohlen in Parallele zu bringen (25, S. 27 und 29). Wiederholt hat Blaas gezeigt, daß es sich um ein Seitenstück zu den Ablagerungen in Norers Kiesgrube handelt (17, S. 45; 30, S. 42). Der Aufschluß war bereits 1880 nicht mehr sichtbar.

Die Ablagerungen in der nächsten Umgebung der Weiherburg liegen insgesamt am Abfalle der aus festem Fels und Breccie zusammengesetzten

Inntalerrasse. In 100 m Mächtigkeit bricht die Breccie über ihnen zum Teil wandförmig ab. Ursprünglich muß sie sich weiter erstreckt haben; ihr heutiger Rand deutet auf eine seither stattgehabte Erosion. Im Bereiche dieser Zerstörung liegt auf denselben Triasgesteinen, auf denen sich oben die Breccie mit ihrer Liegendmoräne aufbaut, unten ein Komplex lakustrer Bildungen mit einem Moränensockel und hangenden Innschottern. Dem von Breccie gekrönten Abfall angelagert, ist er jünger als die Breccie und deren Moränenunterlage. Für die Nagelfluh des Engländergrabes läßt sich dies durch das Auftreten von Brecciengeröllen erweisen. Aber deren Spärlichkeit deutet darauf, daß zur Zeit der Ablagerung die Breccienstirn nicht in ihrer heutigen Ausdehnung vorhanden war. Sie muß überdeckt gewesen sein mit Ablagerungen, welche Gerölle zentralalpiner Gesteine liefern konnten, z. B. von Innschottern oder Moränen des Inngletschers. Das mutmaßte bereits 1885 Blaas (17, S. 112). Die Liegendmoräne der Breccie können wir nicht als die Quelle der Nagelfluh am Engländergrabe ansehen, denn bei der Schmalheit ihres Ausbisses mußte ihre Zerstörung die hangende Breccie sehr in Mitleidenschaft ziehen. Daß die Dolomitunterlage der Breccie bei Ablagerung des Deltas weithin bloßlag, lehrten die jüngeren Dolomitbreccien im westlichen Weiherburggraben und beim Glockenhof. Nun finden wir gerade oberhalb des Weiherburgdeltas, an der linken Flanke des Quellkesselgrabens, über dem Dolomit eine dünne Moränenlage (S. 39). Ist sie ausgedehnter und über die Breccienstirn fortgesetzt gewesen, so können wir verstehen, woher das Material für die Nagelfluh des Engländergrabes kam. Diese Erwägungen führen uns dazu, jene Moräne nicht mit der Liegendmoräne der Breccie, sondern mit der Sockelmoräne der lakustren Bildungen zu parallelisieren.

Mayrs Steinbruch, Ölberg und Fallbach.

Der große Mayrsche Steinbruch bietet einen guten Einblick in die Lagerung der Breccie. Sie sondert sich in Bänke von 2—5 m Mächtigkeit, welche durch Lagen roten Sandsteins oder gelben Lehms getrennt werden. In den Bänken ist die Anordnung des Materials regellos; es erscheint ungeschichtet, als ob jede Bank mit einem Male sozusagen in einem Gusse abgelagert sei. Die einzelnen Bänke fallen, wie an der großen Längswand des Steinbruches zu erkennen ist, sanft nach Südwesten, während

die Nordostseite scheinbar horizontalen Bau aufweist. Gelegentlich finden sich in ihnen aufrecht stehende Zylinder, die hohl oder mit feinerem Material erfüllt sind. Sie rühren wahrscheinlich von Baumstämmen her, die von der Breccie umgossen worden sind, und wurden von den Steinbrucharbeitern besonders beachtet. Man konnte noch 1916 ihrer zwei an der Rückwand des Steinbruchs sehen. Sie sind Seitenstücke zum umschütteten Stamm im Mittelkessel und des östlichen Weiherburggrabens. Die roten oder gelben Zwischenlagen sind sehr fein geschichtet und unter den hangenden Bänken weder gestört noch aufgearbeitet. In ihnen finden sich häufig Abdrücke von Kiefernadeln, selten auch solche von Laubblättern (11, S. 229; 86, S. 270). Die Zusammensetzung der Breccie ist in Mayrs Steinbruch gleichmäßiger als sonst; sie hat oben wie unten dasselbe Aussehen: in einer rötlichen Grundmasse liegen eckige Fragmente meist dunkler Triaskalke sowie rötlicher Sandsteine. Letztere entstammen dem Horizonte der Werfener Schiefer, die sich am benachbarten Inntalgehänge in 1000—1300 m Höhe, weiter abwärts gegen den Thörl-Sattel in 1500 bis 1600 m finden. Die geringeren Höhen sind daher eine Hauptquelle des Materials. Selten finden sich Gerölle kristallinischer Gesteine. Aber sie fehlen nicht, wie Lepsius angibt (95). Sie dürften etwa $\frac{1}{10000}$ des Volumens der Breccie ausmachen¹. Charakteristisch sind die zahlreichen hohlen Fragmente. Einlagerungen von Blockpartien, wie sie im verlassenen Steinbruche am Hungerburgseehofe angetroffen werden, fehlen; ebenso mächtigere Lagen, die nur aus Kalken bestünden.

Die Gesamtmächtigkeit der im Mayrschen Steinbruche erschlossenen Breccie beträgt 40 m. Aus ihren unteren Partien kommen namentlich im Frühjahr zahlreiche Quellen hervor. Sie dürften eine undurchlässige Unterlage in nicht bedeutender Tiefe anzeigen. Bedeckt wird die Breccie an der Rückwand des Steinbruchs von grauer Grundmoräne, die namentlich im Nordosten gut entwickelt ist. Unter ihr war in den achtziger Jahren des vorigen Jahrhunderts die Oberfläche der Breccie deutlich geschrammt. Gegen Westen schwillt diese Hangendmoräne zu großer Mächtigkeit an und überkleidet hier den Breccienausbiß völlig, so daß der 1919 vom Steinbruche zur Hungerburg hinaufgeführte Fahrweg in seiner ganzen Länge

¹ Auf einer Fläche von 25 qm der Breccie wurden Urgebirgsgerölle von insgesamt 25 qcm Durchmesser gefunden. Es kommt also auf 1 qm beliebiger Breccienoberfläche 1 qcm Oberfläche erraticen Materials.

lediglich Moräne anschneidet und sie in seinen Kehren in ansehnlicher Mächtigkeit bloßlegt. An der Südwestseite des Steinbruches ist die Breccienwand von einer alten Schlucht durchsetzt, die von Innschotter voller großer Breccienblöcke erfüllt ist. Letztere sind so zahlreich, daß man, bevor durch den Bau der erwähnten Straße klare Aufschlüsse geschaffen wurden, eine Auflösung der Breccie zu sehen meinte. Innschotter begleiten die vom Steinbruch zum Dorfe Hötting hinabführende Straße. Über ihnen lagern die Moränen längs der neuen Straße nach der Hungerburg.

Die große Halde des Steinbruches verdeckt das Liegende der dortigen Breccie. Aber wie wir östlich von ihm im westlichen Weiherburggraben unter der Breccie Moräne antreffen, so begegnen wir auch solcher südlich vom Steinbruche an einem steilen, talwärts führenden Wege 20 m unter der Steinbruchsohle (770 m). Von hier können wir sie in kleinen Ausbissen um die Höhe des Sprengerkreuzes herum verfolgen. Gekrönt wird sie daselbst aber nicht von Breccie, sondern von jenen groben Innschottern, die wir an der vom Steinbruch nach Hötting führenden Straße bereits angetroffen haben. Unter der Moräne liegt Dolomit; er bildet im Osten bis 690 m ansteigend den Sockel des Hügels vom Sprengerkreuz; beiderseits der Schutthalde des Steinbruches verhüllen ihn die an das Gehänge gelagerten Schotter und Sande. Wir haben also westlich von Mayrs Steinbruch genau dieselbe Schichtfolge wie östlich von ihm in den Weiherburggräben.

Westlich vom Sprengerkreuz erhebt sich etwas weniger hoch der Ölberg. Er wird gekrönt von ziemlich lockerer Höttinger Breccie. Eine Grube auf der Westseite zeigt sie steil bergwärts fallend, diskordant auf gut geschichtetem, viel sanfter (12°) bergwärts fallendem, graugrün und rot gebändertem Ton. Zahlreiche kleine Verwerfungen in letzterem deuten Störungen der ursprünglichen Lagerungsverhältnisse an. Wir glauben, daß ein abgerutschter Block der Breccie vorliegt, der über sein aufgepreßtes Liegendes hinweggeschoben ist. A. Böhm hat das Vorkommen zuerst beschrieben und den Ton als lakustro-glazialen Bänderton gedeutet (15, S. 156); Blaas ferner zeigte, daß im Tone plattgedrückte Zweige und Zapfen vorkommen, welche letztere C. v. Ettinghausen als *Pinus Pumilio* bestimmte (16, S. 264)¹. Einen von mir gesammelten Zapfen bestimmte Ludwig Diels als *Pinus montana* Mill. var. *uncinata* Ram. Blaas sieht gleich Böhm den

¹ Als Fundort ist hier unrichtig Ampaß angegeben (vgl. 13, S. 20; 17, S. 33).

Ton als Schlemmprodukt von Moränen an, aber er betont, daß zur Zeit der Schlemmung der Moränen Vegetation am Gehänge fortkommen konnte. Besonderes Gewicht hat D. Stur auf das Vorkommen gelegt. Auf Grund von dessen Flora zweifelte er nicht, daß hier eine Quartärbildung vorliege, die er, da sie auf Moräne auflagert, gleich der roten Breccie als interglazial erachtete, während er die weiße Breccie ins Tertiär verwies (21, S. 52). Wiederholt hat Blaas Profile der Ablagerung mitgeteilt (in 21, S. 52; 30, S. 45 Fig. 14, S. 46 Fig. 15), immer betonend, daß sie auf Moräne auflagere. Das ist in der Tat der Fall. •Rutschungen am Westabhang des Ölberges legten im Herbst 1913 Grundmoräne dicht unter dem Tone bloß, und zwar solche von derselben Beschaffenheit wie die liegende Moräne der Breccie in den Weiherburggräben.

Diese Moränen reichen herab bis zum Fallbache, wo wir sie wenig unterhalb der Brücke des Weges antreffen, der vom Steinbruchwege nach dem Ölberg-Wirtshause abbiegt. Tiefer, in etwa 655 m Höhe, durchbricht der Bach einen Dolomitriegel; höher finden wir an seinem Westhänge Breccie. Auch diese lagert nicht ungestört, sondern ist in einzelne bergwärts fallende Pfeiler aufgelöst, die offenbar auf glitscheriger Unterlage abgesessen sind. Quellen am Gehänge deuten einen Tonsockel an. Folgen wir von der Brücke dem stärkeren westlichen Quellaste des Fallbaches, den wir den großen Fallbach nennen wollen, so stoßen wir 100—150 m oberhalb der Brücke des Steinbruchweges in 725 m Höhe auf roten und gelben Sandstein, welcher sowohl mit Partien feinkörniger roter Breccie als auch mit Tonen ähnlich denen des Ölberges wechsellagert. Darüber findet sich grobe Breccie; es ist nicht festzustellen, ob es sich um Ausbisse des Anstehenden oder nur um große Blöcke handelt. Höher lagern die mächtigen Innkiese des Spornes zwischen dem großen und kleinen Fallbache, die in 790 m Höhe unter der Villa Biedermann von grauer Grundmoräne bedeckt werden. Ähnliche rote Sandsteine, mit Breccie wechsellagernd, treffen wir am östlichen Quellaste, dem kleinen Fallbache dort, wo er auf die wasserreiche, ebene Fläche übertritt, die sich oberhalb der Vereinigung der beiden Bäche erstreckt. Aus ihnen kommt Wasser hervor. Weiter aufwärts am kleinen Fallbache ist Breccie sowohl im Bachbette als auch am linken Gehänge durch den Weg aufgeschlossen. Sie wurde früher in einem Steinbruche ausgebeutet, dort, wo der alte Fahrweg zu den oberen Steinbrüchen aus dem Tal des kleinen Fallbaches nach aufwärts biegt. Hier treten die roten Sandsteine fast gänzlich zurück, die Breccie

besteht vornehmlich aus lichterem und dunklerem Kalkbrocken; dazu gesellen sich hier dann und wann Gerölle von kristallinen Gesteinen. Das Bindemittel ist licht gelblich. Wir verfolgen diese weiße Breccie am kleinen Fallbache bis auf 800 m Meereshöhe herauf, dann stellen sich in ihr rote Gesteinsbrocken ein, und bis 810 m Höhe reicht lockere rote Breccie. Wenig höher beginnen Moränen; unter diesen hebt sich jedoch die Breccie unterhalb des Katzenbrunnens sowie auch in einem östlich gelegenen Graben wieder hervor, bis 850 m ansteigend. Auch der Weg zu den oberen, nunmehr gleichfalls auflässigen Steinbrüchen erschließt rote Breccie über der weißen, und zwar stellt sie sich bereits in 770 m Höhe ein, also 30 m tiefer als am benachbarten Fallbache.

Wir treffen also am kleinen Fallbache eine mächtige Einschaltung weißer Breccie in roter; hier, wie am großen Fallbache, ist die unterste Partie der Breccie sehr feinkörnig, sandsteinartig bis tonig; am großen Fallbache enthält sie Tone eingelagert gleich denen des Ölberges. Diese letzteren gehören deswegen zur Breccie und nicht zur Moräne, wie ich noch 1902 annahm (50, S. 385). Allerdings dürften sie ihr Material, soweit es graugrün ist, aus der Moräne bezogen haben, aber charakteristisch für die Ölbergtonne ist die Wechsellagerung von grauen und rötlichen Lagen, und diese letzteren können ebenso wie die in der roten Breccie im Mittelkessel nur auf Kosten des Werfener Schiefers entstanden sein. Dazu kommt, daß in den glazialen Bändertonen Pflanzenreste fehlen, während wir auf den Schichtflächen der Ölbergtonne gelegentlich flachgedrückte Zweige sowie Zapfen finden.

Das Auftreten dieser tonigen Fazies an der Basis der Höttinger Breccie dürfte die Rutschungen erklärlich machen, die wir in der Gegend des Ölberges finden: Gerutscht sind über dem Ton die hangenden Breccienpartien, welche die Beschaffenheit der liegenden Partie am kleinen Fallbache haben, gerutscht sind die Breccienpfeiler am rechten Hang des vereinigten Fallbaches. Daß nun aber die Ölbergtonne auf Moräne aufruhen, ist nach den durch die Rutschungen gegen den vereinigten Fallbach unter ihnen bloßgelegten Moränen nicht zu bezweifeln; wir haben den Kontakt in wenig über 720 m Höhe zu suchen.

An das Dolomitriff, das der Fallbach durchbricht, lehnt sich am Abfalle gegen das Inntal ganz ähnlich wie im westlichen Weiherburggraben lockere, schräge geschichtete Breccie. Wir haben es abermals mit einem

alten Delta zu tun. Blaas fand darunter etwas Grundmoräne (17, S. 32). Tiefer treffen wir grobe Inntalschotter; eine Grundgrabung bei der Brauerei Büchsenhausen ergab in 600 m Höhe, daß sie sanft nach Osten hin fallen und Bändertoneinschaltungen enthalten; sie setzen sich bis zum Weihergraben fort, der von Mayrs Steinbruch herabkommt. Höher am Terrassenabfall liegt beiderseits dieses Baches in 720 m Höhe neben der Steinbruchhalde eckiger Kalkschutt. Tiefer erscheint daneben grober Inntalschotter (700 m), darunter folgt auf beiden Bachseiten Ton, und noch tiefer kommt unweit des Landhauses Sonnenburg in 660 m Höhe Moräne zum Vorschein, welche ähnlich der weiter östlich beim Liner gelegenen an der Basis der ganzen Schichtfolge des Gehänges liegt. Eine Hangendmoräne fehlt hier ebenso wie auf allen tieferen Ablagerungen im Bereiche der Weiherburggräben.

Vom Buschkessel des östlichen Weiherburggrabens bis zum großen Fallbach, also auf eine Entfernung von 1060 m in der Luftlinie gemessen, haben wir die Moräne unter der Höttinger Breccie verfolgt. Auf der ganzen Strecke bleibt ihr Charakter der gleiche, und sie läßt sich immer leicht durch ihre kompakte Beschaffenheit sowie durch ihre prächtigen gekritzten Geschiebe und den Mangel von Brecciengeschieben von den Hangendmoränen der Breccie unterscheiden. 600 m weit, nämlich vom Buschkessel bis zu Mayrs Steinbruch, wird ihr Ausbiß ununterbrochen von der Breccie überragt; weiter westwärts wird der Rand der letzteren zwar mehr und mehr von jüngeren Schottern überdeckt, aber sobald wir Ausbisse von solchen antreffen, halten sie sich in höherem Niveau als die der Moräne, die wir von Mayrs Steinbruch am Gehänge ununterbrochen bis zum Fallbache hin verfolgen. Der Kontakt zwischen Moräne und Breccie senkt sich auf der ganzen Strecke in nicht ganz regelmäßiger Weise um mehr als 40 m in der Richtung nach Südwesten, und auf der ganzen Strecke von 1060 m liegt nicht eine einzige Tatsache vor, welche für eine nachträgliche Einpressung oder Ablagerung der Moräne unter Breccie spräche.

Hungerburg bis Arzler-Alm-Graben.

Am Abfalle der Inntalerrasse zieht sich von Mayrs Steinbruch eine Breccienwand nach Nordosten ununterbrochen bis zu dem Tälchen, das von der Arzler Alm nach Mühlau führt. Unter der Wand bringt der Riegelsteig uns auf die obere Partie des Wilhelm-Greil-Weges, der östlich der Hungerburg

das Plateau erreicht. Die hier geschaffenen Entblößungen lassen einen allmählichen Übergang zwischen der roten Breccie und der weißen erkennen. Über dem Buschkessel stellt sich mitten in der roten Breccie eine Bank grauer ein: Kalkbrocken schwimmen in einer ziemlich festen, grauen Grundmasse. Stumpf endet dieses Lager gegen Südwesten (Taf. VIII, Ansicht 7, bei Höhenpunkt 790 m unserer Karte Taf. II): sein Ursprung ist also im Nordosten zu suchen. Unweit davon (6 m von Punkt 795 m der Karte, 80 m südlich vom Bahnviadukt) sieht man eine Partie grauer Breccie, ringsum von der roten umschlossen (Taf. VIII, Ansicht 8). Hier könnte man bei flüchtiger Betrachtung meinen, ein Fragment der einen Breccie in der andern zu sehen. Aber genauere Untersuchung läßt die scharfen Grenzen vermissen, die man dann verlangen müßte; auf das innigste sind beide Breccienvarietäten miteinander verwachsen. Mutmaßlich liegt hier der Querschnitt einer sich auskeilenden Partie der weißen Breccie in der roten, ähnlich dem Lager bei 790 m, vor.

Östlich vom Buschkessel liegen am Abfalle der Inntalerrasse mächtige Sand- und Schottermassen, über welche die Drahtseilbahn die Höhe der Hungerburg gewinnt: über 800 m ansteigend bilden sie eine Vorlage des Gehänges, welche der Moränenbedeckung entbehrt. Ampferer hat von ihr ein eingehendes Profil mitgeteilt (65. Profil, VI, S. 734), welches die beim Bau der Hungerburgbahn geschaffenen Aufschlüsse wiedergibt und unserem Profile Fig. 3, Tafel IV zugrunde liegt. Es zeigt Wechsellagerung von Mehlsand und Schotter und Moräne erst weiter oben als Überkleidung der stellenweise sehr mächtigen Schotter über der Breccie.

Weiter gegen Nordosten hin kommt am Abfall der Dolomit, was bisher nicht bekannt war, wieder zum Vorschein. Über ihm erheben sich die Breccienwände östlich der Hungerburg. An diesen führt der Knappensteig in seiner ganzen Erstreckung bis zur Mündung des Arzler-Alm-Grabens in der Breccie entlang. Ihre Sohle senkt sich dahin bis auf etwa 730 m herab, und der Dolomitausbiß ist an der Mündung jenes Grabens verschwunden. Sein Kontakt gegen die Breccie ist nirgends gut erschlossen, am besten noch in einer steil sich senkenden Gehängefalte, etwa 350 m östlich von der Drahtseilbahn. Da trifft man unter dem Knappensteige zunächst feste Bänke weißer Breccie, tiefer sehr lockere rote Breccie, und in 730 m Höhe erreicht man den Dolomit. Aber kurz zuvor wird das Gehänge lehmig, und es liegen polierte, gekritzte Geschiebe, wie sie die liegende Moräne

der Weiherburggräben auszeichnen, umher. Danach glauben wir, daß sie sich bis hierher zieht, und daß auch hier noch eine Unterlagerung der Breccie durch Moräne stattfindet. Aber 100 m weiter östlich, wo sich der Dolomit über dem Schillerwege bis 740 m Höhe erhebt, fanden wir über ihm jene charakteristischen polierten Geschiebe nicht.

Die Breccie, welche sich über unserm Dolomitausstrich findet, ist nicht mehr die typische rote. Ihre unterste Partie ist allerdings rot, aber sehr locker und stellenweise so reich an Dolomitgrus, daß man zweifeln kann, ob noch Breccie oder schon Dolomit vorliegt. Die festeren Lagen, die darüber folgen, sind weiße Breccie. Der Mühlauer Weg, der auf das Hungerburgplateau heraufführt, legt zwei solcher Partien bloß, eine in 780 m, eine zweite in 830 m Höhe. Der überaus steile Holzweg, der vom flachen Tälchen westlich des Arzler-Alm-Grabens herabführt, zeigt nur eine Bank weißer Breccie in etwa 820 m Höhe. Der Wilhelm-Greil-Weg schneidet in seinen oberen Partien (östlich der Drahtseilbahn) zwar vornehmlich rote Breccie an, aber es finden sich in derselben immer Bänke von weißer.

Bei der Hungerburg (860 m) ist die Stirn der Inntalerrasse höher als weiter östlich und westlich; und dahinter erhebt sich die Breccie auf mehr als 900 m Höhe. Sie ist von zahlreichen, nunmehr auflässigen Steinbrüchen ausgebeutet worden. Die Breccie ist hier weniger gleichmäßig als in Mayrs Steinbruch und auch weniger rot. Größere Blöcke finden sich in einzelnen Lagen. Sehr deutlich sieht man das sanfte Fallen der Schichten in dem ehemaligen Spörrschen Steinbruche, in dem der Hungerburgsee beim Seehof angelegt worden ist. Ein in seiner Rückwand 15.5 m nach Norden getriebener Stollen hält sich ganz in Breccie, ebenso der 30 m tiefe Schacht, der von seinem Ende aufwärts in den Aussichtsturm des Hungerburgseehofes hineinführt. Das benachbarte Gelände ist vielfach von breiten, 6—8 m tiefen Sprüngen durchsetzt, welche Abrißklüfte sein dürften. Mutmaßlich hängen sie mit der wasserführenden Kluft des Quellkessels zusammen. Über diesen hochgelegenen Breccienvorkommnissen breitet sich eine dünne, vielfach aussetzende Decke von Grundmoräne, unter welcher wir im Steinbruche nordnordwestlich der Hungerburg in etwa 900 m Meereshöhe die Breccie deutlich N 80° O geschrammt fanden. Auch diese Partien der Breccie, namentlich die am Hungerburgsee, haben, wie Blaas berichtet, Pflanzenreste geliefert (64. 86, S. 270). Über die Grundmoränendecke legen sich hier und da, z. B. dort, wo sich unweit des Hungerburgseehofes der Rechenhof-

weg vom Weg nach der Hungerburg abzweigt, jüngere, vornehmlich aus wenig gerollten Kalkstücken bestehende Schotter, die Schuttkegel von nunmehr verschwundenen Flüssen, die vom Inntalgehänge herabkamen. Die Ausdehnung dieser weitverbreiteten, gewöhnlich unregelmäßig geschichteten Deckschotter des Hungerburgbodens ist schwer festzustellen, da ihr Material sich nur wenig von dem der Moränen unterscheidet und im Waldgelände ihre Oberflächenform nur schwer verfolgt werden kann. Die Deckschotter sind in der Regel reich an abgerollten Breccienblöcken, z. B. östlich vom Gramartboden. Über sie und die Moränen legt sich ein vielfach lückenhafter Mantel eines gelben Lehmes, den Blaas anfänglich (14) als Löß, später als Lößsand (17, S. 21) beschrieben hat. Aber er enthält nirgends die charakteristischen Lößkonchylien und zeigt auch sonst nicht Eigenschaften des typischen Lößes, z. B. die senkrechte Klüftbarkeit usw. Aber sicher handelt es sich nicht um Verwitterungslehm, denn scharf hebt sich unser Lehm durch seinen Steinmangel von den unterlagernden frischen Moränen oder Schottern ab. Er erscheint in sehr verschiedenen Höhen, nicht bloß oben auf der Terrasse, sondern auch auf deren Abfall, wie ein Anflug, der in Geländefalten gelegentlich mehr als 1 m Mächtigkeit erlangt.

Östlich der Hungerburg stellen sich dort, wo die Stirn der Breccie unter 830 m herabsinkt, unter den hangenden Moränen grobkörnige Innschotter ein, welche die Breccie unmittelbar überlagern und in kleinen Partien auch am Terrassenabfalle auftreten, wo sie von der hangenden Moräne schräge abgeschnitten werden. Diese Schotter an der Breccienstirn verknüpfen die am Terrassenabfall bei der Weiherburg und im Eckenwald gelegenen mit den moränenbedeckten der Höhe.

Das Tälchen der Arzler Alm macht einen tieferen Einschnitt in den Terrassenrand. Gehen wir vom Rechenhofwege den Arzler Alm-Weg hinab, so stoßen wir zunächst auf sehr mächtige, gut erschlossene Grundmoräne und in 925 m, dort wo der Weg in die Südsüdostrichtung zurückkehrt, auf weiße Breccie (vgl. Profil VII, Taf. XII). Diese bildet in einem westlichen Seitenaste des Grabens Felswände. Ebenso treffen wir an der Mündung des Grabens, oberhalb der Stelle, wo ihn der Knappensteig überschreitet, lose rötliche Breccie in 740 m Höhe, über welche sich an der Mühlauer Wasserstube eine vornehmlich aus Dolomit bestehende lockere Breccie legt; höher folgen dann Bänke weißer Breccie. Zwischen diesem unteren Vorkommen der Breccie und den beiden oberen hebt sich älteres

Gestein hervor: Dolomit am Arzler Alm-Wege und Werfener Schiefer mit zelligem Dolomit im westlichen Seitenaste des Grabens, bis 855 m ansteigend. Den Dolomit finden wir auch weiter ostwärts an einer Abzweigung des Arzler Alm-Weges, die unterhalb Zahl 814 m unserer Karte Taf. I hinauf gegen das Wurmtal führt. Er erreicht hier 900 m Höhe. Sichtlich beeinflußt diese Aufragung älterer Gesteine die Zusammensetzung der benachbarten Breccienvorkommnisse und gesellt ihr bald viel Dolomitgrus, bald viel Brocken roten Sandsteins, bald endlich beides zu, so wie wir es an der Mündung des Arzler Alm-Grabens und am Knappensteige gesehen haben. Aber diese Beeinflussung reicht nicht weit nach Osten; die Felswände zwischen unserm Graben und der Mühlauer Klamm bestehen aus weißer Breccie, in welche sich stellenweise rötliche Lagen hineinflößen; auf ihren unteren Partien sitzt gelegentlich ein Häufchen Innschotter auf. Moräne haben wir zwischen der Breccie und der Aufragung älteren Gesteins nicht nachweisen können.

Der Mühlauer Graben.

Sehr auffällig tritt die Breccie an der Mündung der Mühlauer Klamm entgegen. Ihre Felswände steigen links der Schlucht im vorspringenden Ursulafelsen bis 850 m an. Vor diesen steilen Wänden reichen beiderseits des Baches Partien der Breccie bis 740 m herab, deren Schichtung ausgesprochen schräge ist, wie die Ablagerungen eines Delta. Das Gestein ist von oben bis unten die weiße Abart; es besteht vornehmlich aus Bruchstücken lichten Kalkes in gelblichgrauem Bindemittel. Selten gesellen sich dazu, am Wege sichtbar, einzelne Gerölle kristallinischer Gesteine. Über 780 m wird die Schichtung flach. An der linken Bachseite treffen wir in dieser Höhe unter dem Ursulafelsen flach gelagerte Bänke, in denen wir dann und wann ein gekritztes Geschiebe finden. Eine etwa 0.5 m mächtige Zwischenlage ist wenig fest und enthält viel Material aus den Raibler- und den Werfener Schichten; das Material darüber ist gleich dem darunter gut verkittet. Unweit dieser Stelle erheben sich neben der Rohrleitung für das Elektrizitätswerk Kalke und Mergel der Raibler Schichten ziemlich jäh auf 820 m. Gegen ihre steil ansteigende Oberfläche stoßen die flachgelagerten Bänke der Breccie scharf ab (vgl. Ansicht 11, Taf. IX). Zwischen beide Gesteine schaltet sich hier, 10 m unterhalb der Mündung des Stollens für die

Wasserleitung des Elektrizitätswerkes, 1.5 m Grundmoräne ein, wie ich 1913 mitteilte (89). Diese liegende Grundmoräne der Breccie ist in Ansicht 12, Tafel IX zwischen *M* und der obersten Zieltafel deutlich unter einer dachartig vorspringenden Breccienpartie zu sehen. Sie sieht anders aus, als die am Abfalle der Inntalerrasse. Herrscht dort grauer Ton in der Grundmasse, so sieht ihre obere Partie hier rot aus. Sie hat ihr Material offenbar größtenteils den Werfener Schiefeln entlehnt. Zahlreich sind die eingebetteten Kalkgeschiebe. Diese sind durchweg vorzüglich geschrammt, und die meisten haben einen ähnlichen Glanz, wie die Dolomitgeschiebe in den Weiherburggräben. Daneben gibt es auch meist rundliche Geschiebe kristalliner Gesteine. Bröckelt die Grundmoräne auch unter der hangenden Breccie aus, und wird sie daher von einem Dache der letzteren überragt, so ist sie doch ähnlich fest wie die ganz anders aussehende Weiherburgmoräne. Unter dieser 0.8 m mächtigen roten Moräne lagert in den oberen Partien des Aufschlusses (rechts unter *M* in Ansicht 12, Tafel IX) ebenso mächtige Moräne von ganz anderer Beschaffenheit. Sie hat ihr Material aus den unmittelbar liegenden Raibler Schichten bezogen, sieht grau aus mit einem Stich ins Schwärzliche und ist ärmer an Kalkgeschieben. Die Grenze beider Moränen ist scharf, minder scharf ist die zwischen der grauen Moräne und ihrem Liegenden, das in sie vielfach hineingearbeitet ist; am schärfsten ist die Grenze der roten Moräne gegen ihr Hangendes, das genau alle Einzelheiten ihrer Oberfläche abgießt.

15 m weit läßt sich unter den mächtigen Bänken der Breccie die rote Grundmoräne verfolgen. Nach oben zu verschwindet sie unter der Vegetationsdecke, nach unten gegen jüngere Ablagerungen, welche sich teils an, teils unter eine überhängende Breccienwand lehnen. Es handelt sich teils um Gehängeschutt von Breccientrümmern, teils aber auch um Bachschotter mit großen Rollsteinen der Breccie. Abb. 12, Tafel IX zeigt die Dinge so, wie sie 1913 lagen. Der Gehängeschutt reichte bis zu den drei Zieltafeln in der Mitte des Bildes. In ihn flöste sich, wie Schürfungen ergaben, das Material der Liegendmoräne hinein. Aber ein großer Unterschied herrschte zwischen der anstehenden Moräne und der verflösten: diese locker und untermengt mit allerhand herabgefallenem Materiale, jene fest und streng einheitlich. Im Winter 1913/14 ist der Gehängeschutt bei einer Reparatur der Zuleitung für das Elektrizitätswerk fast gänzlich entfernt worden, und im Frühjahr 1914 war nur noch der lose verfestigte Bachschotter unter einem überhängenden Brecciengesimse zu sehen. Man konnte ihn leicht von der

dahinter befindlichen Breccienwand loslösen. Er enthält gekritzte Blöcke der Breccie. Auf den ersten Blick konnte es scheinen, als ob hier zwischen den beiden unteren Zieltafeln in Ansicht 12, Tafel IX eine Geröllage mit Brecciengeröllen in der Breccie vorkäme. Aber es konnte leicht sichergestellt werden, daß hier eine Anlagerung vorliegt, wie manche sie in den Weiherburggräben mutmaßen.

Wie am linken Gehänge der Mühlauer Klamm hebt sich auch am rechten das Grundgestein dicht oberhalb des Einganges jäh empor und steigt rasch auf 840 m Höhe an. Die untersten 6 m der auflagernden Breccie sind locker, reich an Fragmenten aus den Raibler Schichten, daher grau. Einige Partien sehen aus der Entfernung moränenähnlich aus, aber sie enthalten nichts Gekritztes, sondern nur eckige Trümmer; es liegt eine typische aus den Raibler Schichten gekommene Mure hier vor. Eingeschaltet in diese liegende Partie sind zwei rötliche Lagen mit reichlicherem Material aus den Werfener Schichten. Darüber erst folgt die feste Breccie; auch diese ist in ihren untersten 5 m reich an roten Brocken, aber die 40 m, die darüber folgen, sind zum Teil grobblockige weiße Breccie. Man kann diese Verhältnisse hinter einer nunmehr auflässigen Hütte studieren, welche unterhalb des Staubeckens für das Elektrizitätswerk oben am rechten Gehänge in eine Nische der Breccie gebaut war; dicht daneben ist ein mächtiger Pfeiler der Breccie am Talgehänge abgesessen, und hat mit sich jene untersten Partien bis auf 820 m Höhe herabgebracht. Dies Absitzen datiert schon aus ziemlich alter Zeit, denn im Winkel zwischen Gehänge und Pfeiler findet sich Innschotter mit sehr großen Rollsteinen der Breccie. Die Verhältnisse erinnern an die verschüttete Schlucht an der Südwestseite von Mayrs Steinbruch.

Die Breccie zieht sich von hier als Krönung des rechten Klammgehänges bis zum Rechenhofwege. Hier hebt sich das Grundgestein bis 915 m empor, der Weg führt in 910 m Höhe in einem kleinen Tunnel hindurch, darüber lagert noch Breccie. Aber weiter aufwärts, wo die Triaskalke sich bis 1000 m erheben, fehlt die Breccie eine Strecke weit. Dann aber setzt sie in um so großartigerer Weise dort ein, wo sich in 1041 m Höhe die Quellfassung für die Innsbrucker Wasserleitung befindet. Entsprechend liegen die Dinge am linken Talgehänge (vgl. Fig. VI; Taf. XII). Über den Triasschichten, die sich emporheben, zieht sich eine 30 m hohe Breccienwand entlang, bestehend aus sehr grobem Material, das zur Höhlenbildung neigt.

Eine ausgebröckelte Gufel (Nische) birgt die Teehütte. Dicht daneben setzt Inntalschotter ein, der in ansehnlicher Mächtigkeit bis an den Terrassenrand reicht und auch über die Breccienwand an der Teehütte greift; darüber liegt Moräne. Der Kontakt der Breccie gegen das Liegende ist nirgends entblößt. Dieses hebt sich am Rechenhofwege steil empor; auch hier breitet sich über den Kalkriegel wie auf der anderen Talseite Breccie; aber sie scheint sich nicht über einen zweiten Kalkriegel hinweg zu erstrecken, der weiter oberhalb auf mehr als 1000 m Höhe ansteigt. Dicht oberhalb des letzteren Riegels setzt sie wieder ein; eine Rutschung entblößt rötliche Breccie dicht neben der Höhe der Kalkvorsprünge, und Breccienwände stellen sich unten am Bache ein. Ihr Material zeigt nur schwache Anzeichen von Schichtung; regellos lagern Blöcke und kleinere Trümmer nebeneinander und sind ziemlich fest verkittet. Darüber breitet sich gut geschichtete Breccie voller Lücken, eine typische, verfestigte Schutthalde. In ihr ist reichlich Grundwasser vorhanden, das auf der darunter befindlichen dichten Breccie zum Vorschein kommt. Zahlreiche Quellen brechen zwischen 1100—1200 m Höhe hervor und bilden den Mühlauer Bach, der gleich nach seinem Ursprung in jähem Falle über die dichte Breccie herabstürzt. Unter letzterer beißen unterhalb des Falles wieder Triasschichten aus. Ihre Oberfläche zeigt nicht bloß Rundbuckelformen, sondern auch typische Schrammen. Gleiches gilt auch von der Oberfläche der benachbarten Breccie. Es handelt sich hier nicht um Schriffe eines alten Inntalgletschers, sondern um Lawinenschriffe, die nicht der Richtung des Inntales, sondern der Richtung der Schlucht folgen. Fast allwinterlich kommen Lawinen von der Arzler Reißer und gehen in der Mühlauer Klamm bis 1000 m Meereshöhe herab, wo dann ihre 20—30 m mächtigen Schneemassen bis tief in das Frühjahr liegen bleiben.

Oberhalb der Quellen des Mühlauer Baches herrscht die deutlich geschichtete löcherige Breccie. Sie zieht sich als eine fossile Schutthalde im Bereiche der Arzler Reißer hoch empor gegen die Gleirsch- und Mannspitze sowie gegen die Rumer Spitze. An der Reißer selbst allerdings herrscht schon von 1500 m Höhe an Fels. Aber am Fuße der Gleierschspitze reicht Breccie bis etwa 1600 m Höhe, und zwar ist sie hier so gelagert, daß sie vom Ausgange einer kleinen Schlucht nach rechts und links, in der Art einer Kegelhalde abfällt. Weiter westlich liegt am Horn in 1400—1500 m Höhe eine isolierte Breccienpartie. Die gegen die Rumer Spitze sich heraufziehende lose Breccie stößt in einem Seitenaste der Reißer in 1610 m

an den Fels an. Sie gehört zu einem ausgedehnten Breccienmantel, der sich über das Inntalgehänge südlich der Rumer Spitze von der Arzler Reiß bis zu den oberen Ausläufern der Rumer Mure breitet und fast bis zur Rumer Alp (1243 m) herabreicht. Der Westast des Sammeltrichters der Rumer Mure drängt sich in diesen Mantel, dessen zerfranster Saum bei den hinteren Gufeln in 1360 m Höhe unmittelbar den Raibler Schichten auflagert. In den obersten Partien der steil abbrechenden Breccienwände fanden sich mehrfach, wie bereits Ampferer bemerkte (65, S. 737), Gerölle und Geschiebe von kristallinen Gesteinen. Ein ganzes Nest von solchen liegt am Wege von der Rumer Alp zur Vintl Alp in 1530 m Höhe. Unfern davon lagert Moräne auf Breccie. Westlich der Vintl Alp zieht sich eine Breccienwand bis 1700 m Höhe empor; sie sitzt auf steil aufgerichteten Partien des Muschelkalkes. Die Berührungsfläche ist weithin entblößt. Es gießt die Breccie die Form des Untergrundes genau ab. Zwischenschichten fehlen und sind selbst in Spuren nicht zu erkennen. Die Schichten des Muschelkalkes fallen nordwärts, die der Breccie in der Art einer etwa 20° geneigten Schutthalde nach Süden. Ampferer hat von dieser eindrucksvollen Stelle ein Profil gegeben (65, S. 737, Profil X).

Darin, daß diese alten Schutthalden sich in den Breccien der Inntal-terrasse fortsetzen und hier auf Moräne auflagern, liegt die große Bedeutung des Mühlauer Grabens. Er verrät ferner, ebenso wie der Arzler Alm-Graben neben ihm, im Bereiche der Inntal-terrasse unter der Breccie eine alte Fels-terrasse, die von ihr nicht bloß überdeckt, sondern gänzlich überschüttet wird, dermaßen, daß ihr Abfall von ihr gänzlich maskiert wird.

Am Ende der Mühlauer Klamm setzt eine Weitung im Abfall der Inntal-terrasse ein, die sich trichterförmig verbreiternd nach Mühlau zieht. Im Westen wird sie von groben Innschottern begleitet, die am Fuß der Breccienwände bis über 750 m hinaufreichen. Im Osten springen zwei Schotterhügel in das Inntal vor. Um den höheren (821 m) schlingt sich der Gilmsweg, der tiefer gipfelt im Spitzbühl, nördlich Punkt 717 m der Karte. Zwischen beiden zieht sich eine Furche vom Schweinbrückl nach den Kalköfen von Arzl, wo ihre Fortsetzung eine Dolomitaufragung zerschneidet. Wir deuten sie als einen alten Lauf des Mühlauer Baches. Ebenso dürfte der tiefe Einschnitt, welcher quer über den tieferen Hügel führt und den Spitzberg von der Aufragung 717 m trennt, zeitweilig ein Bett jenes Baches gewesen sein. Beide Hügel bestehen aus grobem, unregelmäßig ge-

schichtetem Innschotter; in den tiefsten Partien des höheren liegt unweit des Schweinbrückl am Gilnwege feinerer, welcher in der Art eines Deltas westwärts fällt. Darunter setzen Tone ein, auf denen in 715 m Höhe ein ergiebiger Quell hervortritt. Auch gibt es Spuren einer älteren Moräne: In der Kiesgrube bei den westlichsten Häusern von Arzl finden sich im Schotter Gerölle von Grundmoräne. Blaas hält sie für die Liegendmoräne der Breccie: an sie mahnt ihre petrographische Beschaffenheit (17, S. 20); es könnte sich aber auch um eine Moräne handeln wie am Terrassensockel bei der Weiherburg. Alle Schichtglieder, die wir dort gefunden haben: Dolomit, Tone, Deltaschotter und grobe Innschotter kehren hier wieder. Aber ihre Sondernung ist eine weniger scharfe. In der Höhe, in welcher am Schweinbrückl Tone auftreten, finden sich am Terrassenabfall bei der schönen Aussicht Schotter, und diese reichen bis in das Niveau hinab, bis in das die gut geschichteten Tone des Arzler Kalvarienberges aufragen. Die Schotter des Terrassenabfalles ziehen sich bis zur Terrassenhöhe empor; hier werden sie beim Purenhofe von mächtigen Moränen bedeckt, die am Abfalle fehlen.

Die zwischen beiden Flanken gelegene Weitung hat vornehmlich tonigen Boden. Hier und da, z. B. bei der Mühlauer Kirche, findet sich Innschotter, der am Nordrande der Weitung auf Ton lagert und hier gekritztes Material enthält. Weiter westlich erschließt eine große Kiesgrube sehr grobes Material, in dem Blöcke von Höttinger Breccie nicht selten sind. Wir haben also am Boden der Weitung Ablagerungen derselben Art wie an ihren Flanken und deuten sie daher als eine Erosionsform des Terrassenabfalles. Nur beim Schweinbrückl und weiter unterhalb gegen den Inn hin treffen wir Schuttkegelbildungen des Mühlauer Baches.

Unterer Höttinger Graben.

Dort, wo der Höttinger Graben mündet, ist die Inntalterrasse weniger hoch als weiter abwärts. Ihre Kante erreicht nicht einmal 800 m. Steile Wände, wie am Mühlauer Graben, fehlen. Die Höttinger Breccie tritt nur in einer unbedeutenden Partie an den Terrassenabfall. Blaas zeigte sie mir 1886 (27, S. 107; vgl. 30, S. 47 Fig. 16 und Karte). Unweit der Höttinger Kirche schneidet der Weg nach Gramartboden, kurz nach seiner Abzweigung vom Höttinger Steinbruchwege zwischen 660 und 670 m Höhe, lose rote Breccie an. Tiefer noch findet sie sich, wie ich in Wasserrissen

nach den schweren Regengüssen des September 1916 sehen konnte, am Steinbruchwege oberhalb der Höttinger Kirche. Das ist bei Innsbruck ihr tiefstes Vorkommen am Inntale, nur 80 m über dem Flusse.

Daneben legt der Höttinger Graben eine jüngere Ablagerung bloß, die zwar in mancher Hinsicht an die Breccie erinnert, aber jünger ist. Das ist der Höttinger Schutt (11, S. 233). Er besteht aus Gesteinen, die im Gebiete des Höttinger Baches anstehen, aber darunter mischen sich in stets ansehnlicher Zahl Gerölle kristalliner Gesteine, und nie fehlen mehr oder weniger abgerollte Blöcke der Höttinger Breccie. Charakteristisch ist die starke Beimengung feinehmiger Teile, die dem Ganzen einen gelbbraunen Ton geben. Die Schichtung wird gewöhnlich durch einzelne Lagen besser gerollten Materials hervorgehoben; sie fällt im Sinne des Inntalgehänges. Die Verkittung ist unbedeutend, aber beträchtlich genug, daß sich ziemlich steile Wände halten können. Nach alledem hat der Höttinger Schutt als das wenig verfestigte Material eines alten Schuttkegels des Höttinger Baches zu gelten, welches jünger ist als die Höttinger Breccie.

Es ist vornehmlich der Höttinger Schutt, den wir in der Inntalerrasse nördlich des Dorfes Hötting finden. Er wird hier überlagert von den Schottern und Moränen, die wir im Hangenden der Breccie kennen gelernt haben, und diese hebt sich unter ihm stellenweise empor. Wir begegnen ihr gegenüber den obersten Häusern des Dorfes an der linken Bachseite unter einer hohen Wand des Schuttes, der hier gekritzte Geschiebe führt, beinahe verhüllt von dessen Halde. Wir sind unterhalb der ersten Brücke des Grabenweges in etwa 675 m Höhe. Ausgedehntere Vorkommnisse stellen sich am Bache erst oberhalb jener Brücke (696 m) ein, auf welcher der Grabenweg das linke Ufer gewinnt; sie ist hier erheblich lockerer als in den Steinbrüchen auf der Terrasse und hat keinen größeren Zusammenhang als die unmittelbar über der Moräne der Weiherburggräben. Bezeichnend ist das häufige Vorkommen von Geröllen von Werfener Schiefen und Quarz sowie ziemlich zahlreicher Urgebirgsgerölle, unter denen auch solche von Juliergranit gefunden wurden. Sie machen etwa $1/200$ ihres Volumens aus. Es liegt hier mehr Bachschotter als Gehängeschutt vor. Bis zur zweiten Brücke (770 m), auf welcher der Weg das rechte Ufer wiedergewinnt, ist der Bach in enger, stellenweise 10 m tiefer Schlucht, dem Klamperl, in die Breccie eingeschnitten. Oberhalb der Brücke erweitert sich die Schlucht. Man sieht noch 150 m weit im Bachbette und an den Gehängen Breccie (vgl. Fig. 1

Taf. IV). Sie ist auch hier ziemlich reich an Urgebirgsgeschieben: man bemerkt namentlich Hornblendegesteine; auch ein Gneisgerölle von 2 dm Durchmesser war im Bachbette bloßgelegt. Dann mit einem Male hört die Breccie auf, und 20 m weiter oberhalb schneidet der Weg eine 20—30 m südwärts fallende Ablagerung an, welche auf den ersten Blick für eine graue Breccie gehalten werden könnte; aber nähere Betrachtung ergibt, daß es sich um eine zementierte Moräne handelt. Die ziemlich feste Ablagerung streicht wie ein Riff quer über den Bach, der durch sie eingeengt wird; auch an seinem linken Ufer kann man sich vergewissern, daß Nagelfluhmoräne vorliegt. Steigt man nun am linken Gehänge etwa 10 m empor, so erreicht man über der verkitteten Moräne im Buschwerk wieder die rote Breccie, die sich von hier an allmählich zum Bache herabsenkt und ihn 20 m unterhalb des Riffes der Nagelfluhmoräne erreicht. Gleiches zeigt sich am rechten Ufer. Auch hier streicht am Gehänge über der Nagelfluhmoräne rote Breccie 10 m über dem Wege aus, sie zieht sich von hier talwärts bis ins Bachbett herab, kann aber auch talaufwärts noch 30 m weit am Gehänge verfolgt werden. Eine kleine Partie liegt dicht über einem Ausbisse schräg geschichteter Moränennagelfluh im Buschwerk versteckt. 60 m oberhalb der Stelle, wo wir unten am Bache die Breccie zuletzt sehen, beobachten wir sie zum letzten Male am rechten Gehänge (Ansicht 13, Taf. X, Fig. 1b, Taf. IV). Hier ist der Boden unter ihr feucht, und wenige Meter weiter davon sieht man typische Grundmoräne; solche hat sich aber auch schon bereits weiter unterhalb am Bache eingestellt; sie steht hier wenige Meter oberhalb des Riffes der Moränennagelfluh an und gewinnt dann weiter bachaufwärts ausgedehnte Verbreitung.

Wir sehen also an beiden Ufern des Baches die rote Breccie über Moräne oder Nagelfluhmoräne, 20 m weit am linken Ufer und 50 m weit am rechten Ufer, dann verschwindet talabwärts die letztere unter ihr. Diese Tatsache war mir bereits 1880 bekannt (11, S. 237), aber die unmittelbare Auflagerung der Breccie auf der Moräne war damals nicht erschlossen. 1883 und 1886 lagen die Dinge nicht anders. Im Herbst 1890 hatte jedoch das Hochwasser zwischen dem obersten Breccienvorkommnisse am Bache und dem Riffe von Moränennagelfluh den Weg unterspült, und hier zeigte sich, daß die graue Nagelfluhmoräne mit einer 2.5 dm mächtigen Lage gelben Lehmes etwa 3 m weit bedeckt war. Darüber folgte die Breccie. Die Grenze fiel wie die Schichten der Nagelfluhmoräne 20—30° nach Süden

(38, S. 68). Im Lehm fand ich zahlreiche Schneckenschalen. Sandberger, der so gütig war, sie zu bestimmen, fand *Fruticola villosa* Drap., *Vallonia tenuilabris* A. Braun, *Pupa muscorum* L., *Cionella lubrica* Müll., *Clausilia* sp. Damals konnte ich auch einen allmählichen Übergang der Nagelfluhmoräne in die liegende Grundmoräne verfolgen. Wir haben also ähnliche Verhältnisse wie mehrfach im östlichen Weiherburggraben, wo auf die schlammige Grundmoräne erst Schottermoräne folgt, dann das dünne Lager des Grenzlehms und schließlich die Breccie. 1891, als ich die Breccie mit v. Wettstein besuchte, war das geschilderte Profil noch zu sehen. Aber bereits 1892 war es teilweise zerstört. 1893 war unter der Breccie nicht mehr die Nagelfluhmoräne, sondern nur noch der schneckenführende Lehm erschlossen.

Meine Auffassung über die Lagerungsverhältnisse im unteren Höttinger Graben wird von A. Böhm (15, S. 158) und O. Ampferer (69, S. 116) geteilt. Blaas hatte anfänglich gleichfalls den Eindruck, daß eine Überlagerung der Moräne durch die Breccie stattfände (14b), wenn auch ein Kontakt fehle (17, S. 63). Aber 1890 (30, S. 48) spricht er von einer »wirklich vorhandenen Unklarheit«, und auch 1902 (48, S. 414) hält er für nicht ausgeschlossen, daß die Moränen hier über der Breccie liegen, wenn er auch seinerseits nicht daran zweifelt, daß sie die Breccie unterteufen. Daß zeitweilig ein Kontakt zwischen Moräne und Breccie aufgeschlossen war, hat er offenbar nicht wahrgenommen; seine Übersichtskarte der Glazialablagerung in der Umgebung von Innsbruck (17, Fig. 1) gibt die Grenze zwischen Breccie und Moräne zwar richtig an, nicht aber ein Spezialkärtchen (17, Fig. 2), er zeichnet sie hier und auch später auf seiner Übersichtskarte der Glazialablagerungen nördlich von Innsbruck (30) so, als ob beide nebeneinander lagerten, und stellt nicht dar, daß, wie ich im Einklang mit meinen Beobachtungen von 1880 und 1881 hier dargelegt habe, die Breccie sich am Gehänge weiter nordwärts erstreckt als am Bache, und daß in einem Querprofile über dem Bach die Breccie deutlich über der Moräne erscheint.

Um diesen einzigen Widerspruch zwischen meines Innsbrucker Kollegen Beobachtungen und den meinigen aufzuhellen, habe ich durch Herrn Dr. O. Gruber tachymetrisch die in Frage kommende Partie aufnehmen lassen, wobei die Höhen durch ein Nivellement an die Höhe 696 der Originalaufnahme an der unteren Brücke angeschlossen wurden. Auf der so erhaltenen Grundlage beruht unsere geologische Karte Fig. 1a, Taf. IV. Sie zeigt am Bache eine Zunge der Moräne, die sich in das Gebiet der Breccie hinein

erstreckt und von dieser überragt wird. Das weist auf ein Einschließen der Moräne unter die Breccie, und zwar am Ende der Zunge unter einem Winkel von fast 40° nach Südost, während es weiter aufwärts nur etwa 5° beträgt. Dies zeigt der Längsschnitt an der rechten Grabenflanke (Fig. 1b, Taf. IV), während uns ein Querprofil über den Bach (Fig. 1c, Taf. IV) die Auflagerung der Breccie auf der Moräne erkennen läßt, und zwar in verschiedenen Höhen, da unser Profil nicht im Streichen geführt ist. Ferner stellte ich Schürfungen am Gehänge an Stellen an, wo die Auflagerung der Breccie auf die Moräne zu gewärtigen war und konnte dieselbe an zwei Stellen bloßlegen. Schürfung I (Fig. 1b, Taf. IV, bei der oberen Zieltafel Ansicht 13, Taf. X) zeigte oben feste rote Breccie, darunter 0.5 m feinen, gelben, glimmerreichen Lehm, ähnlich den gelblichen Zwischenlagen in Mayrs Steinbruch, darinnen einzelne Schneckenreste, tiefer feste Moräne (Ansicht 15, Taf. X). Dieselbe Schichtenfolge wurde in Schürfung II, 10.7 m weiter talabwärts und 2.7 m tiefer am Gehänge bloßgelegt. Auch hier enthielt der gelbe Lehm gerade noch erkennbare Schneckenschalen. Beide Schürfungen haben den Lehm wieder unter der Breccie nachgewiesen, den ich 1890 im Bachbette (bei III, Fig. 1b, Taf. IV) aufgefunden hatte. Es handelt sich also hier um eine Zwischenlage mit Lößfauna von mindestens 60 m Ausdehnung zwischen Breccie und Moräne, die an Stelle des Grenzlehms der Weiherburggräben auftritt.

Die Moräne, die wir im Liegenden der Höttinger Breccie festgestellt haben, können wir etwas über 200 m weit talaufwärts verfolgen. Sie ist namentlich links vom Bache durch große Entblösungen erschlossen. Petrographisch weicht sie von der Moräne der Weiherburggräben nicht unerheblich ab, und zwar von der dortigen liegenden tonigen Moräne mehr als von der hangenden kalkreichen. Allerdings ist sie auch ziemlich fest und steht daher gleichfalls in steilen Abböschungen, ferner waltet die schlammige Grundmasse vor. Aber diese ist dort grau und hier weiß. Sind dort Dolomitgeschiebe vorherrschend, so sind es hier solche von weißem Wettersteinkalk. Hier wie da gibt es nicht selten Urgebirgsgeschiebe, unter denen namentlich solche von Hornblendegestein auffallen. Aber weder hier wie da habe ich je ein Geschiebe von der Breccie in der Moräne gefunden, während solche in den Moränen, welche die Breccie zudecken, überaus häufig sind. Kommen in der Moräne der Weiherburggräben gelegentlich einzelne festere Partien vor und wird sie stellenweise an der Ostflanke der

großen Nase von fester Schottermoräne bedeckt, so ist die feste Grundmoräne im unteren Höttinger Graben mit Partien von Nagelfluhmoräne verknüpft. 30 m oberhalb des Nagelfluhriffes sehen wir am linken Bachufer über der dortigen Moränenentblößung schräg geschichtete, ziemlich feste Partien, die auf den ersten Blick wie Breccie aussehen. Nähere Untersuchung ergibt, daß sie voller gekritzter Geschiebe sind und sich nicht scharf von der liegenden Moräne abheben. Die große Rutschung am linken Bachgehänge, welche über der Moräne erst den groben Höttinger Schutt, darüber Innschotter und schließlich die obere Moräne entblößt, zeigt in der unteren Moräne eine Einlagerung von Nagelfluhmoräne, welche unregelmäßig nach Süden fällt (Ansicht 14, Taf. X).

Am oberen Ende des Moränenauftretens endlich findet ein Ineinandergreifen und ein allmählicher Übergang zwischen Moräne und Nagelfluhmoräne statt, welche auf den ersten Blick als eine weiße Breccie genommen werden kann, aber sich von den weiter talaufwärts folgenden Vorkommnissen der letzteren durch die Führung zahlreicher gekritzter Geschiebe und den moränenartigen Charakter scharf unterscheidet. Diese Nagelfluhmoräne grenzt nur undeutlich gegen den liegenden brecciösen Dolomit ab und scheint in denselben allmählich überzugehen.

Diese Ablagerung wird zuerst von August Böhm erwähnt und als Fazies der Moräne gedeutet (12, S. 158). Blaas (17, S. 63) verweilt ausführlicher bei ihr und hebt ihre große Ähnlichkeit mit der weißen Breccie hervor. Er bezeichnet sie geradezu als solche. Da nun am oberen Ende des Moränenaufschlusses die Nagelfluhmoräne stellenweise von typischer Grundmoräne überlagert wird, während sie weiter abwärts solcher auflagert; hat Blaas einen Erklärungsversuch aufgestellt, wonach unsere Moräne jünger sei als die Breccie. Dies wäre möglich, wenn die Moräne einem Lokalgletscher angehörte, welcher im Höttinger Graben herabkam, sich in einen Einschnitt der Breccie legte und hier seine Moränen teils unter sie einpreßte, teils darüber ablagerte. Aber bereits 1886 konnten wir, Blaas und ich, gelegentlich einer gemeinsamen Exkursion erkennen, daß sich die Moräne an Rauchwacke anschmiegt, die ihrerseits allmählich in eine weiße Breccie und durch diese in eine fest verbackene Moränenpartie übergeht (vgl. 27, S. 109). Offenbar hat Gürich diese Stelle im Auge, wenn er sagt, daß er am Bachriß des Höttinger Grabens die Breccie ohne jede Zwischenlagerung unmittelbar auf dem Felsen habe aufsitzen sehen (82, S. 44). Ich habe nun-

mehr auch in dem, was ich mit Blaas als weiße Breccie bezeichnete, gekritzte Geschiebe gefunden, deren Abwesenheit Blaas früher glaubte konstatieren zu können, und damit erscheinen die Widersprüche, die sich an das obere Ende der Liegendmoräne im unteren Höttinger Graben geknüpft haben, beseitigt. Es steht hier nicht Höttinger Breccie, sondern lediglich verkittete Moräne an.

Als Hangendes der Liegendmoräne erscheint auf der linken Seite des Baches nur eine kurze Strecke weit die Höttinger Breccie, dann stellt sich Höttinger Schutt auf ihr ein und begleitet sie bis zum Anstieg des Felsens am Inntalgehänge. Über ihm lagern grobe Inntalschotter, die ihrerseits von mächtiger Moräne bedeckt werden. Ein großer Aufschluß gegenüber der Abzweigung des zum Höttinger Bilde führenden Weges vom Grabenwege, den Ansicht 14, Tafel X wiedergibt, zeigt von oben nach unten:

<i>Mh</i> graue Grundmoräne mit prächtig geschrammten Geschieben	855—870 m,
<i>S</i> Inntalschotter	840—855 m,
<i>Sch</i> grober Höttinger Schutt mit riesigen abgewaschenen Blöcken der Höttinger Breccie	830—840 m,
<i>Ml</i> feste weiße Grundmoräne in den oberen Partien mit Bänken von Nagelfluhmoräne	800—830 m.

Hangendmoräne, Schotter und Höttinger Schutt senken sich an der linken Seite des unteren Höttinger Grabens, wie ich 1882 in einem Profile (11, Taf. II, Fig. 3, wiedergegeben 33, S. 67) dargestellt habe und unser Profil IV, Tafel XII erkennen läßt, gegen das Inntal. Wir können dies deutlich im Gelände verfolgen: sanft ist die Böschung der Moräne, steiler die des Schotter, am steilsten die des Schuttes. Zahlreiche Aufschlüsse in den Nebengräben gestatten, ihre Grenzen genau festzulegen. Nur auf 650 m erhebt sich der Schutt bei den letzten Häusern von Hötting, er senkt sich also mit einem Gefälle von fast 150 Promille gegen das Inntal. Diese Neigung ist die eines Schuttkegels; sie kann daher nicht überraschen. Aber auch die Sohle der Moränen senkt sich ganz ansehnlich gegen das Inntal hin; sie erhebt sich am Wege, der aus dem Höttinger Graben nach Gramartboden führt, 500 m von unserem Aufschlusse, nur auf 815 m und weitere 200 m mehr gegen das Inntal hin, nur auf 780 m. Am Terrassenabfall gegen letzteres liegt sie nur 750 m hoch. Sie hat bis dahin ein Gefälle von fast 190 Promille.

Während aber der Höttinger Schutt und die Hangendmoräne bis an den Rand der Inntalterrasse reichen, erstreckt sich der Inntalschotter nicht bis dahin. Der Terrassenrand links von der Mündung des Höttinger Grabens besteht aus sogenannten Mehlsanden, sehr feinen, staubartigen Sanden. Sie bauen sich über dem Höttinger Schutt des Grabens und über der lockeren Breccie hinter der Höttinger Kirche auf, und unweit davon, am Höttinger Steinbruchwege, erscheint unter ihnen ziemlich feste, rötlich aussehende Grundmoräne, welche Blaas in das Liegende der Mehlsande verweist (17, S. 50; 28, S. 478), während Ampferer (69, S. 118) von einer Einpressung hangender Moränen spricht. Diese 60—70 m mächtigen Mehlsande machen sich am Hange als ziemlich sterile Ablagerung, mit dichtem Sanddorn (*Hippophae*) bestanden, geltend; unweit des Plattenhofes, in 730 m Höhe, werden sie von einer dünnen Schotterlage gekrönt, welche stellenweise schräge geschichtet ist. Darüber folgt tonige Grundmoräne, deren gekritzte Geschiebe einen eigentümlich matten Glanz haben.

Die Schotter des Plattenhofes hängen nicht mit denen des Höttinger Grabens ununterbrochen zusammen. Sie werden von ihnen durch den Einschnitt geschieden, welcher den Terrassenvorsprung des Plattenhofes vom Körper der Terrasse trennt. Dieser Einschnitt bezeichnet die ungefähre Grenze der liegenden Mehlsande gegen die Schotter im Graben. Sie ist nicht bloßgelegt, verläuft aber so steil, daß hier nicht auf eine Überlagerung von Schottern über Mehlsanden, sondern an eine Ersetzung der einen durch die anderen zu folgern ist.

Ähnliches gebieten die Verhältnisse am Terrassenrande östlich vom Höttinger Graben. Schon nach wenigen hundert Metern Entfernung herrschen hier die Innschotter an Stelle der Mehlsande. Hier fallen sie bei der Schönbichler Kiesgrube flach nach SSO ein; möglicherweise wieder ein altes Delta. Unter ihnen war graue, wenig feste Moräne erschlossen: das Sommergefrier der Arbeiter; auf ihr trat etwas Wasser zutage. Sie hat nicht die rote Färbung der 30 m tiefer gelegenen Grundmoräne auf dem Brecciensockel an der Höttinger Kirche; durch ihre weit geringere Festigkeit weicht sie von den Moränenvorkommnissen im liegenden der Breccie ab. Das Gelände unterhalb der Schönbichler Kiesgrube ist feucht: es stehen hier tonige Gesteine an, ob Seetone oder Moränen ließ sich wegen mangelnder Aufschlüsse nicht entscheiden, doch habe ich an dem nach Büchsenhausen herabführenden Wege (50, S. 385, 52, S. 69) in etwa 660 m Höhe Moräne

angetroffen, die sich durch Führung von Geschieben der Breccie als eine Hangendmoräne der letzteren offenbarte. Deswegen muß es sich aber nicht, wie ich früher angenommen habe, um Hangendmoräne der Terrasse handeln¹. Vielmehr legt das nachbarliche Sommergefrier unter den Schottern des Schönbichl nahe, daß auch unsere Moräne eine Sockelmoräne der Inntalerrasse ist. Dazu stimmt, daß Blaas in ihrer Nachbarschaft unter einem alten Delta Moränen fand (vgl. S. 54), die er als Sockelmoränen deutete (17, S. 114).

Von der Schönbichler Kiesgrube führen ununterbrochene Schotterausbisse bis zum Fallbache, wo sich die verrutschte Breccie mit ihrem Moränensockel hervorhebt. Bergwärts erstrecken sich die Schotter bis nahezu 700 m Höhe, wo sie von den mächtigen Grundmoränen der Terrassenhöhe bedeckt werden. In letzteren ist in 830 m Höhe an den Wegen, die von Hötting nach Gramartboden führen, ein Schotterlager eingeschaltet; an dem von der ersten Brücke des Höttinger Grabens kommenden ist es deutlich in etwa 5 m Mächtigkeit zwischen Moränen heute noch ebenso wie 1880 (11, S. 155) erschlossen.

Wesentlich anders als die geschilderten Verhältnisse an der linken Seite des unteren Höttinger Grabens sind die auf der rechten, die Profil III, Tafel XII wiedergibt. Der Höttinger Schutt fehlt hier. Wir haben ihn weder auf der Liegendmoräne noch auf der Breccie angetroffen, auf beiden liegt vielmehr hier allenthalben Innschotter. So in einer Rutschung unmittelbar über der Stelle, wo unter der Breccie die Liegendmoräne verschwindet (Ansicht 13, Tafel X). Weiter unterhalb, wo die Breccie zwischen den beiden Brücken ziemlich jäh gegen das Inntal hin abgebrochen ist und sich lediglich als eine Wand am Bacheinschnitte fortsetzt, wird sie beiderseits des Baches unmittelbar von Innschottern überlagert; diese reichen an einer Stelle sogar bis zum Bachbette herunter. Unweit davon sind sie durch eine Rutschung bis 70 m über den Bach erschlossen. Ihre oberste Partie besteht hier aus grobem Kalkgeröll. Ampferer deutet es als Höttinger Schutt und folgert aus seiner Einschaltung in die Innschotter, daß jener lediglich eine lokale Fazies derselben sei (69, S. 117). Allein in seiner Er-

¹ Die von mir (11, S. 169) erwähnten Gletscherschliffe gehören zu diesen Sockelmoränen. Sie sind nicht mehr sichtbar. Sie lagen nicht im Dorfe Hötting, wie von mir angegeben, sondern in der benachbarten Vorstadt St. Nikolaus von Innsbruck, auf dem Dolomitriegel, den der Fallbach durchbricht.

scheinung weicht dieses Kalkgeröll doch wesentlich von dem Höttinger Schutt ab. Es ist ebenso gut gewaschen wie der Innschotter, während der Höttinger Schutt so reich an Lehmteilchen ist, daß er staubt, wie es das trockene Material von Murgängen häufig tut, und in steilen Wänden steht. Das Kalkgeröll unseres Aufschlusses sieht hingegen grau aus und bildet keine steilere Böschung als der Innschotter. Wir haben es mit einer anders gearteten Ablagerung zu tun: nicht mit der Mure eines Wildbaches, sondern mit der Einschwemmung von Material eines Höttinger Baches in die Inntalterrasse; solche Einschwemmungen müssen natürlich immer geschehen sein.

Der in Rede stehende Aufschluß liegt 300 m unterhalb der zweiten Brücke. Weitere 200 m abwärts treffen wir die Grundmoräne bereits 30 bis 40 m über dem Bache. Unter ihr liegt nur wenig Innschotter, welcher die Breccie deckt. Unterhalb der ersten Brücke fehlen gute Aufschlüsse auf der rechten Bachseite, und wir sind nicht sicher, was hier ansteht. Möglicherweise findet sich auch hier etwas Höttinger Schutt; denn er streicht an der Stirn der Terrasse am Wege, der von Hötting nach dem Planezenhofe führt, aus; ihn überlagern hier Innschotter in geringer Mächtigkeit; aus ihnen ragen zwei kleine Breccienpartien auf, von denen sich schwer entscheiden läßt, ob sie anstehen oder bloß große Blöcke sind. Die Hangendmoräne stellt sich bereits in wenig über 700 m Höhe ein. Ihr sind östlich vom Planezenhofe Schotter aufgelagert. Die Mehlsande, die an der linken Seite der Grabenmündung eine große Rolle spielen, fehlen hier; sie stellen sich indes weiter westlich am Fuße der Terrasse ein.

Die hohe Bedeutung der Gegend des unteren Höttinger Grabens für die Höttinger Breccie besteht nicht bloß im Auftreten eines neuen Vorkommnisses von deren Liegendmoränen, sondern auch darin, daß hier die jüngeren Gebilde, die bei der Weiherburg an die Stirn der Breccie angelagert und auf dem Hungerburgboden ihr aufgelagert sind, in unmittelbarer Verknüpfung auftreten. Gehen wir östlich vom Graben von Büchsenhausen über den Schönbichl nach Gramartboden, so haben wir anfänglich wie bei der Weiherburg an den Dolomit geschmiegt eine Sockelmoräne, daneben Seetone und darüber deltaähnliche geschichtete Schotter, dann folgen Innschotter und schließlich die hangenden Moränen der Terrasse. Das ist die normale Schichtfolge der Inntal-Schotterterrasse. Sie ist aber hier reicher und lehrt mehr als sonst. Da treffen wir zunächst in den

Hangendmoränen ein Schotterlager; es überzeugt uns, daß die Ablagerung der Inntalschotter bis zur Ablagerung ihrer Hangendmoränen stattfand und damit wechselte: die Bildung ihrer obersten Partie fällt daher in die Zeit des Herannahens einer Vergletscherung und muß zeitlich als frühglazial gelten. Dann sehen wir an der linken Seite des Höttinger Grabens, wie die Innschotter durch die Mehlsande ersetzt werden. Wir können hier nicht eine Periode lakustrer Bildungen und eine spätere Periode fluvialer Ablagerungen unterscheiden, sondern beide entstanden gleichzeitig nebeneinander. Dies geht auch aus ihrem Verhalten an beiden Grabenseiten hervor. Endlich haben wir im Höttinger Schutt einen alten Schuttkegel, entstanden vor Ablagerung von Seetonen und Innschottern und nach Ablagerung der Breccie. Mit den benachbarten Sockelmoränen tritt er nicht in Berührung. Doch führte uns schon früher (II, S. 243) die Tatsache, daß in ihm das erratische Material viel reichlicher ist als in der liegenden Breccie zur Mutmaßung einer zwischen seiner Ablagerung und der der Breccie erfolgten Vergletscherung. Diese Annahme erhält durch das Auftreten von gekritzten Geschieben in ihm eine gewisse Stütze; liegt doch die Sockelmoräne stellenweise, z. B. an der Höttinger Kirche, dicht neben dem Höttinger Schutte. Wir verweisen ihn deshalb in deren Hangendes und rechnen ihn zu den Gebilden der Inntal-Schotterterrasse. Fanden wir deren einzelne Glieder zwischen Weiherburg und Hungerburg der Terrasse der Höttinger Breccie teils an-, teils aufgelagert, so sehen wir sie hier insgesamt der Breccie aufgelagert. Das gilt von jedem einzelnen Gliede. Bei der Höttinger Kirche sitzt die Sockelmoräne auf Breccie, und Brecciengeschiebe in der Sockelmoräne zwischen Büchsenhausen und Schönbichl erweisen, daß auch diese Moräne jünger als die Breccie ist. Mehrfach lagert der Höttinger Schutt auf der Breccie, ebenso der Innschotter; und die Hangendmoräne greift weiter im Norden im Brandlschrofen auf die Breccie über. Was wir aber bei der Weiherburg nur mutmaßen konnten, erhebt sich hier zur Gewißheit. Die Sockelmoräne der Inntal-Schotterterrasse steigt am Abfalle der Inntal-Felsterrasse bis zu ansehnlicher Höhe empor und kommt in der Schönbichler Kiesgrube bereits so hoch zu liegen wie unfern davon die Liegendmoräne der Breccie am Ölberge.

Unsere Karte kann von diesen Verhältnissen nur eine rohe Darstellung gewähren, da wir Sockelmoräne und Seetone am Terrassenabfalle zwischen

Hötting und Fallbach nicht sicher gegeneinander abgrenzen konnten. Das wird nur für denjenigen möglich sein, welcher, in Innsbruck wohnend, die sich gelegentlich bei Hausbauten und Grabungen bietenden Aufschlüsse von Fall zu Fall untersuchen kann.

Oberer Höttinger Graben.

Von der Stelle an, wo die Liegendmoräne der Höttinger Breccie im unteren Höttinger Graben an das ältere Gestein anstößt und durch Einarbeitung in dasselbe überzugehen scheint, herrscht eine Strecke weit Fels. Er bildet am Knappeneck die Stufenmündung des oberen Höttinger Grabens. Der Bach durchbricht sie in einer kurzen Klamm dort, wo er auf die Terrasse übertritt; weiter oberhalb heißt der Graben alter Lehner. Hier sieht man bis oberhalb der Mündung des von Nordosten kommenden Roßfall Lehnens an der linken Seite Ausbisse des Werfener Schiefers, während an der rechten Grabenseite die Breccie schon 250 m weiter unterhalb erscheint. Ihre unteren Partien sind wegen reichlicher Beimengung von Brocken des Werfener Schiefers rot, die höheren bestehen lediglich aus Kalk; weiße Breccie überlagert hier rote (24, S. 143; 27, S. 108). Links des Grabens, den Blicken des unten Wandernden entzogen, krönt sie, Felswände bildend, den Brandlschrofen, an dessen Westabfall ihre Sohle 70—80 m über dem Graben in 1040 bis 1120 m Höhe ausstreicht. An der Basis dieser hoch gelegenen Breccienpartie liegt gegen den Roßfall-Lehner hin die Pflanzenfundstelle, deren reiche Flora v. Wettstein beschrieben hat. Er gab von ihr zwei Abbildungen (33, S. 482 u. Taf. I), von denen die erstere den hohen Sockel von Werfener Schiefer, auf denen die Ablagerung aufsitzt, erkennen läßt (siehe Ansicht 16, Taf. XI). Dieser Sockel erhebt sich auf etwa 1150 m Höhe, 70 m über Tal; wenig weiter östlich reicht aber die Breccie bis an den Boden des Roßfall Lehnens herab. Eine 9 m mächtige Schicht über dem Sockel hat die Pflanzenreste geliefert. Sie finden sich namentlich in zwei besonders feinkörnigen Lagen, die Stur (21, S. 54) als Kalktuff beschrieb, wodurch er die irrige Vorstellung weckte, als sei die Höttinger Breccie einer Kalksinterbildung vergleichbar (79). v. Wettstein bezeichnete sie richtiger als Sandstein. Es handelt sich um äußerst feinkörnige Breccie. Die Pflanzenreste sind nicht schichtweise eingebettet, sondern durchdringen das Gestein. Sie sind von dessen Material plötzlich umschüttet worden. Hiernach

haben wir uns vorzustellen, daß Murgänge die Vegetation begruben, und zwar in einem Winkel des Gehänges, wohin nur das feinere Material gelangte.

Auch der Sporn zwischen den beiden Hauptquellgräben des Höttinger Grabens, des Roßfall-Lehners und des Alten Lehners, hat noch einen Sockel von älterem Gestein, unten aus Werfener Schiefer, darüber aus zelliger Rauhwacke (vgl. Profil V, Taf. XII). Er steigt zwischen beiden Lehnern im Nißwalde bis 1170 m Höhe an und dacht sich gegen beide hin ab, so daß in ihnen die Breccie tiefer herabreicht als auf ihm selbst. An der linken Seite des Alten Lehners stellt sie sich schon in 1130 m ein, viel höher allerdings als an der rechten, wo wir sie schon von 1000 m Höhe an auf dem Riedel zwischen dem Alten und Jungen Lehner finden. Hiernach erscheint der hohe Gesteinssockel auf der Westseite des Brandlschrofens als Riedel zwischen zwei alten Tälern; denn im Brandlschrofen selbst reicht die Breccie sehr tief, bis 1040 m herab. Vor ihrer Ablagerung dürften zwei verschiedene Gräben nebeneinander, der eine zwischen Altem und Jungem Lehner, der andere am Südvorsprung des Brandlschrofens auf die Inntalterrasse geführt haben.

Unterhalb der Gufeln sind die untersten Partien der Breccie von auffälliger Beschaffenheit. Sie sind gänzlich ungeschichtet und bestehen aus einem regellosen Haufwerk von Blöcken, die in einer feinkörnigeren Grundmasse wirr verstreut sind. Ab und zu findet sich hier, wie von Böhm zuerst berichtet (15, S. 158), erratisches Material, gewöhnlich Gerölle von Hornblendegesteinen, sie wurden in 1150 m bis beinahe 1300 m Höhe mehrfach begegnet. Sehr selten ist auch einer der Kalkblöcke gekritzelt, kurz, das Ganze erinnert an eine Moräne. Bereits 1894 ist dies hervorgehoben worden (38, S. 66), und 1902 habe ich diese Partie der Breccie als Lokalmoräne eines alten Gletschers des Höttinger-Alp-Kessels gedeutet (50, S. 392). Seither habe ich in der Mühlauer Klamm eine ganz ähnliche Partie der Breccie (unterhalb der Quellen) kennen gelernt, ohne darin sicher glazial bearbeitetes Material zu finden, und erneute Besuche des Höttinger Grabens haben mich vergewissert, daß es auch dort recht selten ist. Ich möchte nunmehr glauben, daß diese grobblockige Fazies der Breccie die Ablagerung von Bergstürzen darstellt, mit welchen die große Trümmerablagerung eingeleitet wurde.

Aus der moränenähnlichen Breccie hebt sich unter den Gufeln eine kleine, von Ampferer und Hammer zuerst zur Darstellung gebrachte Felskuppe hervor (47, Karte), darüber bauen sich gegen das Brandjoch hin

sehr deutlich geschichtete Breccienpartien auf, welche sich mit dem Neigungswinkel von Schutthalden talwärts senken. Ähnlich wie bei Schutthalden ist auch ihre Zusammensetzung: lauter eckige, lose übereinander geschüttete Kalkstücke, nicht allzu fest verkittet und immer Lücken zwischen sich lassend. Aber dazwischen schalten sich Bänke von dichter Beschaffenheit, in denen die Kalkbrocken in einer lückenlosen Grundmasse schwimmen. Oft habe ich in solchen Bänken nach gekritzten Geschieben gesucht, so moränenähnlich sehen sie aus, aber immer vergebens. Dagegen habe ich in einer der zahlreichen Gufeln, den durch Ausbröckelung der lose geschütteten Breccie entstandenen Höhlungen, deutlich geschrammte Kalkgeschiebe gefunden, welche anzeigen, daß bei Ablagerung der Breccie bereits glazial bearbeitetes Material in der Gegend vorhanden war. Böhm hat die 1340 m hoch gelegene Stelle als Schafstall bezeichnet (15, S. 158). Sie liegt in den finstern Gufeln an der linken Seite der Pleiß Reiß, dort wo auf unserer Karte, Tafel I, das e von Gufeln steht. Die Bemerkung von Lepsius, daß in den weißen Breccien der Höttinger Alm gekritzte oder geschrammte Geschiebe nicht vorkämen (72, S. 76), ist unzutreffend.

Den Berglehnen der Höttinger Alm sich anschmiegend steigt die Haldbreccie gegen das Brandjoch und Frau Hitt sowie gegen den östlich gelegenen Sattel hoch an. Am höchsten reicht sie am Sattelwege nördlich der Höttinger Alm zwischen dem Hohen Sattel Rinner und Nachtigall Lehner empor, nämlich bis 2000 m. Südlich von Frau Hitt liegt ihr oberstes Vorkommen an der Bacheck Reiß in 1940 m Höhe. Dazwischen stößt sie an der Pleiß Reiß an einen steilen Abfall des älteren Gesteins diskordant ab, den sie ganz verhüllt, aber über den sie nicht hinwegreicht. Unsere Ansicht (10, Taf. VIII) zeigt die hier entgegentretende auffällige Diskordanz auf der linken Seite der Reiß, die auch Ampferer abgebildet hat (94, Taf. VI). Ähnlich scharf ist sie auf der rechten erschlossen. Das obere Ende der Breccie liegt hier nur in 1600 m Höhe. Weiter gegen Südwesten zeigt sich neben der Breitach Reiß eine ähnliche diskordante Anlagerung. Auch hier hebt sich eine Wand von Triaskalk hervor, an welcher die Breccie im Osten anstößt, aber es reicht die Breccie in Lappen bis über die Höhe der Wand hinweg und kann bis 1800 m Höhe verfolgt werden. Wir haben es hier mit einem großen Fenster älteren Gesteins in der Breccie zu tun. Kleinere Fenster finden sich im Brandjoch Rinner; ganz unbedeutend ist ein solches in der Bacheck Reiß. Alle diese Fenster

lassen erkennen, daß die Breccie eine sehr unebene Oberfläche überlagert. Weiter als sie reichen die Hänge der Alm, steiler und steiler werdend, zusammengesetzt aus Muschelkalk mit meist geringer Schuttüberdeckung, dann und wann etwas Moräne tragend, hier und da auch noch ein Fetzchen Breccie. Isoliert ist deren Vorkommen am Fuße der Sattelspitze, am Hohen Sattel Rinner sowie an der Achselbodenhütte. Erst in 2100 bis 2300 m. Höhe setzen die Felswände ein.

Zwischen Breitach Reiße und dem Hohen Sattel Rinner ist die Breccie in größerer Mächtigkeit erschlossen als irgendwo sonst und bildet abgestufte Felswände von über 100 m Höhe, in denen zahlreiche Höhlungen ausgebröckelt sind. Sie heißen bei der Bevölkerung »Gufeln«, und wir möchten diesen Ausdruck gern allgemein zur Bezeichnung von Höhlen verwenden, die durch Ausbröckeln weniger fester Gesteinspartien entstanden sind. Die Gufeln haben oft recht ansehnliche Maße. Die große Gufel an der Breitach Reiße, welche man deutlich vom Berge Isel aus erkennen kann, mag eine Höhe von über 12 m haben, bei einer Breite von 18 m und einer Tiefe von fast 10 m. Weniger hoch, aber kaum weniger breit ist der sogenannte Schafstall, sind zahlreiche Gufeln an der Vereinigung von Bacheck- und Pleiß Reiße, die man von der Höttinger Alm aus deutlich sieht. Keine dieser Gufeln erstreckt sich tiefer in das Gestein hinein als 10 m. Allen gemein ist die starke Neigung des Bodens nach außen, die aber gelegentlich durch große herabgebrochene Breccienstücke unterbrochen wird. Eine Rippung der Wandungen wird dadurch hervorgerufen, daß zwischen leicht ausbröckelnden Partien sich festere Gesteinslagen einschalten und als Gesimse oder Pfeiler herausgewittert sind. Dann und wann reicht auch ein rauchfangähnlicher Schlot nach oben. Einige wenige Gufeln an Felsvorsprüngen sind nach zwei Seiten hin geöffnet und erscheinen als Tore oder natürliche Brücken. Selten nur tropft Wasser von der Decke herab; nirgends rinnt ein Bach von innen heraus. Höhlungen, ausgewaschen durch unterirdische Gewässer, wie sie Rothpletz (99, S. 94) zu seiner neuesten Erklärung der Lagerungsverhältnisse im östlichen Weiherburggraben benötigt, gibt es im Bereiche der Höttinger Breccie nicht.

Sollte die Gegend von Innsbruck eine neue Vergletscherung erfahren, welche ihre Moränen im Bereiche der Verzweigungen des oberen Höttinger Grabens ablagern würde, so könnte in den Gufeln Moräne an zahlreichen Stellen unter Breccie geraten. Man kann sich leicht die dabei entstehen-

den Profile vorstellen. An den gerippten Wandungen der Gufeln würde eine Art Verzahnung zwischen Breccie und Moräne entstehen. Wo die Moräne die Gufeln völlig ausfüllt, würde über ihr eine feste Bank lagern, dem Dache der Gufeln entsprechend. Am Boden der Gufeln müßte sie zahlreiche Blöcke der Breccie einschließen. Das sind alles Dinge, die wir in den Profilen des östlichen Weiherburggrabens nicht finden, wo die Moräne die Breccie unterteuft: nirgends kennen wir hier eine Verzahnung von ausgewitterten Gesimsen und Pfeilern der Breccie mit der Moräne. Über letzterer lagert am Boden des Mittelkessels nicht feste, sondern lockere Breccie. Nirgends findet sich ein Stück Breccie in der Moräne. Vor allem aber sind die Maße der Auflagerungsflächen im Mittel- oder Quellkessel viel größer als die irgendeiner Gufel, ganz zu schweigen davon, daß wir am gesamten Terrassenabfall zwischen östlichem und westlichem Weiherburggraben auch nicht eine Stelle finden, die als Stütze eines Höhlendaches angesprochen werden könnte. So vergewissert uns das Studium der Gufeln neuerdings davon, daß in den Weiherburggräben eine normale Auflagerung der Breccie auf Moräne und nicht eine spätere Unterlagerung dieser unter jene vorliegt.

Wie nach Westen und Norden so schmiegt sich auch gegen Osten hin, in der Umgebung der Höttinger Alm, die Breccie den Geländeformen an. Sie lehnt sich an die unteren Gehängepartien des Gerschrofens, und ihre obere Grenze ist hier im Walde gar nicht leicht feststellbar. Nur an einer Stelle bricht sie gegen Osten mit einem deutlichen Absatze ab, nämlich unweit der Höttinger Almhütten (Ansicht 17, Taf. XI). Eine Breccienwand kehrt sich hier nach dem Nachtigall Lehner¹ und dessen Fortsetzung, dem Roßfall Lehner. Darunter erstreckt sich eine sanftere Böschung. An mehreren Stellen ist hier Moräne vom Habitus der Liegendmoräne der Breccie erschlossen. Wir stellen ihr Auftreten durch ein geologisches Kärtchen Fig. 4, Taf. IV dar. Der große Maßstab 1 : 5000 gestattet uns, auf demselben alle einzelnen beobachteten Vorkommnisse von Breccie, Moräne und Fels durch Schraffierungen wiederzugeben, die erkennen lassen, was auf der Karte interpoliert wurde.

Nördlich der Almhütte quillt spärliches Wasser hervor, das, in der Brunnstube gesammelt und verstärkt durch Wasser aus dem Sattel Rinner,

¹ Ich danke diesen Namen Hrn. Dr. Seeger. Der Almer nannte 1919 den Lahner Schönseitenreiße.

die Alm mit Wasser versorgt. Wenig tiefer streicht am Almwege nördlich und südlich des Brunnens zähe graue Grundmoräne mit gut gekritzten Geschieben und reichlichem zentralalpiner Materiale aus. Höher zieht sich die Breccienwand den Berg hinauf. Spärliches Wasser erscheint ferner unmittelbar unter dem Abbruche der Breccie, 160 m SSO der Almhütte im Nißwalde; unmittelbar darüber hatte 1916 ein Windbruch betonartig verkittete Moräne, wahren Tillit, erschlossen, in dem deutlich geschrammte Kalkgeschiebe sowie zentralalpine Gerölle fest eingebacken liegen. Wenige Meter darüber beißt die Breccie aus. Hier wie nördlich der Alm bekräftigen die Quellen das, was nach dem Auftreten und der Beschaffenheit der Moräne zu schließen ist, nämlich, daß sie die Liegendmoräne der Breccie ist, welche letztere über ihr, wie jedes festere Gestein auf leicht zerstörbarem Sockel, in Form einer Wand abbricht. Unter beiden Moränenvorkommnissen streicht Fels aus. Aber an diesen lehnt sich abermals Breccie. Wir treffen sie im Nachtigall Lehner dicht neben dem Felsen nördlich der Brunnstube; sie zieht sich von hier ununterbrochen abwärts bis in den Roßfall Lehner, wo sie schließlich tiefer liegt als ihr zur Rechten das Felsvorkommen unter dem »Tillit«. Ein drittes Moränenvorkommen mutmaßen wir dicht östlich der Almhütten am Abkürzungsweg. Da ist der Boden lehmig, gekritzte Geschiebe liegen umher; aber es gelang mir nicht, an der mit Unrat tief verschütteten Stelle die Moräne selbst zu erschließen. Wenig höher streicht Breccie aus und ebenso tiefer an den Schlingen des Almweges. Die Moräne der Höttinger Alm tritt zwischen zwei verschiedenen hoch gelegenen Breccienvorkommnissen zutage.

Wir erläutern dies durch drei Profile, senkrecht zum Verlaufe des Roßfall Lehnens und seiner Fortsetzung, des Nachtigall Lehnens (Taf. IV, Fig. 5). Das oberste **AA** läuft nördlich der Alm von der Breccienwand zur letzten Serpentine des Almweges. Es zeigt die Breccie über der in der Wasserstube und nahe dem Brunnen erschlossenen Moräne und darunter den Fels an der oberen Wegschleife. Wir haben also von oben nach unten die Schichtfolge: Breccie, Moräne, Fels, und an letzteren lehnt sich unten abermals Breccie. Das unterste Profil **CC** läuft südlich der Alm von der Breccienwand nach dem Roßfall Lehner. Wir sehen die Breccie über der festverkitteten, betonartig aussehenden Moräne, tiefer im Walde Fels, und dieser überragt eine niedrig gelegene Breccienpartie auf dem Riedel zwischen einer außer Gebrauch gekommenen Fortsetzung des Nachtigall Lehnens und dem Roßfall Lehner. Man hat hier

von oben nach unten wieder: Breccie, Moräne und Fels, an welcher letzteren abermals Breccie angelagert ist. Das deutet hier wie an vielen anderen Stellen auf Unebenheiten der Auflagerungsfläche der Breccie. Sie erfüllt am Nachtigall Lehner sowie zwischen dessen Fortsetzung und dem Roßfall Lehner ein altes, bis auf den Felsen herab eingeschnittenes Tal, daneben breitet sie sich über einen Riedel, der jenes von einem Nachbartale trennt. Das dritte Profil **BB**, dicht oberhalb der Alm gezogen, zeigt von oben nach unten nebeneinander: Breccie, Moräne. Breccie. Man könnte meinen, daß hier eine Partie der Hangendmoräne der Breccie ein in letztere eingeschnittenes Tal ausfülle; aber dem widerspricht die Beschaffenheit der Moräne. Sie weicht gänzlich von der Hangendmoräne der Breccie ab, die wir unweit von ihr in der großen Grube hinter der Höttinger Alm aufgeschlossen finden. Da lagert loser Schutt, vornehmlich aus Breccienbrocken bestehend, denen einzelne Geschiebe von Kalk und zentralalpinen Gesteinen, einige gekritzelt, beigemenget sind. Wir haben es hingegen mit zäher Grundmoräne zu tun, in der wir nicht einen Breccienbrocken fanden, und die in ihrem Habitus der Liegendmoräne der Weiherburggräben gleicht. Dem widerspricht ferner das Auftreten von Quellen an der Grenze von Breccie und Moräne an der Brunnenstube. Man könnte auch meinen, daß eine Moräneneinschaltung in der Breccie vorläge; aber dem widerspricht, daß sich weiter oberhalb und unterhalb als Liegendes der Moräne Fels einstellt, der ebenfalls höher liegt als die östlich befindliche Breccie und doch entschieden älter ist. Dazu kommt, daß die Breccie an den Serpentin des Almweges stellenweise ziemlich reich an Geröllen kristallinischer Gesteine ist. Dieses erratische Material deutet auf die Nachbarschaft einer älteren Moräne.

All dies überzeugt uns, daß die Moräne nördlich und östlich der Höttinger Alm die Liegendmoräne der Breccie ist. Sie bildet in letzterer eine ähnliche Aufragung wie weiter unterhalb und oberhalb, nur daß hier der Sockel älteren Gesteins nicht zum Vorschein kommt. Ampferer kennt dies Vorkommen nicht. Er berichtet jedoch, unter der Breccie am Almwege eine Lage von Gehängeschutt mit einzelnen zentralalpinen Geröllen gefunden zu haben (65, S. 763). Wenn wir in dem von ihm mitgeteilten Profil an Stelle des von ihm angegebenen losen Schuttes Moräne einsetzen, so steht es mit unseren Beobachtungen in völligem Einklang.

Schmiegt sich im Bereich der Höttinger Alm die Breccie in eine Falte des Inntalgehänges, so tritt sie weiter östlich an dasselbe unmittelbar heran

und bricht am Gerschrofen (1823 m) hoch über Tal in einer steilen Wand zwischen 1620 und 1650 m Höhe ab (Profil V, Taf. XII). Tiefer setzt sie allerdings wieder ein; nordöstlich der Unbrückler Alm ragen aus einer Waldblöße des Gehänges Breccienwände zwischen 1240 und 1270 m Höhe heraus. Auch am Brandlschrofen fällt die Breccie wandartig zwischen 1040 und 1100 m Höhe gegen das Inntal ab, und dessen Terrasse wird bei der Hungerburg von einem Steilrand der Breccie zwischen 760 und 860 m Höhe gekrönt. Hiernach könnte es scheinen, als ob wir drei Breccienterrassen im Inntale hätten, die je um 300—400 m voneinander abstehen. Aber dicht daneben schlagen sich Brücken zwischen den verschieden hoch gelegenen Vorkommnissen. Ununterbrochen verfolgen wir vom Brandlschrofen die Breccie herauf in das Bereich der Höttinger Alm und hier am Sattelwege bis 2000 m. Es hängen also die Vorkommnisse der oberen und mittleren Stufe zusammen. Östlich vom Gerschrofen ferner breitet sich Breccie über die sanften Gehänge unter dem Hafelekar bis über 1800 m hinauf, während wir sie im Taubentale bis 1300, im Ochsentale bis 1200 m und im Brunntale bis zur Inntalterrasse verfolgen. Hier ist sie südlich der Arzler Alm und weiterhin durch den Arzler Alm Graben erschlossen. Endlich legt die Mühlauer Klamm die Breccie von der Terrasse bis 1600 und 1700 m herauf bloß, also bis in die Höhe von Gerschrofen und Höttinger Alm. Eine ähnliche Sonderung in Terrassen, wie sie die Schotter des Alpenvorlandes aufweisen, zeigen die Vorkommnisse der Höttinger Breccie bei Innsbruck nicht. Wo sie voneinander getrennt sind, erscheinen sie als Überreste eines früher viel ausgedehnter gewesen Breccienmantels der Gegend. Seit Ablagerung der Breccie muß besonders östlich des Höttinger Grabens eine sehr bedeutende Erosion des Inntalgehänges stattgefunden haben, durch welche hier, wie Profil V, Taf. XII lehrt, die früher von der Solsteinkette ins Inntal herabhängende Breccie in eine obere, eine mittlere und eine untere Partie getrennt worden ist. Abgestutzt worden ist ferner die Fortsetzung der Breccie ins Inntal hinein. Ihr Abfall in der Inntalterrasse ist allenthalben ein Erosionsrand, über den sie einst hinausgeragt haben muß. Denken wir uns das Oberflächengefälle der Breccie in der Mühlauer Klamm fortgesetzt, so würden wir die Sohle des Inntals etwa 1.5 km vom Klammausgang erreichen. Aber wir haben keinen Anhalt dafür, daß das Inntal zur Zeit der Breccienbildung so tief gewesen sei wie heute, da wir kein Breccienvorkommnis tiefer als 635 m kennen (vgl. S. 86). Abgeschnitten ist die Breccie

auch gelegentlich gegen aufwärts. Wir haben nicht jene Stellen im Auge, wo sie am Fuße von Felswänden einsetzt wie an der Pleiß Reiße, sondern wo sie von ihrem Hintergehänge getrennt ist, wie am Gerschrofen (Profil V, Taf. XII). Zwischen ihrem dortigen höchsten Ausbiß (1900 m) und der Seegrubenspitz schalten sich die Seegruben, ein echtes Kar, ein, das nach außen durch einen Felsriegel abgeschlossen ist. Dies Kar ist also jünger als die Breccie.

Das Fallen der Breccie ist um so steiler, je höher sie liegt. Die oberen Partien im Höttinger Graben fallen steil wie Schutthalden; gleiches gilt von der obersten Breccienpartie am Gerschrofen. Talwärts nimmt das Fallen ab. Schon im Bereiche des Inntalgehänges sieht man Wände mit flacherer Bankung, so die am Roßfall Lehner, am Brandlschrofen und südlich vom Gerschrofen. Aber man muß sich hüten, die flachere Bankung ohne weiteres für horizontale Lagerung zu nehmen. Verläuft die Wand gerade im Streichen der Bänke, so täuscht sie horizontale Lagerung vor, selbst wenn letztere ansehnlich geneigt sein sollte. Noch ist das Gefälle der Breccienbänke in den oberen Partien des Inntalgehänges nicht im einzelnen festgestellt. Tatsache ist nur, daß es sich nicht einheitlich nach Südosten hin richtet, sondern sich den Falten des Talgehänges anschmiegt und dementsprechend von Ort zu Ort sehr wechselt. Davon kann man sich namentlich im oberen Höttinger Graben vergewissern, wo unter dem Brandjoch südöstliches, unter dem Gerschrofen im Roßfall Lehner südwestliches Fallen herrscht. Ähnliches gilt vom Mühlauer Graben. Hier hat die Breccie im Bereiche der Arzler Reiße die Anordnung verschiedener, recht steiler Schuttkegel, die, vor dem Ausgang der einzelnen Schluchten des höheren Gebirges gelegen, in letztere stellenweise hineingewachsen sind. Unsere Profile V und VI auf Taf. XII, welche geradlinig gezogen sind, ergeben daher vielfach Änderungen in der Lagerung der Breccie.

Lahner.

Ein tiefgreifender Unterschied besteht zwischen dem oberen Höttinger Graben und dem unteren. Wassererosion hat letzteren eingeschnitten. Der erstere ist mitsamt allen seinen Verzweigungen Lawinenbahn. Lawinen haben ihn ausgestaltet und gestalten ihn weiter fort. Das rinnende Wasser spielt bei seiner Formung nur eine äußerst geringe Rolle. Es ist spärlich im Bereiche des Kalkbodens der Höttinger Alm und der benachbarten Ge-

hängestücke. Nur in der Pleiß Reiß fließt regelmäßig Wasser und bewirkt einen kleinen Einschnitt. Der Volksmund nennt unsere Lawinenbahnen Lahner oder Lähner, bei Innsbruck Lehner oder Rinner, und bei stärkerer Schutterfüllung Reißer. Am besten nennen wir sie Lahner nach dem deutschen Worte für Lawine, und bringen damit ihren Unterschied von den Tobeln und Gräben des Gebirges zum Ausdruck.

Selbst im unteren Höttinger Graben liegen häufig im Frühjahr bis zur Linie Höttinger Bild-Gramartboden Reste von Lawinen, die im alten und jungen Lehner herabgekommen sind. Bis dahin ist der Graben breit. Der Bach fließt am Boden einer flachen, hohlzylindrischen Einbiegung; erst weiter unterhalb beginnt der schmale, enge Einschnitt. Der wie ein flacher Hohlzylinder gekrümmte Boden ist bezeichnend für alle Lahner im Bereiche des oberen Höttinger und Mühlauer Grabens sowie für die dazwischen befindlichen: Taubental, Ochsental, Wurmtal. Meist ist er nur dürrftig mit niederem Rasen bewachsen, oft ganz nackt, wie z. B. der lange Lehner und sein oberer Teil, der Brandjochrinner. Weithin verfolgt man auf ihm lange Furchen, die die herabkommenden Lawinen eingerissen haben, und eine Überstreuung mit meist eckigem Schutt, welchen der Schnee herbeigebracht hat. Nicht selten liegt der Fels bloß am Boden. Wo dies der Fall ist, hat er gerundete Formen, möge er aus Breccie oder Kalk bestehen. Häufig auch trägt er deutliche Schrammen, wie wir solche schon aus der Mühlauer Klamm erwähnten; sie gleichen den Gletscherschliffen auf anstehendem Fels und sind im Handstücke nicht von ihm zu unterscheiden. Aber ihre Richtung ist eine andere als die des Inngletschers: letztere folgt dem Inntale, sie dem Lahner. Früh im Jahre, wenn die Lawinen eben geschmolzen sind, sieht man auch häufig einzelne Steine des Lahnerbodens geschrammt und eingedrückt wie Pflastersteine eines festen Straßenbodens. Später im Jahre werden sie gewöhnlich vom Vieh ausgetreten, und ihre parallelen Schrammen gehen verloren. Auch die Hänge der Lahner sind bis zu einer gewissen Höhe hinauf nackt, dann erst setzt in den tieferen Partien Buschwerk ein. Sein Saum ist häufig geknickt und zerfetzt von den vorbeilaufenden Schneemassen, die sich unten am Ende des Lahners schichtweise anhäufen, wenn sie nicht außergewöhnlich weit reichen und in den Wald eindringen. Das war im Frühjahr 1914 geschehen. Die Lawinen des Ochsentales und namentlich des Brunnentales bei der Arzler Alm, jene des Grabens nördlich vom Purenhofe hatten

die Bäume förmlich niedergemäht. Die oberen Partien der Lahner haben meist felsige Wände; an einigen, wie z. B. dem rechten Seitengraben des Taubentales, streicht die Breccie als zusammenhängende Wand aus mit den charakteristischen Formen der Wandverwitterung, welche für die Breccie bezeichnend ist.

Viele Lahner haben ein unausgeglichenes Gefälle. Zwischen dem Brandjochrinner und dem jungen Lehner schaltet sich eine felsige Stufe mit rundlichen Oberflächenformen ein. Ähnliche Felsstufen durchsetzen den Lahner westlich der Arzler Alm. Mehrere Breccienstufen queren den Roßfall Lehner. Im Bereich der Gufeln haben die Bacheck- und Pleiß Reiß hohe Stufen, ebenso die Lahner des Mühlauer Grabens dort, wo sie sich zum Graben vereinigen. Hier liegt die Stufe im Bereiche der Quellen. Aber nicht so ist es bei den Gufeln. Hier mündet in hoher Stufe die hohe Sattel Reiß in den alten Lahner. An ihrem Fuße rollte im März 1886 dicht neben mir eine Lawine zu Tal.

Ansehnlich ist die von den Lawinen bewegte Schuttmasse. Sie wird im Frühjahr sichtbar, wenn der Schnee schmilzt: da überdeckt er sich mit den austauenden Gesteinsbrocken, die er herabgeführt hat, und mit zahlreichen Zweigresten und Zapfen des Krummholzes der größeren Höhen, die man dann in 900—1000 m Höhe in großen Mengen sammeln kann. Ist die Lawine ganz abgeschmolzen, so bildet der herabgeführte Schutt gewöhnlich nur eine dünne Überstreuung des flachgekrümmten Lahnerbodens. Zu ansehnlicheren Ansammlungen kommt es nur an den Stellen, die regelmäßig von Lawinen erreicht werden, so an der Vereinigung des Roßfall Lehnens mit dem alten Lehner. Wahre Dämme begrenzen hier die Bahnen beider Lawinen, scharen sich mit konvexer Krümmung aneinander und lassen einen toten Winkel zwischen sich.

Nur ein einziger Lahner ist in seiner ganzen Ausdehnung von Schutt eingenommen: das ist die Arzler Reiß. Auch sonst ist das Auftreten des jüngsten Schuttes in unserem Gebiete ziemlich gering. Junge Schutthalden sind am Fuße der Felswände in der Umgebung der Höttinger Alm nur spärlich entwickelt. Am bedeutendsten sind sie in der Seegrube; aber wirklich großen Umfang erreichen sie erst in den Karen auf der Nordseite des Gebirges. Nicht im entferntesten reicht die heutige Schuttbildung an die der Höttinger Breccie heran.

Westlich vom Höttinger Graben.

Westlich vom Höttinger Graben verliert die Inntalterrasse rasch an Breite und wird durch zahlreiche Furchen in parallele Riedel aufgelöst, die aus lockerem Material bestehen. Bis in die Gegend des Schlotthofes setzt sich an ihrer Stirn der Ausbiß von Innschottern fort, den wir bereits an der Mündung des Höttinger Grabens kennen gelernt haben. Unter ihm stellen sich ausgedehnte Ablagerungen von Mehlsand und Bänderton ein; darauf sitzt von rund 700 m Höhe an Grundmoräne. Wie im Höttinger Graben reicht auch westlich von ihm im Innern der Terrasse der Innschotter höher als am Rande. Im Tälchen, das vom Schlotthofe zum Hofwald führt, ist er bis 810 m nachweisbar. Hier auch findet sich in 740 m Höhe am Wege zum Planezenhofe ein schon von Pichler entdeckter kleiner Ausbiß lockerer roter Breccie unter mächtiger Grundmoräne. Es erinnert an die Breccie unweit der Höttinger Kirche. Ein zweites Breccienvorkommnis wird zuerst auf der Karte von Ampferer und Hammer (47) und dann auf der Geologischen Spezialkarte (91) weiter nordwestlich im Hofwalde angegeben. Es liegt in den oberen Verzweigungen des Grabens, der sich von Höhenzahl 849 m südwärts zieht, in 790—830 m Höhe. Hier steht flach geschichtete weiße Breccie mit nicht wenig kristallinen Geschieben an. Sie ist ziemlich fest; Spuren von Bohrlöchern deuten auf Versuche, sie praktisch zu verwerten. Über ihr streichen Innschotter aus. Weiter gegen Westen wird der ganze Abfall der Terrasse von Moräne überkleidet, die östlich der Allerheiligenhöfe mehrfach bis zur Talsohle herab erschlossen ist (Profil II, Taf. XII). Unter ihr hebt sich im Innern der Terrasse Innschotter bis zu ansehnlicher Höhe empor. Am Wege, der über das Fuchseck zur Ochsenhütte (Rauschenbrunn) führt, stellt er sich in 760 m Höhe ein und reicht bis 800 m hinauf. Seine obersten Partien sind zu ziemlich fester Nagelfluh verkittet, die am Fuchseck kleine Felspartien bildet. Darüber breitet sich wieder Moräne, die sich dem Talgehänge anschmiegt. Südlich vom Fuchseck wurde früher am Fuße der Terrasse (nördlich der Haltestelle Allerheiligenhöfe) Bänderton ausgebeutet, dessen Blaas (17; S. 50; 30, S. 43) gedenkt. Jetzt ist die Grube ganz verfallen. An ihrer Ostseite hat sich noch ein Ausbiß von Moräne erhalten, die den Ton überdeckt. Wir haben also die übliche Folge: unten Ton, höher Schotter unter hangenden Moränen.

Im Tälchen westlich vom Fuchseck erscheint dicht neben der erwähnten Nagelfluh in geringerer Höhe, nämlich zwischen 735 und 780 m, ziemlich feste, steil gegen das Inntal hin fallende weiße Breccie. Sie gehört einer Reihe von Vorkommnissen an, welche sich in der Nähe der Allerheiligenhöfe um die Mündung des aus dem Durrach- und Achselwalde kommenden Höllentalgrabens gruppieren. Pichler entdeckte sie westlich der Allerheiligenhöfe (5). Blaas beschrieb sie näher (17, S. 51; 30, S. 43). Ampferer gedenkt ihrer bei Beschreibung der Inntalerrasse sehr kurz (57, S. 115), kommt aber in seiner Arbeit über Gehängebreccien (65) nicht auf sie zurück. Auf der von ihm mit Hammer aufgenommenen geologischen Karte des südlichen Karwendelgebirges (47) wird sie als Höttinger Breccie verzeichnet; aber auf Blatt Innsbruck der Geologischen Spezialkarte (91) ist sie nicht angegeben.

Am tiefsten reicht Breccie westlich der Allerheiligenhöfe im Einschnitte der Mittenwaldbahn bei Kilometer 4.2 (Profil I, Taf. XII). Er erschließt Breccie, aus eckigem Kalkschutt bestehend, dem zahlreiche Urgebirgsgerölle sowie auch nicht selten gekritzte Geschiebe beigemischt sind; sie fällt ausgesprochen gegen das Inntal hin und endet hier in 635 m Höhe, 55 m über dem Fluß. Über diese Breccie breitet sich gegen Behrs Kalkwerk (östlich vom Ötztalerhof) Grundmoräne, gegen die sie sich zwar scharf abhebt, unter welcher sie jedoch keine geschrammte Oberfläche aufweist. Gegen den nördlich gelegenen Steinbruch hin kommen unter der Breccie Quellen zum Vorschein, und unweit davon sieht man im Steinbruch unterhalb der oberen Breccienbänke feste, betonartige Grundmoräne, welche die unter ihr befindlichen, in der Talrichtung laufenden Gletscherschliffe genau abformt. Weitere Vorkommnisse erschließt der Weg von der Eisenbahnhaltestelle nach dem Kerschbuchhofe in 720—730 m Höhe. Ihre unteren Partien wechsellagern mit Grundmoräne. Tiefer streicht sehr alt aussehende, in einer Wand stehende Grundmoräne aus (715 m); noch tiefer liegt Fels. Das Hangende der Breccie ist auch hier jüngere Moräne. Ansehnlicher ist das zuerst erwähnte Breccienvorkommen westlich vom Fuchseck und ein zweites im Tälchen weiter westwärts in geringerer Höhe (715—735 m). Hier wie da bildet die Breccie Felswände, die lebhaft an die der Höttinger Breccie erinnern. Gekritztes Material scheint hier in ihr zu fehlen. Die Schichtung ist hier allenthalben schräge, deltaähnlich, so wie die der tiefsten Breccienpartien am Ausgange der Mühlauer Schlucht.

Blaas hebt die Ähnlichkeit der Breccie von den Allerheiligenhöfen mit der Höttinger hervor und bezeichnet sie auf seinen Karten der Umgebung von Innsbruck als solche (17. 30). Aber er bemerkt zugleich, daß sie viel mehr Urgebirgsgerölle führe, und daß er auch wiederholt in ihr gekritzte Geschiebe gefunden habe. Mit Recht deutet er sie als einen alten verfestigten Schuttkegel, den er in das Liegende der Terrassenschotter verweist. Das ist auch die Ansicht Ampferers (57, S. 115). Unsere Beobachtungen westlich vom Fuchseck stehen hiermit im Einklang, und stratigraphisch müssen wir der Breccie bei den Allerheiligenhöfen dieselbe Stellung zuschreiben wie der Höttinger Breccie. Sie liegt einer Moräne auf und gehört an die Basis moränenbedeckter Schotter der Inntalerrasse. In ihren unteren Partien allerdings, die mit Moräne wechsellagern, erinnert sie sehr an die Moränen-Nagelfluh, die wir im Höttinger Graben kennen gelernt haben, und mag dieser entsprechen. Aber die höheren Partien sind echte Breccie. Solche kommt auch weiter oberhalb im Gebiete des Höllenbachtals vor. Sie bildet ein kleines Nest im Achselwalde nord-nordwestlich vom Achselkopfe, und eine ausgedehntere Partie am Jagdhaus Aschbach krönt den Riedel zwischen dem zur Kranewitter Klamm führenden Lang Lehner und dem Rinner, der sich vom Schneekare zum Höllenbachgraben zieht. Bis 1560 m Höhe ansteigend, zeigt sie ein altes, vom Brandjoche zum Inntale herabziehendes Tal an, an dessen Boden sie in 1400 m Höhe beim Jägerhause Klammegg gegen das Inntal hin abbricht. Jedenfalls handelt es sich um eine Bildung, welche erheblich älter ist als die herrschenden Moränen der Gegend; denn gut geschliffene Geschiebe unserer Breccie fanden wir in den tiefer gelegenen Moränen beim Kalkwerke am Ötztalerhof.

Am Inntal legen sich vor den Ausbiß der Allerheiligen Breccie zwischen der Haltestelle Allerheiligenhöfe und dem Ötztalerhofe auffällig steile Hügel, die den Fluß um 60 m überragen. Der östliche ist der Galgenbühl (640 m). An seinem Abfall befinden sich große Schottergruben. Sie gewinnen unregelmäßig geschichteten, fast ausschließlich aus Kalk bestehenden, an kristallinem Material armen Schotter, dessen untere Partien in Moräne allmählich übergehen und große schön gekritzte Geschiebe, auch von der Allerheiligenhöfe-Breccie enthalten. Die Schichtung schmiegt sich der Form der Hügel nicht an. Letztere sind aus einer zusammenhängend gewesenen Ablagerung herausgeschnitten und nicht das Ergebnis einzelner Aufschüttungen. Scharf

sondert sich unsere Ablagerung von den benachbarten Moränen, die sich von der Terrassenhöhe herabziehen, einmal durch ihre ausgesprochene Ablagerung und dann durch ihr Material. Nach Westen hin verfolgen wir ihre Ausläufer bis nahe an den Harter Hof am Fuße der mächtigen Aufschüttung, auf welcher der Kerschbuchhof steht. Nach Osten hin endet sie in einem schmalen Rücken von Kalkgeröll südöstlich der Haltestelle der Eisenbahn.

Weiter gegen Innsbruck hin stellt sich am Fuße der Inntalerrasse der Rücken des Sandbühl (669 m) ein. Er besteht aus sehr grobem Innschotter, welcher unweit der Kapelle beim Großen Gott in mehreren Gruben ausgebeutet wird. Sie zeigen deutlich, daß der Schotter allenthalben gegen das benachbarte Talgehänge hin fällt; dies hat bereits Blaas bemerkt (31, S. 29; 46, S. 13). Er hat zugleich darauf hingewiesen, daß das Material zum guten Teil von der rechten Flanke des Inntales aus dem Sellraintale stammt. Aber $\frac{1}{4}$ der großen und etwa $\frac{1}{3}$ der kleinen Gerölle besteht aus Kalk. Blaas erhielt den Eindruck, als ob es sich hier um die Fußregion eines gewaltigen, größtenteils verschwundenen Schuttkegels aus dem Sellraintal handele. Daß ein Schuttkegel gänzlich bis auf die Fußregion verschwunden sein sollte, ist nicht einleuchtend. Man braucht ihn aber auch nicht anzunehmen, um das Auftreten unserer Schotter zu erklären. Es genügt, sich vorzustellen, daß Eismassen des Sellraintales sich in das Inntal ergossen und sich hier mit Schottern umlagerten, die in der Art eines steilen Übergangskegels aufgeschüttet wurden; dies würde die Wallform ihres Auftretens verständlich machen. Eismassen des Sellraintales konnten sich beim Rückzuge der letzten Vergletscherung im Inntale breit machen, als sie nicht mehr von den Eismassen des Ötztales, Pitztale und oberen Inntales an die Seite gedrängt wurden. Wir fassen also die Schotterablagerung des Sandbühls beim Großen Gott als eine Schottermoräne auf, entstanden während des Rückzuges des Inn-gletschers, als das Haupttal nicht mehr von seinem eigenen Gletscher erfüllt, sondern gerade noch von dem des Nachbartales erreicht wurde.

Wir haben im Inntal oberhalb Innsbruck am Fuße der Terrasse zwei verschiedene Moränenablagerungen, die eine gebildet von einem aus den südlich gelegenen Zentralalpen kommenden Gletscher, die andere von einem aus den nördlich gelegenen Kalkalpen gespeisten Gletscher. Der Inntalgletscher selbst war geschwunden. Statt seiner machten sich, als das Eis schwand, die Gletscher aus den Nebentälern breit. Das stärkere Eis aus den Zentralalpen drückte das schwächere kalkalpine hart ans Talgehänge heran.

Vor dem Schotterwalle des Sandbühls liegt eine ausgedehnte Schotterfläche, deren Höhe sich wie ein Schuttkegel gegen die Talsohle senkt, aber schließlich gegen letztere terrassenähnlich abbricht. Große Schottergruben erschließen sie westlich der Vorstadt Mariahilf und legen 20—30 m groben Innschotter bloß, dessen Schichten sich sanft gegen das Inntal hin senken. Eingestreut sind zahlreiche größere und kleinere gekritzte Geschiebe, oben mehr als unten, und in einer Lage sind die Schotter einer lockeren Grundmoräne recht ähnlich. Wir haben eine fluvioglaziale Bildung am Fuße der Terrasse vor uns, welche vom Ausbisse der Mehlsande des Terrassensockels überragt wird. Sichtlich ist sie jenem vorgelagert und stellt eine jüngere fluvioglaziale Aufschüttung spätglazialen Alters dar. Ihre Fortsetzung erblicken wir in der Schotterterrasse des Höttinger Ried, die sich bis in die Vorstadt St. Nikolaus vor den Abfall der großen Inntalterrasse legt. Ihr gehören auch die schon oben (S. 54) erwähnten Schotter von Büchsenhausen an. Abweichend von ihrem Material ist das der großen Kiesgrube zwischen der Höttinger Gasse und dem Höttinger Bache in der Vorstadt Mariahilf. Hier liegt grobes Geröll, reich an Blöcken der Höttinger Breccie, wenig gut gerollt und weniger sauber gewaschen. Hier dürfte das Material des Schuttkegels vom Höttinger Bach vorliegen, das auf unsere Terrasse geschüttet ist.

Von wesentlich anderer Zusammensetzung sind die Schotteranhäufungen an der Mündung der Kranewitter Klamm, welche den Kerschbuchhof tragen. Sie bestehen fast ausschließlich aus wenig gerollten Kalkstücken und enthalten dann und wann gekritzte Geschiebe. Die Mächtigkeit ist sehr bedeutend, an 100 m. Der Tunnel der Mittenwaldbahn führt dicht neben dem Kerschbuchhof (797 m) in kaum 700 m Höhe lediglich durch Schotter, welcher sowohl gegen das Inntal wie auch gegen den Kranewitter Bach steil abbricht. Westlich vom letzteren fehlt eine entsprechende Bildung. Wir deuten die Ablagerung als Aufschüttung zwischen dem schwindenden Eise und dem Talgehänge, bewirkt durch den Kranewitter Bach. Eingestreuete gekritzte Geschiebe machen den fluvioglazialen Ursprung sicher. Nördlich vom Kerschbuchhofe, dort, wo der Stangenweg in die Kranewitter Klamm abbiegt, hebt sich Moräne hervor. Wir erblicken in ihr die Fortsetzung der Kalkmoräne bei den Allerheiligenhöfen, die 1 km weiter östlich 160 m tiefer liegt. Es handelt sich also um die Bildung an der linken Flanke des sich zurückziehenden Inngletschers und nicht, wie Ampferer

meint (57, S. 115), um die Ablagerung eines am Kranewitter Bache herabgekommenen Gletschers der Kalkalpen, den er in das Gschnitzstadium versetzte. Neben der glazialen Randbildung des Kerschbuchhofes erstreckt sich in stattlicher Breite der postglaziale Schuttkegel des Kranewitter Baches

Ergebnisse.

I. Die Breccie.

Unsere Untersuchung des nördlichen Talgehänges bei Innsbruck hat uns die Höttinger Breccie als eine einheitliche Bildung kennen gelehrt. Zwar ist sie petrographisch von ziemlich wechselnder Zusammensetzung. Wir haben insbesondere eine rote und eine weiße Varietät unterscheiden können. Die erstere erhält durch das Material des Werfener Schiefers ihre bezeichnende Färbung, welche der anderen fehlt. Diese ihrerseits erhält ihren Charakter durch Triaskalke (nicht jurassische, wie Obermaier (87) angibt), und zwar insbesondere durch Wettersteinkalk, der nirgends zu fehlen scheint. Beide Varietäten sondern sich räumlich nicht streng voneinander, sondern greifen ineinander ein, dermaßen, daß wir in der roten Breccie Bänke von weißer, und umgekehrt in dieser Lagen von roter Breccie finden. An der Stirn der Inntalerrasse vollzieht sich durch diese gegenseitigen Einschaltungen ein allmählicher Übergang von der typischen roten Breccie in Mayrs Steinbruch zur typischen weißen an der Mündung des Mühlauer Grabens. Neben beiden Hauptvarietäten der Breccie haben wir noch einige andere kennen gelernt: an der Mündung des Arzler Alm-Grabens eine solche vornehmlich aus Dolomitbrocken bestehend, im Mühlauer Graben Lagen zusammengesetzt aus Material der Raibler Schiefer. Endlich haben wir erkannt, daß auch die Tone des Ölberges nichts anderes sind als eine Fazies der Breccie. Es ist eben die Höttinger Breccie eine Gehängebildung des Inntales. Jedes einzelne der dort auftretenden Gesteine hat seinen Beitrag zu ihrem Aufbau geliefert. Sie wechselt daher ihren Charakter von Ort zu Ort, und wenn ihre obere Partie weiß, die untere entweder weiß oder rot ist, so hängt dies damit zusammen, daß sich die Werfener Schiefer am Inntalgehänge auf die tieferen, unter 1200—1300 m Höhe gelegenen Regionen beschränken. In größerer Höhe fehlt mit ihnen bei Innsbruck die Möglichkeit, daß sich rote Materialien den Gehängebildungen beigesellen. Lediglich die allerhöchste Breccienpartie am Sattelwege oberhalb der Höttinger Alm sieht wieder licht

rötlich aus. Wechselnd wie das Material ist das Korn der Ablagerung. Stellenweise besteht sie aus sehr grobem, meist aus mittelkörnigem Schutt, oben gibt es manchmal feinkörnige Partien und unten lehmig-tonige Einschaltungen.

Wie sich petrographisch die Höttinger Breccie als ein einheitliches Ganzes erweist, so ist sie es auch geologisch. Wir können nicht obere Breccienpartien von den unteren trennen: sie hängen miteinander zusammen, und wenn da und dort Lücken sind, so daß wir am Inntalgehänge an einer Stelle drei Breccienausstriche finden, so ist dies die Folge nachträglicher Erosion, welche einen früher zusammenhängenden Breccienmantel mehrfach durchlöchert hat. In den oberen Gehängepartien ist die Breccie durchweg steil geneigt; sie erscheint hier als Schutthalde und senkt sich ebenso steil wie die Schuttreißen am heutigen Gehänge. Unten lagert sie flacher, so wie das Material eines Schwemmkegels oder Murfächers. Sie fällt daher nicht bloß inntalwärts, wie im Mühlauer Graben und am Hungerburgseehofe, sondern stellenweise auch inaufwärts, wie z. B. in Mayrs Steinbruch. Daß sie da und dort horizontale Schichtung demjenigen vortäuschen kann, der sie nur vom Streichen sieht, ist klar. Die Ostwand von Mayrs Steinbruch ist in dieser Hinsicht ein lehrreiches Beispiel. Lepsius hat offenbar sie im Auge, wenn er von horizontaler Schichtung in Mayrs Steinbruch spricht (92, S. 1124). Daß man ferner in kleinen Aufschlüssen des schwachen Fallens der unteren Breccienpartien vielfach nicht gewahr wird, ist ebenfalls klar — haben wir es doch nirgends mit solch deutlichen Schichtflächen zu tun wie in marinen Sedimentgesteinen. Wir müssen die Höttinger Breccie nach der Art ihres Auftretens nach wie vor (50, S. 390) als den Überrest einer großartigen Verschüttung des Inntalgehanges auffassen.

Schuttbildung kann an derselben Stelle natürlich zu verschiedenen Zeiten vorkommen — wie Lepsius (72, S. 75) richtig bemerkt hat —, und es ist auch am nördlichen Talgehänge bei Innsbruck in der Tat zu wiederholten Malen zu Gehängeschuttbildungen gekommen. Wir haben außer der Höttinger Breccie hier noch den Höttinger Schutt; wir haben die Breccie des Weierburgdeltas; wir haben endlich hoch oben am Gehänge noch heute sich fortbildende Schutthalden, die sogenannten »Reißen«, die allerdings denen der Nordseite des Gebirges weit nachstehen. Aber nicht bloß können wir alle diese Schuttablagerungen schon durch den geringeren Grad ihrer Verfestigung von der Höttinger Breccie unterscheiden, sie erweisen sich

auch samt und sonders als jünger, weil sie Fragmente von ihr führen. Allerdings kann man bei einzelnen Vorkommnissen anfänglich im Zweifel sein, ob die Höttinger Breccie oder eines der anderen Gesteine vorliegt. Aber eingehende Untersuchung hat in allen Fällen solche Zweifel beseitigt. Ferner werden verkittete Partien in den Liegendmoränen des unteren Höttinger Grabens der Höttinger Breccie gelegentlich sehr ähnlich und sind für solche angesehen worden. Aber auch hier führte die nähere Untersuchung zur Klärung, zur vollen Aufhellung der Moränennatur. Sie führen nicht bloß akzessorisch, wie da und dort die Höttinger Breccie, sondern regelmäßig gekritztes Material. Es ist nicht jede Breccie am Talgehänge nördlich von Innsbruck ohne weiteres als Höttinger Breccie anzusprechen. Man muß jedes Vorkommnis einzeln in bezug auf seinen Zusammenhang näher untersuchen und kann dann erst eine sichere Diagnose stellen. Eine solche ist uns lediglich für eine Ablagerung nicht möglich gewesen, nämlich die »wilde Breccie« im östlichen Weiherburggraben. Wenn nun die Höttinger Breccie, so wie Lepsius meint, kein einheitliches Gebilde wäre, wenn ihr Name nur ein Sammelname für verschiedenalterige Breccien wäre, wenn wir nicht von einer einzigen Höttinger Breccie, sondern mit ihm von verschiedenen Höttinger Breccien (92, S. 1124) zu sprechen hätten, so müßten wir wohl hier und da auch in jüngeren Höttinger Breccien Fragmente von älteren finden.

Aber wie aufmerksam wir auch die Aufschlüsse studiert haben, nirgends wollte uns gelingen, Breccienfragmente in der Breccie aufzufinden. Das einzige, was wir feststellen konnten, war das Auftreten einer weißen Breccienpartie inmitten rötlicher Breccie. Aber wir fanden dicht daneben eine sich auskeilende Bank weißer Breccie in der roten, und wir gelangten zur Überzeugung, daß uns lediglich der Querschnitt einer in einem Graben der roten Breccie oder als Wall abgelagerten Partie der weißen Breccie vorliegt. Hiermit steht die enge Verwachsung beider Breccienvarietäten an ihrer Grenze und der Mangel einer scharf herausgearbeiteten Grenzfläche im Einklang. Wir haben keinen Grund anzunehmen, daß die Bildung der Höttinger Breccie ein sich mehrfach wiederholendes Phänomen gewesen ist, das durch längere Ruhepausen unterbrochen gewesen wäre.

Selbstverständlich ist aber die Höttinger Breccie nicht mit einem Male entstanden. Deutlich erweist sie sich in ihren unteren Partien durch ihre Bankung als das Ergebnis einer größeren Anzahl verschiedener Vorgänge; auch der Wechsel schüttiger und dichter Lagen in den oberen Partien der

Höttinger Alm bekundet, daß die Schuttanhäufung lagenweise erfolgte und kein kontinuierlicher Vorgang war. Sicher gibt es im Bereiche der Höttinger Breccie ältere und jüngere Partien. Ampferer hat sich die Frage nach dem Auftreten beider vorgelegt und ist bei der Beantwortung von der Erwägung ausgegangen, daß die Verschüttung eines Berghanges sowohl von unten nach oben, als auch von oben nach unten vorschreiten kann. Er entscheidet sich auf Grund seines Profiles durch den Mühlauer Graben (94, S. 153/54) für das Wachstum von unten nach oben. Aber sein Profil des Mühlauer Grabens trägt nicht der Aufragung älteren Gesteins Rechnung, welches auf unserem Profile VI, Taf. XII, zur Darstellung kommt. Diese Aufragung macht es unmöglich, einzelne Breccienbänke ununterbrochen von unten nach oben zu verfolgen; solches ist immer nur in verhältnismäßig bescheidenen Grenzen möglich. Sicher ist z. B. die grobe, blockige Breccie im oberen Höttinger Graben unterhalb des sogenannten Schafstalles älter als die Haldenbreccie bei den Gufeln, und gleiches gilt von der grobblockigen Breccie an den Quellen des Mühlauer Grabens im Vergleiche zu den losen Breccien an den Reißen. Ob aber beide grobblockige Varietäten jünger oder älter sind als die Breccie im Bereiche der Inntalerrasse, läßt sich nicht durch direkte Verfolgung nachweisen. Allgemein läßt sich nur sagen, daß die Bildung jeder Schutthalde von einem Gefällsknick ausgeht; von hier wächst sie sowohl nach oben und unten, indem sich Lage auf Lage breitet. Es muß um so eher mit der Möglichkeit gerechnet werden, daß die Ablagerung der Höttinger Breccie von zwei verschiedenen Stellen, nämlich vom Fuße des Gehänges und von einer Vertiefung in dem letzteren, einem Wildbachsammelkessel oder Kare, ausgegangen ist, als ihre untere Partie mehr den Charakter eines Schuttkegels, ihre obere hingegen den von Schutthalden trägt.

Es gibt, wie ich 1887 zeigte (24, S. 144), einen sicheren Anhalt, wenigstens für zwei sehr wichtige Partien der Breccie die gegenseitigen Altersbeziehungen festzustellen, nämlich für die pflanzenführende Ablagerung am Roßfall Lehner und die rote Breccie im unteren Höttinger Graben, welche den Moränen auflagert. Diese rote Breccie kann ihr Material aus den Werfener Schiefen nur von deren Vorkommnissen am oberen Höttinger Graben bezogen haben. Letztere müssen also, als sie abgelagert wurden, entblößt gewesen sein. Die pflanzenführende Ablagerung aber deckt den Hauptausblöß des Werfener Schiefers im Höttinger Graben zu; nach ihrer Ablagerung war die Bildung roter Breccie weiter unterhalb unmöglich. Wir müssen daher

annehmen, daß sie jünger ist als die rote Breccie, die unten im Höttinger Graben die Moränen überlagert. Damit wird der Annahme von Stur und Lepsius, daß sie die ältere Ablagerung sei, der Boden entzogen. Die Pflanzenreste am Roßfall Lehner entstammen nicht der ältesten Zeit der Breccienbildung. Dieser gehört vielmehr die Flora der Ölbergtonne mit *Pinus montana* var. *uncinata* und eine Flora ohne *Rhododendron Ponticum* und *Buxus sempervirens* an, die nur für die spätere Zeit der Breccienbildung bezeichnend sind.

Die Höttinger Breccie erscheint als eine einheitliche geologische Formation, als das Produkt eines bestimmten geologischen Vorganges, nämlich der Umschüttung des Gebirges mit seinem eigenen Schutte¹. Ampferer (65)

¹ Nachdem Lepsius früher in verschiedenen Veröffentlichungen (72, 75, 84) die Höttinger Breccie als alten Gehängeschutt aufgefaßt und begründet hat, daß ihre ganze Masse eine Gehängeschuttbildung ist (72, S. 75), sagt er in seiner letzten Arbeit (92), daß ihr Material wohl nur zum Teil Gehängeschutt, zum größten Teil fluviatil und aus den Bergen des oberen Inntals herbeigeblöst sei. Er stellt nunmehr die Breccie als einen Deckenschotter hin, als fluvioglaziale Bildung eines alten Inngletschers. Wer die Deckenschotter des Alpenvorlandes kennt, wird dann und wann innerhalb der Alpen geneigt sein, gewisse Nagelfluhbildungen für Deckenschotter zu halten, wie z. B. die Nagelfluh bei Nassereit oder von Durchholzen im Inntal. Daß man aber behaupten kann, die Höttinger Breccie gleiche petrographisch genau den Deckenschottern im unteren Isartale zwischen Tölz und München, oder der löcherigen Nagelfluh der schweizerischen Geologen, wirkt doch recht befremdlich; denn die petrographischen Unterschiede zwischen beiden Gesteinen sind so bezeichnend, daß man das eine immer als eine Nagelfluh, das andere immer als Breccie erkennen muß: das eine ist aus gut gerundetem Flußgeröll, das andere aus eckigem Gebirgsschutt hervorgegangen. Gewiß kann eine Breccie das Altersäquivalent einer Nagelfluh sein, und beide können einem einzigen geologischen Körper angehören. Aber daß solches stattfindet, muß bewiesen werden können. Von einer Beweisführung aber ist bei Lepsius nicht die Rede. Die feinerdigen und sandhaltigen, dünn- und scharfgeschichteten Bänke, die sich vorwiegend aus weißem Kalkschlamm zusammensetzen und in der weißen Breccie auftreten, sollen nicht Gehängeschutt, sondern geflößtes fluviatiles Sediment, abgelagerte Gletschermilch, darstellen. Als ob man nicht nahe bei jedem Murgang feine geschichtete Ablagerungen fände, abgesetzt an ruhigen Stellen von trüben Wassern, die den Murgang begleiten! Neben jenen in der Breccie überall auftretenden feinen Lagen gelten die Urgebirgsgerölle als Beweise für die Inntaler Herkunft der Hauptmasse der Breccie. Ihre Spärlichkeit steht mit ihrer Häufigkeit in den Innschottern in recht auffälligem Gegensatz. Mit welcher Gewaltigkeit Lepsius an längst sichergestellten Tatsachen vorübergeht, zeigt sein Zitat von Ampferers Beobachtungen über die Lagerung der Breccie. Es lautet bei ihm: »Ihre Schuttmassen sind fast überall gut geschichtet. Die dicken fast horizontalen Lagen liegen in großer Regelmäßigkeit über längere Strecken hin und haben vielfach beträchtliche Schlammlager zwischen einander.« Jeder Kenner von Ampferers Ansichten wird für unmöglich halten, daß dieser Geologe sich je so über die Ablagerung der gesamten Breccie ausgelassen habe. Lepsius zitiert genau

hat gezeigt, wie weit verbreitet die Spuren dieser Umschüttung in den nördlichen Kalkalpen sind. Es gibt auch mannigfache Anzeichen von ihnen aus den südlichen Kalkalpen (50, S. 919, 1026, 1076, 1095). Nur aus den Zentralalpen kennen wir sie bisher noch nicht, obwohl hier der Vintschgau mit seinen gewaltigen Schuttkegeln, die bis hoch hinauf in die Berggräben gewachsen sind, heute ein Analogon zu den Zuständen bietet, die früher weiter in den Alpen verbreitet gewesen sein müssen.

Daß diese Umschüttung des Gebirges von Innsbruck nach einer Vergletscherung eingetreten ist, kann gemutmaßt werden nach dem Auftreten von erratischem Material in der Höttinger Breccie, das wir sowohl in der Mühlauer Klamm, als auch in der Inntalterrasse, im unteren und oberen Höttinger Graben fast bis zur Höttinger Alm hinauf, sowie endlich in der Nähe der Vintlalm angetroffen haben, ferner aus dem Auftreten typischer gekritzter Geschiebe in den Breccien des oberen Höttinger Grabens. Die Auflagerung der Breccie auf Moränen erhebt jene Mutmaßung zur Sicherheit. Ausführlich haben wir dargelegt, daß in den beiden Weiherburggräben und dazwischen am Richardsbrunnen, wie schon früher bekannt, die Breccie auf Moräne auflagert. Wir haben westlich und östlich davon am Inntalgehänge, nämlich südlich Mayrs Steinbruch und am Knappensteige, weitere Stellen gefunden, wo sich ein Moränenausbiß gerade zwischen Breccie und liegendem Dolomit einschaltet oder angedeutet wird. Wir haben eine weitere Auflagerung der Breccie auf Moräne im Mühlauer Graben gefunden, eine solche am Fallbache sowie im unteren Höttinger Graben sichergestellt, auf der Höttinger Alm nachgewiesen. Endlich haben wir im Liegenden der Breccie bei den Allerheiligenhöfen Moräne erkannt. Von dieser Fülle von Tatsachen ist nur eine von denjenigen, welche die Auflagerung der Breccie auf Moränen in Frage zogen, bisher gewürdigt worden. Unsere Karte des Weiherburggeländes zeigt, wie weithin diese Auflagerung sich erstreckt.

Erwiesen wird diese Auflagerung nicht bloß durch wirklich ausgezeichnete Aufschlüsse, sondern auch durch die Kontaktverhältnisse beider Gesteine. Nirgends nimmt die Liegendmoräne an der Grenze gegen die Breccie

die Hälfte von dem, was Ampferer (65, S. 731) über die Lagerung der Breccie gesagt hat, nämlich nur das, was er über die dicken, flachlagernden Bänke schreibt, und läßt ganz beiseite, was Ampferer über die Lagerung der steilen Partien bemerkt, nämlich: »Die ganze Ablagerung hat hier die unruhige Art vielfach sich überdeckender und langer wiederholter Aufschüttungen an einem steilen, ungleich geformten Gehänge.«

Material der letzteren auf, während doch sonst eine starke Beeinflussung der Zusammensetzung der Moränen durch ihren Untergrund die Regel ist und die Hangendmoräne vielfach Breccienmaterial enthält. Umgekehrt vermißt aber Rothpletz eine Beteiligung des Moränenmaterials an der Zusammensetzung der Breccie (36, S. 97). Sie findet sich an der Stelle nicht, die Rothpletz im Auge hat. Im östlichen Weiherburggraben enthält die Breccie, die an die Moräne anstößt, keinerlei zentralalpines Material, an welchem diese nicht arm ist. Aber dies darf nicht erwartet werden, wenn das Material der Breccie vom Inntalgehänge her über die Moräne gebreitet wurde. Bei einem solchen Vorgange muß sich das Material des Liegenden nicht notwendigerweise der hangenden Ablagerung beigesellen. Oft ergießen sich Murgänge am Fuße von Gehängen, deren Material in ihnen nicht vertreten ist. Sie nehmen Trümmer auf nicht dort, wo sie sich ablagern, sondern an Stellen, von denen sie kommen. Daß sie ersteres nicht tun konnten, lehrt der Grenzlehm zwischen Breccie und Moräne. Er wurde bei Ablagerung der Breccie ebensowenig zerstört wie die dünnen Lagen von gelbem Lehm in Mayrs Steinbruch bei Überlagerung durch die hangenden Breccienbänke. Nicht über Moränenvorkommnissen, wie in den Weiherburggräben, sondern unterhalb von solchen dürfen wir Moränenmaterial in der Breccie erwarten. An solchen Stellen finden wir es auch. Unterhalb der Liegendmoräne des Mühlauer Grabens treffen wir in der weißen Breccie einzelne gekritzte Geschiebe und erratisches Material, wir begegnen solchem in der roten Breccie am häufigsten im unteren Höttinger Graben unterhalb der dortigen Liegendmoräne; unterhalb der Moräne an der Höttinger Alm enthält die Breccie gekritztes Geschiebe und zentralalpine Gerölle. Daß zur Zeit der Ablagerung der Breccie die Liegendmoräne entblößt war, lehren uns nicht bloß einzelne erratische Gesteine in der Breccie und das Vorkommen gekritzter Geschiebe in ihr, sondern auch die Ölbergtone. Sie sind bisher als Schlemmprodukt von Moränen gedeutet und auf Grund des Aufschlusses am Ölberge in das Liegende der Breccie verwiesen worden. Wir erkannten, daß dort Rutschungen vorliegen, und es gelang uns am benachbarten großen Fallbache, die Ölbergtone als eine Einlagerung in der untersten Breccienpartie nachzuweisen; sie sind eine ähnliche Lokalfazies derselben, wie die Dolomitbreccie im Arzler Alm-Graben, wie die Raibler Schieferbreccie im Mühlauer Graben, wie die ihnen sehr ähnlichen roten Tone im Mittelkessel.

Bei genauerer Untersuchung der Grenze der Breccie gegen die liegenden Moränen zeigte sich, daß sich ein Zwischenglied, der Grenzlehm, zwischen beide in ansehnlicher Ausdehnung einschaltet. Wir kannten ihn früher nur von einer Stelle im unteren Höttinger Graben, welche seither verschüttet ist. Es gelang, ihn in der Nachbarschaft wieder nachzuweisen, und zwar abermals mit einer kleinen, allerdings nicht näher bestimmbar Fauna. Wir fanden ihn in geringerer Mächtigkeit, aber mit großer Konstanz des Auftretens im Bereiche der Weiherburggräben wieder und sind deswegen berechtigt zu sagen, daß es sich nicht bloß um eine lokale Zusammenschwemmung von Lehm an der Grenze zwischen Moräne und Breccie handelt — wie Geinitz (59, S. 45) und Aigner (73, S. 131) annehmen und Rothpletz glaubt (99, S. 94) — sondern um einen Grenzhorizont, welcher durch eine Lößfauna charakterisiert ist. Der Grenzlehm deckte die Liegendmoräne vor Ablagerung der Breccie in ähnlicher Weise zu, wie der Lehmanflug der Inntalterrasse die hangenden Moränen. Solcher Lehmanflug scheint sich auch nach den Einschaltungen gelben Lehm in die Breccie von Mayrs Steinbruch und im unteren Höttinger Graben wiederholt gebildet zu haben. Aber es gelang in diesen Lehmeinschaltungen der Breccie nirgends, eine kleine Fauna nachzuweisen. Lediglich Pflanzenreste wurden in ihnen gefunden. Eine weitere Tatsache erweist, daß die Breccienbildung nicht unmittelbar auf die Ablagerung der Liegendmoränen folgte, nämlich der Baumstamm, den wir im Mittelgraben in der Moräne wurzeln sahen, und der in die hangende Breccie hineingeragt hat. Er lehrt, daß nach Ablagerung der Moränen vor Eintritt der Breccienbildung die Inntalterrasse bereits bewachsen war.

Der Gletscherschliff, den wir unter ihren Moränen im Mittelkessel des östlichen Weiherburggrabens gefunden haben, die Geschiebe Oberinntaler und Engadiner Gesteine in jenen Moränen, das erratische Material in der Breccie hinauf bis 1500 m Höhe und das Vorkommen von Moräne unter ihr bei der Höttinger Alm, alles dies vergewissert uns davon, daß vor Ablagerung der Breccie das Inntal mindestens bis 1500 m hinauf vom Inn-gletscher erfüllt gewesen ist. Wir haben es also nicht etwa bloß, wie Geinitz (59, S. 44) annimmt, mit einem noch nicht sehr mächtigen Gletscher, auch nicht, wie Aigner (73, S. 130) glaubt, unter der Breccie mit den Moränen eines Silltalgletschers zu tun, welcher während der Breccienbildung bis aufs linke Innufer herüberreichte, und dem erst später ein Inntalgletscher folgte,

vielmehr handelt es sich um Spuren einer Vergletscherung von ungefähr derselben Größenordnung wie diejenige, deren Moränen weithin über der Breccie lagern. Ein Inntalglatscher, welcher bis mindestens 1500 m emporreichte, setzt eine ähnlich tiefe Lage der Schneegrenze voraus wie die letzte Vergletscherung, deren Ufer uns in der prachtvollen Schlißkehle in 2000 m Höhe vorliegt. Nun ist die eiszeitliche Depression der Schneegrenze in den nördlichen Kalkalpen, welche die letzte Vergletscherung verursachte, etwa 1200 m, und wenn wir die heutige Schneegrenze am Talgehänge nördlich von Innsbruck zu etwa 2700—2800 m Höhe veranschlagen, so würden wir zur Zeit beider Vergletscherungen vor und nach Ablagerung der Breccie im Inntal eine Schneegrenzhöhe von etwa 1500—1600 m anzunehmen haben.

Eine solche tiefe Lage der Schneegrenze ist unvereinbar mit dem Auftreten der Breccie: reicht sie doch erheblich über 1600 m, an mehreren Stellen, am Abfalle des Brandjoches und am Gerschrofen, bis 1900 m, am Sattelwege bis 2000 m Höhe empor (Profil V, Taf. XII). Zur Zeit ihrer Ablagerung muß die Schneegrenze entschieden höher gelegen haben, und zwar so hoch, daß die Gipfel, welche das Verbreitungsgebiet der Breccie im Höttinger und Mühlauer Graben umrahmten, keine Gletscherzungen bis in das Bereich der Breccie herabzusenden vermochten. Nun würde das 2580 m hohe Brandjoch bei einer Höhe der Schneegrenze von 2200—2300 m unbedingt einen Gletscher bis an die Grenze der Breccie herabsenden. Bei Beginn der Breccienbildung muß die Umrahmung der Höttinger Alm aber ansehnlich höher gewesen sein als heute (vgl. S. 126) und schon bei einer Schneegrenzhöhe von 2400 m Gletscher bis in den Schauplatz der Breccienanhäufung entsandt haben. Höher also muß die Schneegrenze zur Zeit der Ablagerung der Breccie bei Innsbruck gelegen haben, also mindestens 800—900 m höher als zur Zeit der Gletscher, welche vorher und nachher das Inntal erfüllten. Diesen Schluß bestätigen Breccienvorkommnisse der weiteren Umgebung von Innsbruck. Ampferer und Hammer berichten von einem sehr hochgelegenen Vorkommnis in der Mieminger Kette am Südabfall des Hochplattig (2697 m) und am Judenköpfe (2194 m) (47, S. 329; 65, Profil XVII, S. 746). Selbst dieses hochgelegene Breccienvorkommnis führt noch erratisches Material und bekundet, daß vor seiner Ablagerung das Inntal bis zu einer Höhe von rund 2200 m vergletschert gewesen ist, also ebensoweit hinauf wie nach Ablagerung der Breccie. Bei einer Lage der Schneegrenze aber von nur 2400—2500 m würde unser Breccienvorkommnis von Gletschern des Hoch-

plattig bedeckt werden. Zur Zeit der Ablagerung der Breccie kann die Schneegrenze also unmöglich tiefer gelegen haben, als rund 300—400 m unter der heutigen.

Weit verbreitet in den Alpen ist ein postglaziales Stadium, währenddessen die Schneegrenze 300—400 m unter der heutigen gelegen hat. Es ist dies das Daunstadium, dessen scharfe Endmoränen wir in großer Verbreitung finden. Wir müssen hinaufgehen bis ins Oberengadin, um die Moränen des Daunstadiums vom Inntalgletscher zu finden. Hieraus schließen wir, daß auch zur Zeit der Ablagerung der Breccie der Inngletscher mindestens bis ins Oberengadin zurückgegangen war.

Dieses Ergebnis stimmt durchaus mit demjenigen, welches wir früher durch Betrachtung der Flora der Höttinger Breccie gewonnen haben (50, S. 389). Aber es ist vollkommen unabhängig von ihm erhalten worden. Wir haben uns bei unseren Darlegungen ausschließlich beschränkt auf dasjenige, was uns die Breccie selbst lehrt, da der Wert der fossilen Flora für Beurteilung der klimatischen Verhältnisse der Quartärperiode in Frage gezogen worden ist. Nicht bloß hat der Geologe Fr. Frech ausgesprochen, daß die Höttinger Flora am Saume eines Gletschers oder gar auf demselben existiert habe wie heute der reiche Baumwuchs der Küste von Alaska am oder auf dem Malaspinagletscher, sondern auch der Botaniker Brockmann-Jerosch (vgl. S. 10) ist der Meinung, daß die eiszeitliche Vergletscherung stattfinden konnte, ohne daß die Baumgrenze wesentlich tiefer herabgereicht habe als gegenwärtig, weswegen also eine Flora wie die Höttinger auch dicht am Saume eines großen Gletschers hätte bestehen können. Unter solchen Umständen gewinnt unser Ergebnis an allgemeiner Bedeutung. Wenn die Ablagerung der Höttinger Breccie zu einer Zeit erfolgte, als der Inngletscher sehr weit zurückgegangen war, so ist die Flora der Höttinger Breccie nicht in der Nähe von Gletschern gewachsen. Damit wird auf stratigraphischem Wege der Wert der Flora für die Erkennung von Interglazialzeiten erwiesen und zugleich dargetan, daß unsere bisherige Annahme über den Parallelismus in der Bewegung der Höhengürtel für das Eiszeitalter zutreffend ist.

II. Die Inntalterrasse.

Einer der auffälligsten Züge in der Gestaltung des Inntales ist seine große Terrasse. 300—400 m seinen Boden überragend, ist sie in der gesamten Längstalstrecke zwischen Zentralalpen und Kalkalpen entwickelt.

Ihrer Zusammensetzung nach ist sie teils Felsterrasse, teils lockere, meist aus Schottern bestehende Aufschüttung. Beiden Arten begegnen wir im Bereiche der Höttinger Breccie. Ihre unteren Partien, die sich zwischen Höttinger und Mühlauer Graben nach der Art eines Schuttkegels an den Nordfuß der Solsteinkette lehnen, verhalten sich wie ein Stück Felsterrasse. Hier bildet die Breccie überall die feste Unterlage, an oder auf welche sich die verschiedenen Glieder der Schotterterrasse lehnen. Sie war verfestigt, bevor jene zur Ablagerung gelangten, und kommt in ihnen allen in Form von Geschieben vor.

Spielt schon die Breccienterrasse durchaus die Rolle einer Felsterrasse, so gehört sie doch, wie wir gesehen haben, in die Reihe der Gebilde des Eiszeitalters, während die eigentliche, aus älteren Gesteinen bestehende Felsterrasse des Inntales älter ist. Eine derartige ältere Felsterrasse liegt auch der Terrasse der Höttinger Breccie zugrunde. Letztere bildet lediglich die Krönung einer solchen. Dies zeigt sich deutlich am Terrassenrande ob der Weiherburg sowie in den Felsauftragungen am Mühlauer Bache. Daß sich die Breccie mit ihren verhältnismäßig leicht zerstörbaren Liegendmoränen im Inntale erhalten konnte, ist dem Sockel der Felsterrasse zu danken, dem sie aufsitzt. In den Weiherburggräben steigt er gegen den Inn hin höher an als bergwärts. Die Breccie lehnt sich an eine feste Schranke, die ihr Liegendes vor der Zerstörung geschützt hat. Mutmaßlich handelt es sich hier wie im Oberinntale zwischen Mötz und Telfs um einen schmalen Sporn älteren Gesteins, der vor das Nordgehänge des Tales gelegt, von diesem durch ein nunmehr verschüttetes Tal geschieden ist.

Wie die Breccie mit ihrer Liegendmoräne die Unebenheiten der älteren Felsterrassen ausgleicht, so füllt die jüngere Schotterterrasse die der Breccienterrasse aus. Ihre reichhaltige Schichtfolge bewahrt die seit Ablagerung der Breccie verstrichene Geschichte auf. Ihr Aufbau ist in unserem Gebiete der gewöhnliche. Auf einen Moränensockel lagern sich mächtige Tone und Sande als lakustre Gebilde, darüber folgen fluviatile Innenschotter und schließlich Hangendmoränen. Diese breiten sich nicht bloß über die Höhe der Schotterterrasse, sondern ziehen sich auch an deren Abfall herab. Im ersteren Falle schließt sich ihre Ablagerung an die der liegenden Schotter unmittelbar an, und wir gewannen Anhaltspunkte dafür, daß dieselben unmittelbar vor dem kommenden Eise abgelagert wurden.

Im letzteren Falle schneidet die Hangendmoräne die gesamte Schichtfolge der Terrassensedimente diskordant ab, und diese stehen ihr völlig fremd gegenüber.

Das sehen wir im Terrassenstück, das sich westlich des Höttinger Grabens am Fuße des Achselkopfes erstreckt. Die gesamte Terrasse ist hier mit Hangendmoränen überkleidet. Ihr Inneres wird lediglich in Wasserriessen erschlossen, die den Abfall zerschneiden und in einzelne Riedel zerlegen. Bei der herrschenden Waldbedeckung täuschen letztere leicht Moränenwälle vor. Die Einheitlichkeit in der Erscheinung dieses Terrassenstückes ermöglichte es hier, von ihm ein vorgelagertes jüngerer Stück abzutrennen, entstanden beim Rückzuge der Vergletscherung, die uns in der Hangendmoräne ihr Hauptwerk überlassen hat. Hier drängte sich der Unterschied zwischen Haupt- und Spätglazial auf. Im Bereiche des Höttinger Grabens hingegen bemerkten wir den engen Anschluß der Hangendmoränen der Terrasse an deren Schotter und lernten in ihrer obersten Partie eine frühglaziale Bildung kennen. Ein Herabhängen der Hangendmoränen bis ins Inntal findet hier nicht statt, und die Möglichkeit der Ausscheidung spätglazialer Ablagerungen ist hier nicht gegeben.

Anders wiederum liegen die Dinge in der Gegend der Weiherburg und Hungerburg. Hier beschränkt sich die Hangendmoräne auf die Teile der Schotterterrasse, welche über die Höhe der Breccienterrasse hinweggreifen, und fehlt über den tiefer gelagerten Sedimenten am Abfalle der Terrasse, über den dortigen Tonen, Deltabildungen und Schottern (vgl. Fig. 2 u. 3, Taf. IV). Man muß sich daher fragen, ob wirklich zwingende Gründe vorhanden sind, letztere als Gebilde der Terrasse zu betrachten, oder ob sie nicht vielleicht spätglazial sind, entstanden beim Rückzuge des Gletschers. In diesem Falle würde man die in ihnen auftretenden Sockelmoränen als Rückzugsmoränen, die lakustren Ablagerungen darüber als solche glazialer Stauseen neben dem schwindenden Eise zu deuten haben.

Die Gestaltung des Terrassenabfalles widerspricht einer solchen Annahme. Er trägt nicht den Formenschatz von Gletscherrandbildungen. Vergeblich suchen wir an ihm nach Uferlinien glazialer Stauseen, die doch durchschimmern müßten. Wir treffen immer nur auf Gräben und Runsen, Werke des rinnenden Wassers, das den Terrassenabfall zerfranst hat. Dieser selbst aber ist ein Werk des von der Sill nach Norden gedrängten Inn: Er schnitt von dem vor dem Abfall der Breccienterrasse gelegenen

Teil der Schotterterrasse ein namhaftes Stück ab und ließ nur ein schmales Stück stehen, das wegen seines felsigen Fußes dem Angriffe von der Seite her trotzte, während seine hangende Partie abgetragen wurde. So verschwand hier die Hangendmoräne und die liegenden Partien der Schotterterrasse treten weithin so zutage, als wären sie nie von Moräne bedeckt gewesen. Der Abfall der Breccienterrasse aber, vor dem sie sich erstrecken, läuft dem durch den Inn eingeschnittenen Abfall der Schotterterrasse als ein älterer Prallhang parallel. Der Inn mußte bei Innsbruck durch die Sill immer nach Norden gedrängt werden.

Während am Abfalle der Hungerburgterrasse spätglaziale Ablagerungen fehlen, treffen wir solche auf ihrer Höhe. Die hier auftretenden Deckschotter dürften größtenteils in Eisnähe entstanden sein. Wir finden sie häufig an Stellen, wo heute rinnendes Wasser nur in sehr bescheidenem Umfange oder gar nicht in Wirksamkeit tritt, wie beim Gramartboden; auch haben sie gelegentlich schräge Schichtung, als wären sie in stehendem Wasser abgelagert, wie z. B. an der Abzweigung des Rechenhofweges vom Gramartwege auf dem Hungerburgboden. Endlich finden sie sich als Kegelrudimente an der Mündung von Tälern, wie z. B. die Schotter am Höttinger Graben dort, wo er auf die Terrasse ausläuft. Es ist uns sehr wahrscheinlich, daß diese Deckschotter hochgelegene Seitenstücke zu den spätglazialen Ablagerungen am Terrassenabfall darstellen und gleichfalls während des Rückzuges der Vergletscherung entstanden.

Erst unterhalb des Mühlauer Grabens begegnen wir wieder am Abfall der Inntalerrasse Formen, die mit dem Eisrückzuge in Verbindung stehen. Betrachten wir die Schotterablagerungen, die wir links vom Ausgange der Mühlauer Schlucht kennen gelernt haben, von einiger Entfernung, so erscheinen sie wie Teile ineinandergeschachtelter Schuttkegel. Das Gasthaus zur schönen Aussicht steht auf einem solchen, ein zweiter setzt am Spitzbühel ein, ein dritter im Wäldchen unterhalb Mühlau bei der Eisenbahnbrücke. Solche Formen kommen am Abfalle der Schotterterrasse des Inntales des öfteren vor. Blaas hat sie aus der Gegend unterhalb Ampaß beschrieben (17, S. 79). Von der Mündung des Melachtales zieht sich eine solche Kegelterrasse bis gegen Völs hin; mehrere erstrecken sich unterhalb der Mündung des Hundstales bei Inzing abwärts; sie sind prächtig unterhalb der Mündung des Kanzingbaches bei Flauring entwickelt. Die Tatsache, daß sie immer unterhalb von Talmündungen auftreten, weist darauf, daß sie

mit den aus jenen Tälern kommenden Bächen zu tun haben. Diese mußten fließen, sobald beim Eisrückzuge ihre Täler, wenigstens in ihren unteren Partien, schon eisfrei geworden waren; währenddessen lag unten im Inntale noch Eis. So mußten die Bäche an diesem entlang gleiten, wobei sie ihre Betten teilweise an den Flanken der Inntalerrasse einschnitten. Dabei erfuhr diese eine steil abfallende Terrassierung, wie sie uns so vorzüglich zwischen Mühlau und Arzl entgegentritt. Daß die Kegelterrassen hier aus der Schotterterrasse des Inntales herausgeschnitten sind, lehrt ihr Material. Hierin liegt der Unterschied gegenüber der Schotteranhäufung am Kerschbuchhofe. Letztere ist eine Ablagerung des hier mündenden Kranewittener Baches, sie ist ein Teil eines Schuttkegels, ähnlich denen, die ich aus der Gegend von Trient beschrieben habe (50, S. 915). Bei Mühlau hingegen handelt es sich um Erosionsformen in einer älteren Schotterbildung. Daß bei ihrer Entstehung auch jüngere Schotter abgelagert wurden, ist klar. Namentlich in dem Tälchen, das den Spitzbühel lostrennt und sich gegen den Arzler Kalkofen hin zieht, müssen wir solche voraussetzen. Aber es fehlt uns ein Mittel, sie von den älteren zu scheiden. Wir mußten uns beschränken, die älteren auf unserem Kärtchen darzustellen und haben die Existenz der jüngeren nur dadurch angedeutet, daß wir ihnen das Material der tiefsten Kegelterrasse zuschrieben. Blaas hat sie von vornherein als eine spätglaziale Bildung gedeutet (17, S. 116), und da er in ihr Artefakte fand, glaubte er, daß der Mensch Zeuge des Gletscherrückganges bei Innsbruck gewesen sei. Wir müssen solche typischen postglazialen Bildungen streng von den spätglazialen Terrassen sondern.

Postglaziale Schotter bilden die Sohle des Inntales, darüber erheben sich sanft Schuttkegel, wie der der Sill bei Innsbruck, der des Höttinger Baches auf der anderen Seite. Bei der Weiherburg sind diese jüngeren Schuttkegel durch den Inn abgestutzt worden, wie wir es an der Norer Kiesgrube gesehen haben. Postglazial sind auch Schottermassen, die von Schottergehängen herabgeschwenmt, an deren Fuß liegen. Postglazialen Alters ist endlich der Lehmanflug, den wir sowohl auf der Terrassenhöhe als auch am Terrassenabfall kennen. Er ist ebenso wie die letzterwähnten Schuttkegel durch zahlreiche neolithische Reste ausgezeichnet (14) und muß daher in eine sehr späte Phase des Quartärs verwiesen werden.

Wie verschieden aber auch der Aufbau der Kegelterrassen von Mühlau und von der Kranewittener Aufschüttung ist, so weisen beide doch in

gleiche Richtung, nämlich daß der Rückzug des Inngletschers nicht kontinuierlich erfolgte, sondern durch zahlreiche kleine Halte unterbrochen wurde, von denen ein jeder zu einer Kegelterrasse oder einer randlichen Staubildung führte. Es geschah das Schwinden des Eises im Inntale sozusagen quantenweise. Daß er ohne größere Halte sich vollzog, ergibt sich am Inntalgehänge.

Die mächtigen Grundmoränen der Terrasse reichen nicht wesentlich über diese hinaus. Sie setzen aus, sobald der steilere Aufstieg beginnt. Gelegentlich findet man sie in Nischen an unteren Gehängepartien durch Hohlwege noch in ansehnlicher Mächtigkeit erschlossen, aber wenige Meter davon tritt der Fels zutage. In mehr als 1200 m Höhe gibt es kein größeres Stück Hangendmoräne mehr. Man findet nur einzelne erratische Blöcke; diese werden nach oben seltener und seltener, bis sie zwischen 1700 m und 1900 m Höhe in der unteren Partie der prachtvollen Schlifffgrenze gänzlich verschwinden, welche die Höttinger Alm umzieht und auf eine Gletscherhöhe von 2000 m weist. Nirgends begegnen wir am Talgehänge den Spuren eines längeren Gletscherhaltes. Wir müssen annehmen, daß von seiner oberen Grenze an der Inngletscher ganz allmählich über der Gegend von Innsbruck geschwunden ist; er schmolz langsam zusammen, und dementsprechend ging sein Ende in kleinen Quanten zurück. Hieraus folgern wir, daß die Moränenbedeckung der Terrasse zu derselben Vergletscherung gehört wie die obere Schlifffgrenze. Letztere aber senkt sich langsam talauswärts und schließt sich durch ihr Gefälle den Jung-Endmoränen des Alpenvorlandes an (50, S. 283). Dadurch wird auch die Zugehörigkeit der Hangendmoränen der Terrasse zur Würmeiszeit erwiesen.

Ob nach dem Schwinden des Inngletschers in der Gegend von Innsbruck sich ebenso wie am Südabfalle der Mieminger Kette weiter inaufwärts lokale Gletscher am Inntalgehänge ausgedehnt haben, läßt sich nicht erweisen. Ampferer ist geneigt gewesen (57, S. 116), die Moränen, welche sich unterhalb der Mündung des oberen Höttinger Grabens auf der Höhe der Inntalterrasse ausbreiten, für Endmoränen eines Höttinger Talgletschers zu halten, der dem Gschnitzstadium angehörte. Aber weder Form noch Inhalt jener Moränen spricht dafür; es handelt sich um Teile der mächtigen Moränendecke der Terrasse, welche sich durch Führung zentralalpiner Gesteine als zum Inngletscher gehörig erweist. Daraus sind allerdings zwischen Höttinger Graben und Höttinger Bild durch Wasserrisse scharfe Rücken

herausgeschnitten worden, die an Ufermoränen erinnern können. Auch der ziemlich scharfe Wall, welcher an der linken Seite des oberen Höttinger Grabens sich bis in die Nähe von Gramartboden herabzieht, kann nach seinem Material nicht als linke Ufermoräne eines alten Gletschers des Höttinger Grabens angesehen werden: er müßte sich als solche durch die reichliche Führung von Geschieben der Höttinger Breccie kennzeichnen. Es liegt wieder ein Stück Inntalmoräne vor, welches aus den mächtigen Moränen herausgeschnitten ist, die sich allenthalben an den Fuß des Talgehänges lehnen. Im Rücken zwischen den unweit der Arzler Alm zusammenlaufenden Gräben dürfen wir gleichfalls nicht die Ufermoräne von lokalen Gletschern erkennen. Wohl gibt es stellenweise auf der Terrasse ansehnliche Anhäufungen von kalkalpinem Material, das vom Gehänge herabgekommen ist, so namentlich westlich der Arzler Alm. Aber es handelt sich dabei meist nur um Schutt, den Lawinen zu Tal gebracht haben können, und manchmal vielleicht um Material erloschener Wildbäche, ähnlich der Blockablagerung östlich von Gramartboden.

Wie auf der Terrasse, so fehlen auch am Gehänge sichere Spuren von lokalen Gletschern. Es gelang uns nicht, solche im Bereiche des Höttinger und Mühlauer Grabens nachzuweisen. Nur einige Ablagerungen an der breiten Gehängefalte, die sich von den Seegruben östlich des Gerschrofens vorbei zur Quelle Titschenbrunn herabzieht, können den Verdacht erregen, Moränen eines alten Seegrubengletschers zu sein. Östlich des Gerschrofens treten sie als zwei niedere Wälle in genannter Gehängefalte entgegen, und oberhalb des Titschenbrunn findet sich hier eine Abstufung von Schutt zwischen 1200 und 1300 m Höhe, die man gleichfalls als Endmoränen deuten könnte, wie es auf unserer Karte Tafel I versucht ist. Gekritztes Material war aber in ihnen nicht nachweisbar. Nicht ausgeschlossen ist, daß hier das Material von Gehängerutschungen vorliegt. Handelt es sich um Moränen, so würden wir diese, gleich der auf der Mieminger Terrasse befindlichen, dem Gschnitzstadium zuzuweisen haben. Der Wall, der das Kar der Seegruben abgrenzt, ist ein Felsriegel und keine Endmoräne. Dagegen befindet sich am Ausgange des Schneekars, südlich vom Brandjoche, welches bis tief in den Sommer hinein Schnee enthält, in nicht ganz 2000 m Höhe ein Endmoränenwall. Hier liegt ein Anzeichen des Daunstadiums aus der nächsten Nähe von Innsbruck vor.

Die unter den z. T. sehr mächtigen Hangendmoränen befindlichen Ablagerungen der Inntal-Schotterterrasse stellen eine fast kontinuierliche Folge

von Aufschüttungen dar. Den Reigen eröffnet der Höttinger Schutt an der linken Seite des unteren Höttinger Grabens, die Ablagerung eines alten Höttinger Baches. Daß neben ihm in gleicher Höhe an der rechten Grabenseite Innschotter auftreten, mag auf den ersten Blick überraschen und könnte zur Annahme führen, daß er gleichzeitig mit denselben abgelagert sei. Aber es zeigt sich häufig im Inntale, z. B. bei Zirl, daß die talaufwärts gelegene Seite eines Schuttkegels vom Talflusse nachträglich abgeschnitten wird; das kann auch hier geschehen sein. Dagegen müssen die im Hangenden des Höttinger Schuttes gelegenen Mehlsande und Schotter als gleichzeitige Ablagerungen gelten. Die einen ersetzen die andern. Gleiches zeigt sich unterhalb der Mündung des Mühlauer Grabens. Wir müssen uns vorstellen, daß gleichzeitig mit der Anhäufung groben Schotter in rasch fließendem Wasser tote Winkel die Möglichkeit zur Bildung feiner Sedimente gaben, wo letztere ebenso rasch wie das Gerölle abgelagert wurden. An der Weiherburg allerdings geschah dies in Becken von ansehnlicher Tiefe, wie die Mächtigkeit der Deltas bekundet. Aber dicht neben diesem tiefen Becken wurden, wie die durch die Hungerburgbergbahn erzielten Aufschlüsse lehren, grobe Schotter abgelagert, die den Mehlsanden eingeschaltet sind. Wie verschieden die Schichtfolgen an den beiden nur 300 m voneinander entfernten Stellen sind, lehren unsere Profile Fig. 2 und 3 auf Taf. IV. Wiederum dicht neben den Werken stehenden Wassers solche rasch fließenden. Jenes erfüllte wiederum nur einen toten Winkel in einem Tale, dessen Boden durch einen starken Fluß aufgeschüttet wurde.

Solche toten Winkel gab es anfänglich viele, und es kamen mehr lakustre Sedimente zur Ablagerung als Schotter. Als aber die Aufschüttung bis 700 m Höhe emporgewachsen war, trat das umgekehrte Verhältnis ein, und schließlich kamen nur Schotter zur Ablagerung. Wir haben bei Innsbruck während des Aufbaues der großen Schotterterrasse nicht erst eine Seenperiode, dann eine fluviatile, sondern nur eine fluviatile Periode, während welcher die Zuschüttung so rasch erfolgte, daß es anfänglich zur Bildung zahlreicher, gelegentlich sehr tiefer Seen neben dem Flusse kam. Infolgedessen sondern sich auch die Bändertone und Mehlsande nirgends scharf von den Schottern, und wenn wir versuchten, sie auf unserer Karte zu trennen, so zogen wir manche Schotterbank im Tone zu diesem und vernachlässigten manches Mehlsandvorkommen im Schotter. Nur die oberste Partie dieser eigenartigen Aufschüttung erfolgte kurz vor dem Herannahen

eines Gletschers, der größte Teil von fast 300 m Mächtigkeit aber zwischen zwei aufeinanderfolgenden Vergletscherungen, deren Spuren in den Sockelmoränen und Hangendmoränen vorliegen.

Eine derartige mächtige Ablagerung braucht für ihre Aufschüttung nicht unbedingt lange Zeit. Sie kann rasch am Ufer eines Gletschers zwischen diesem und dem Talgehänge aufgeschüttet worden sein. Sockel- und Hangendmoräne können daher ein und derselben Vergletscherung angehören, welche sich einmal vom Talgehänge etwas zurückzog, um sich dann über die hier inzwischen abgelagerten Sedimente wieder auszubreiten. Der Umstand, daß sich die Hangendmoränen über den Terrassenabfall herabziehen, macht eine solche Annahme recht verführerisch, und wir würden ihr wohl huldigen, wenn die Schotterterrasse im Bereiche der Höttinger Breccie isoliert dastünde. Aber sie ist lediglich ein kleines Glied eines großen Ganzen, und auf dieses müssen wir den Blick lenken, wenn wir ihre Entstehung richtig erkennen wollen.

Weithin ist die Schotterterrasse im Inntale verbreitet (50, S. 315). Sie setzt ein in der Gegend von Imst und beginnt von neuem unterhalb der Engen am Fuße des Tschirgant, um sich dann von Mötz über Telfs, Innsbruck und Schwaz bis zum Achensee zu ziehen. Dann folgen rudimentäre Stücke, und erst in der Gegend von Kufstein begegnen wir wieder einer mächtigeren Ablagerung. Alle diese einzelnen Vorkommnisse zeigen denselben Aufbau: Unten eine Sockelmoräne, darüber vielfach erst ein Schuttkegel oder sofort lakustre Sedimente, oben Innschotter, bedeckt von der Hangendmoräne, die sich gewöhnlich am Terrassenabfall herabzieht. Das Höttinger Vorkommnis zeigt uns also den typischen Aufbau, der auch Ablagerungen am Inn im Alpenvorlande unterhalb von Rosenheim zukommt (50, S. 138). Hier finden sich gleichfalls zwei Moränen, getrennt durch mächtige Zwischengebilde.

Die siebenfache Wiederholung dieses Profiles kann man durch Annahme von sieben verschiedenen Oszillationen eines großen Inntalgletschers erklären, oder durch Annahme von wenigeren, indem man mehrere Profile auf ein und dieselbe Schwankung zurückführt, oder endlich, indem man in allen Profilen die Moränen zweier verschiedener Vergletscherungen erblickt, die im Inntal bis tief in die Alpen hinein durch eine gletscherlose Zwischenzeit getrennt waren. Die erste Annahme von sieben verschiedenen Oszillationen hat keine Vertreter gefunden. Um Innsbruck liegen die ein-

zelen in Frage kommenden Profile so dicht beieinander, daß man die an der einen Stelle nachweisbare Oszillation auch an der benachbarten erwarten muß. Aber die große Lücke zwischen den mächtigeren Terrassenstücken oberhalb des Achensees und bei Kufstein hat die Frage aufgedrängt, ob diese wirklich zusammenhängen, und ich habe versucht, ihren Aufbau auf zwei große Schwankungen des Inngletschers zurückzuführen, die ich Laufen- und Achenschwankung nannte (50, S. 157 u. 333). Nach der ersten sollte sich der Inngletscher nochmals bis an die Grenze der Jung-Endmoränen erstreckt haben, nach der letzten nur bis Kirchbichl im Unterinntale, wo ich die Spuren eines längeren Haltes beim Gletscherückzuge im Bühlstadium zu erkennen meinte (50, S. 318). Ampferer hat dieser Auffassung zunächst beigeplichtet (57), hat aber dann gegen die Annahme eines Bühlstadiums Bedenken vorgebracht¹ und sich dahin ausgesprochen, daß Laufen- und Achenschwankung zusammenfallen, und daß die zwischen den Moränen gelegenen Terrassensedimente einer einzigen Interglazialzeit angehören (68. 69).

Ich kann hier in eine Erörterung des Für und Wider der beiden Ansichten nicht eintreten und muß mich darauf beschränken, die Momente hervorzuheben, welche die Höttinger Vorkommnisse zugunsten der einen oder andern Erklärung gewähren. Von entscheidender Wichtigkeit ist, daß wir am nördlichen Talgehänge bei Innsbruck ebensowenig wie an andern Stellen des Inntalgehanges Spuren eines Bühlstadiums finden, die wir erwarten müßten, wenn der Inngletscher bei seinem Rückzuge nach einer Schwankung von erheblichem Umfang einen längeren Halt gemacht hätte. Weiter kommt in Betracht, daß wir innerhalb der Schotterterrasse bei Innsbruck keinen Anhalt für Gletschernähe finden. Einen solchen glaubte ich früher in den lakustren Sedimenten zu erblicken; ich führte sie auf einen Stausee zurück, den der bis ins Inntal vorstoßende Zillertalgletscher oberhalb Jenbach aufdämmte. Am Vomperbache und am Rängger Reißen liegen in der Tat die Ablagerungen eines alten tiefen Sees im Inntal vor; in unserem Gebiete erkannten wir aber neben den lakustren Sedimenten allenthalben fluviatile und gelangten zu der Überzeugung, daß hier die Seebildung auf das innigste mit der fluviatilen Aufschüttung verknüpft ist. Das ist auch

¹ Glazialgeologische Beobachtungen im unteren Inntale. Zeitschr. f. Gletscherkunde. II. 1907, S. 29 (126).

die Ansicht von Ampferer hinsichtlich der gesamten Inntaler Schotterterrasse (69, S. 112).

Es hat sich in unserm engen Gebiete keine Stütze für meine frühere Ansicht von den großen Schwankungen der sich zurückziehenden Würmvergletscherung ergeben, aber auch kein zwingender Beweis für das interglaziale Alter der Terrassengebilde. Gleichwohl zögere ich nicht, mich der durch erneute Untersuchung der gesamten Inntal-Schotterterrasse gewonnenen Ansicht von Ampferer über deren interglaziales Alter anzuschließen; denn Studien, die ich in den letzten Jahren über die Entstehung der ganz analogen Terrassen des Isartales angestellt habe, haben mich für diese zu gleichem Ergebnisse geführt und überzeugt, daß die Aufschüttung der Terrassen nicht in Eisnähe erfolgte, wie ich noch 1916 glaubte (104).

Aber in einem Punkte kann ich den Anschauungen von Ampferer nicht beipflichten, wenn er nämlich die Höttinger Breccie und die Sedimente der Inntalterrasse in ein und dieselbe Interglazialzeit verweist (68. 69). Die Liegendmoränen der Breccie sind nicht identisch mit den Sockelmoränen der Terrasse. Wir haben bei Innsbruck drei verschiedene Moränen vor uns, getrennt durch zwei interglaziale Bildungen, wie ich in kühnem Griffe bereits 1882 aussprach (11, S. 243), wie Blaas behauptete (17, S. 114) und schließlich erwies (30, S. 23). Die der Höttinger Breccie muß in der Tat als interglazial gelten, denn ihre Verbreitung lehrt wie ihre Flora, daß zur Zeit ihrer Ablagerung die Gletscher der Alpen sehr klein waren. Aber auch die Sedimente der Terrasse sind interglazial, denn sie reichen weit bis ins Oberinntal hinauf. Zur Zeit ihrer Entstehung können die Alpengletscher nicht so groß gewesen sein, wie während des Gschnitzstadiums bei ihrem letztmaligen Rückzuge; denn Gletscher dieses Stadiums erstrecken sich bei Mieming bis herab ins Bereich der Terrasse (50, S. 345).

Auf dem Alpenvorlande ließen sich die Spuren von vier verschiedenen Vergletscherungen nachweisen (50, S. 110). Die der letzten, der Würmvergletscherung, haben wir bis zu den Hangendmoränen von Innsbruck verfolgt. Verfolgen wir die Sockelmoränen unter den Schottern der Terrasse talab, so kommen wir bis hinaus ins Vorland, in die Nähe der Stelle, wo sich die Altmoränen der Rißeiszeit unter den Jungmoränen der Würmeiszeit herausheben. Darum betrachten wir sie als Rißmoränen. Ein ähnlicher Anhalt für das Alter der Liegendmoränen fehlt. Wir können sie zu den Mindel- oder zu den Günzmoränen rechnen. Nur die Erwägung,

daß eine Ablagerung um so leichter der Zerstörung anheimfällt, je älter sie ist, bestimmt uns, sie als Mindelmoränen zu bezeichnen. Jedenfalls war der Zeitraum, der zwischen ihrer Ablagerung und jener der Sockelmoränen verstrich, ein sehr großer. Es wurde während seiner die Breccie nicht bloß abgelagert, sondern auch verkittet, weswegen sie in Form von Geschieben — allerdings nur an einer Stelle — schon in den Sockelmoränen vorliegt. Daß aber die Mindel-Riß-Interglazialzeit viel länger war als die Riß-Würm-Interglazialzeit, hat sich auch sonst gezeigt (50, S. 1162).

Die Flora der Höttinger Breccie gehört nach diesen Ausführungen in eine ältere, wahrscheinlich in die Mindel-Riß-Interglazialzeit. Auch für die Flora der jüngsten, der Riß-Würm-Interglazialzeit, dürften sich in der Gegend von Innsbruck voraussichtlich sichere Anhaltspunkte ergeben. Wiederholt hat Blaas darauf aufmerksam gemacht, daß bei Ampaß im Bereiche der Inntalerrasse Pflanzenreste vorkommen, die lebhaft an die Schweizer Schieferkohlen erinnern (17, S. 84 u. 86; 30, S. 37). Sie liegen in einem Tonlager östlich von Ampaß, 90 m über dem Inn. Tiefer und höher findet sich konglomerierter Schotter, der nördlich vom Bade Egerdach auf Moräne auflagert und im Dorfe Ampaß von solcher bedeckt wird. Blaas hat großes Gewicht auf dessen Verfestigung gelegt und ihn als Konglomerat von den übrigen Terrassenschottern geschieden, doch habe ich ihn ebensowenig um Ampaß wie an der Brennerstraße von jenen trennen können. Ampferer (102) erblickt in ihm ein Äquivalent der Höttinger Breccie, ohne dafür andere Gründe als Analogien der Schichtfolge beibringen zu können. Es liegt meines Erachtens um Ampaß eine ganz ähnliche Ablagerung vor, wie bei Kaltbrunn in der Schweiz. Ihre nähere Untersuchung erscheint als lohnende Aufgabe für Innsbrucker Forscher.

III. Die stratigraphische Stellung der Höttinger Breccie.

Die Gliederung des Eiszeitalters, in die wir die Höttinger Breccie eingeordnet haben, ist unabhängig von der üblichen auf paläontologischer Grundlage erwachsenen stratigraphischen Chronologie entstanden. Es fragt sich nunmehr, inwieweit wir die Breccie auch mit letzterer in Beziehung setzen können. Anhaltspunkte dafür gewähren ihre Flora und die Fauna des unter ihr auftretenden Lehm.

Die letztere¹ besteht aus 5 Formen von ausgesprochen quartärem Charakter, nämlich:

Fruticola villosa Drap., *Vallonia tenuilabris* A. Braun, *Pupa muscorum* L., *Cionella lubrica* Müll., *Clausilia* sp.

Die vier nachgewiesenen Arten leben alle heute noch, und man könnte sie in irgendeinem jungen Lehme der Alpen begegnen. Phyletisch sind sie alt, und sie mögen schon im jüngsten Tertiär existiert haben. Aber es fehlt jedweder Anhalt, die kleine Fauna ins Tertiär zu verweisen.

Die Flora der Breccie weist in gleiche Richtung. Wir stellen sie in nachfolgender Tabelle zusammen, indem wir zu den von R. von Wettstein beschriebenen Formen (W), die der von ihm systematisch ausgebeuteten Fundstelle am Roßfall Lehner entstammen, die von Baltzer wahrscheinlich von derselben Stelle erhaltenen, von E. Fischer bestimmten Formen (B), und weiter diejenigen gesellen, die durch die Aufsammlungen des Dieners am mineralogischen Museum in Innsbruck, Rupert Bär, in den Breccienvorkommnissen auf der Terrassenhöhe, im östlichen Weiherburggraben, in Mayrs Steinbruch, im Steinbruch am Seehofe und westlich davon sowie am Rechenhofwege gefunden worden sind. Blaas hat ihrer bereits gedacht (64, 86); Dr. Löffler in Innsbruck ist an ihre Bestimmung gegangen. Wir führen die von ihm nachgewiesenen Arten nach den Etiketten der geologischen Sammlung der Innsbrucker Universität an (L). Endlich fügen wir entsprechend unseren Darlegungen S. 53 die in den Tonen des Ölberges gefundenen Zapfen der Bergkiefer hinzu (Ö). Wir führen die einzelnen Formen nach ihrer Häufigkeit an (s. S. 113).

Außerdem kommen zahlreiche Blätter von Cyperaceen und Grammineen vor, die unter dem Sammelnamen *Cyperites Hoettingensis* zusammengefaßt werden (WL), endlich im Bereiche der Terrasse nicht näher bestimmbare Blätter von *Picea*, *Tilia*, *Fagus*, *Alnus*, *Salix*, *Betula*, *Adenostyles* oder *Tussilago* (L).

Sehen wir von den 3 spezifisch nicht sicher bestimmbaren Formen ab, so haben wir eine Flora von insgesamt 41 Arten. 37 davon leben heute noch, 4 sind neue Arten, die in der Gegenwart noch nicht nachgewiesen sind. Diese aber treten aus der Variationsbreite rezenter Arten nur sehr wenig heraus, und zwar schließt sich

¹ Von E. Kayser irrtümlich als in der Breccie vorkommend erwähnt (49).

<i>Rhamnus Hoettingensis</i> v. W.	eng an	<i>R. latifolia</i> L'H.,
<i>Adenostyles Schenkii</i> v. W.	» »	<i>A. crassifolia</i> Kern und an <i>A. Pontica</i> Koch,
<i>Tussilago prisca</i> v. W.	» »	<i>T. Farfara</i> L.,
<i>Taxus Hoettingensis</i> v. W.	» »	<i>T. baccata</i> L.

Diese Abweichungen sind nicht erheblich genug, um daraufhin der Breccie ein anderes als quartäres Alter zuschreiben zu können, zumal in ihr, wie v. Wettstein (33, S. 39) hervorgehoben hat, nicht eine einzige Art vorkommt, die aus einer sicher tertiären Ablagerung Europas bekanntgeworden wäre.

Wollen wir eine nähere Altersbestimmung der Breccie auf paläontologischem Wege versuchen, so müssen wir uns vor Augen halten, daß wir an keiner Stelle eine das ganze Quartär umfassende Schichtfolge kennen, die durch ihre Fauna und Flora einen festen Ausgangspunkt für stratigraphische Vergleiche liefern könnte. Die bisher untersuchten quartären Faunen und Floren ordnen sich bekanntlich zwei Typen unter, von denen der eine auf ein warmes, der andere auf ein kaltes Klima weist; den ersteren hat man, zumal er sich nicht selten unter Moränen findet, vielfach als den älteren angesehen. Von diesem Gesichtspunkte aus hat Rothpletz (99) die stratigraphische Einordnung der Höttinger Flora versucht. Er stellt ihre Flora mit der der Kalktuffe von Pianico am Iseensee, der Tone von Calprino bei Lugano und der Kohlen von Leffe im Gandinotale zusammen und findet, daß von den 64 Arten der Gesamtflora zwar 55 heute noch leben, daß aber 17 schon im Pliozän nachgewiesen sind. Das stimmt so sehr mit dem Charakter des englischen Forestbed überein, daß es kaum anders möglich sei, als alle miteinander einer Periode einzureihen, welche auf der Grenze zwischen Pliozän und Pleistozän stehe. Die Höttinger Breccie sei daher in einem Zeitabschnitte zur Ablagerung gekommen, welcher die pliozäne und diluviale Zeit miteinander verbände; es stehe somit vollkommen frei, sie als jungpliozän oder als altdiluvial zu bezeichnen; jedenfalls sei sie der Sizilienstufe einzuordnen.

Wir dürfen nach dem heutigen Stande unseres Erkennens nicht ohne weiteres einzelne Floren oder Faunen des Quartärs auf Grund ihrer Ähnlichkeit für gleich alt ansehen; denn zu welcher Anschauung über das Wesen der Eiszeit man sich auch bekennen möge, durch die bisherigen Untersuchungen ist zum mindesten die Möglichkeit aufgerollt, daß wir entsprechend

	Roßfall Lehner	Ter- rasse		Roßfall Lehner	Ter- rasse
Sehr häufig sind:			Selten sind:		
1. <i>Rhododendron Ponticum</i> L...	W B		19 <i>Abies alba</i>	B	
2. <i>Pinus silvestris</i> L.	W B	L	20. <i>Viola odorata</i> L.....	W	L
3. <i>Picea</i> sp. (nahestehend <i>excelsa</i> und <i>Omorica</i>)	W	L	21. <i>Rhamnus Hoettingensis</i> sp. n.	W	
4. <i>Acer Pseudo-Platanus</i> L.	W	L	22. <i>Orobus aff. vernus</i> L.....	W	
5. <i>Rhamnus Frangula</i> L.....	W		23. <i>Potentilla micrantha</i> Ram....	W	
6. <i>Salix nigricans</i> Sm.....	W		24. <i>Ribes alpinum</i> L.....	W	
7. <i>Fragraria vesca</i> L.....	W		25. <i>Cornus sanguinea</i> L.....	W	
8. <i>Adenostyles Schenkii</i> sp. n. . .	W		26. <i>Hedera Helix</i> L.	W	L
9. <i>Prunella vulgaris</i> L.....	W	L	27. <i>Bellidiastrum Micheli</i> Cass..	W	
Häufig sind:			28. ? <i>Arbutus Unedo</i> L.	W	
10. <i>Pinus montana</i> Mill. var. <i>un-</i> <i>cinata</i> Ram.	—	Ö	29. <i>Tussilago prisca</i> sp. n.	W	
11. <i>Polygale chamaebuxus</i> L.	W		30. <i>Prunella grandiflora</i> Jacq....	W	
12. <i>Viburnum Lantana</i> L.	W		31. <i>Buxus sempervirens</i> L.	W	
13. <i>Salix glabra</i> Scop.....	W		32. <i>Ulmus campestris</i> L.	W	
14. <i>Salix incana</i> Schrk.	W		33. <i>Salix grandifolia</i> Ser.....	W	
15. <i>Salix triandra</i> L.	W		34. <i>Salix Caprea</i> L.....	W	
16. <i>Taxus Hoettingensis</i> sp. n. . . .	W		35. <i>Juniperus communis</i> L.	W	
17. <i>Taxus baccata</i> L.....	W		36. <i>Convallaria majalis</i> L.	W	L
18. <i>Majanthemum bifolium</i> (L.) DC.....	W B	L	37. <i>Nephrodium filix mas</i> (L.) Rich.	W	
			Nur in einem Exemplar gefunden:		
			38. <i>Tilia grandifolia</i>	W	
			39. <i>Prunus avium</i> L.....	W	
			40. <i>Rubus caesius</i> L.....	W	
			41. <i>Sorbus Aria</i> Cr.....	W	
			42. <i>Sorbus Aucuparia</i> L.....	W	
			43. <i>Alnus incana</i> L.....	W	
			44. <i>Fagus silvatica</i> L.....	B	

den verschiedenen Glazial- und Interglazialzeiten verschiedene kalte und warme Floren und Faunen haben können, in denen dieselben Elemente wiederkehren. Deswegen kann das Auftreten gemeinsamer Arten, das sonst so erfolgreich zur Altersbestimmung verwendet wird, im Quartär nur mit großer Einschränkung benutzt werden. Will man auf Grund von Floren und Faunen Altersbestimmungen vornehmen, so muß man auf die Gesichtspunkte zurückgreifen, welche Lyell bei Gliederung des Tertiärs befolgte, als er auf das allmähliche Anwachsen moderner Arten unter den Meeresbewohnern Gewicht legte. Doch gestattet die Lückenhaftigkeit und Zusammenhanglosigkeit der einzelnen Quartärfloren und -faunen weniger den Nachweis vom Erscheinen neuer Formen, als den des Schwindens alter. Je mehr wir uns der Gegenwart nähern, desto mehr müssen sowohl in den warmen,

als auch in den kalten Floren und Faunen einzelne Elemente verschwinden, weswegen jüngere weniger, die älteren mehr erloschene Formen enthalten werden. Vorausgesetzt dabei ist natürlich, daß bei den Bestimmungen die Formen durchweg in gleicher Weise eng gefaßt werden.

Gehen wir mit dieser, von uns schon früher ausgesprochenen Erwägung (50, S. 1157) an die Tabelle verschieden warmer Quartärfloren, die Rothpletz zusammengestellt hat, so erkennen wir auf den ersten Blick das verschiedene Verhalten ihrer einzelnen Bestandteile. Da ist zunächst die kleine Flora von Calprino mit fünf heute noch lebenden Arten. Dann folgt die Flora von Pianico mit 25 Arten, von denen nur eine als erloschen gilt, nämlich *Rhododendron Sebinese* Sordelli, das aber dem *Rhododendron Ponticum* so nahesteht, daß E. Fischer von seiner Selbständigkeit als Art nicht überzeugt ist. Dann folgt die Flora von Hötting mit ihren 41 Arten, darunter die erwähnten 4 erloschenen. Endlich kommt die Flora von Leffe mit allerdings nur 9 Arten, von denen aber 4, wenn nicht 5, ausgestorben sind. Wir haben also der Reihe nach 0, 4, 10, 50 Prozent ausgestorbene Arten und erkennen, daß die vier Floren verschiedene Stadien der Annäherung an die heutige darstellen. Unverkennbar gehören Calprino und Pianico zusammen; nur eine Art von Calprino (*Fagus silvatica*) fehlt bei Pianico. Dagegen sind Pianico und Hötting trotz aller bereits von R. v. Wettstein bemerkten Ähnlichkeit (33, S. 41) doch in merklich verschiedenem Maße modern. Leffe endlich steht beiden fremd gegenüber. Das hat auch Rothpletz wahrgenommen. Er erachtet es für älter als die beiden anderen (99, S. 141), aber wirft sie doch schließlich zusammen, da er glaubt, daß bei Leffe und Pianico dasselbe *Rhinoceros etruscus* Falc. vorkomme¹.

¹ Vom Rhinoceros von Pianico liegen im Museum zu Mailand Fußknochen. Nach Stoppani (Era neozoica, S. 245) gehören sie zu *Rh. Mercki* Kaup u. Jaeg., wie Forsyth Major nach eingehenden Studien festgestellt habe. während früher Rütimeyer (Über Pliocen und Eisperiode auf beiden Seiten der Alpen. Rektoratsrede Basel 1875, S. 27) berichtet, daß Major sie dem *Rh. etruscus* Falc. zuzuschreiben geneigt wäre. Herr Dr. Max Schlosser in München hatte die Freundlichkeit, die mir nicht zugänglichen Schriften von Major durchzusehen; er findet darin den Namen Pianico, namentlich auch an der von Rothpletz (99, S. 140) erwähnten Stelle, gar nicht zitiert. Nach Rütimeyer (S. 30) tragen die in Mailand aufbewahrten Rhinocerosreste aus Leffe den Namen *Rh. leptorhinus* Cuv. Major schreibt sie nach Rütimeyers Angabe dem *Rh. etruscus*, nach Stoppani hingegen *Rh. leptorhinus* zu. Portis hat sie als *Rh. Mercki* Kaup u. Jaeg. bestimmt (Contribuzione alla storia fisica del bacino di Roma 1896). Ob hiernach die Rhinocerosreste von Pianico

Die geologische Untersuchung an Ort und Stelle ergibt eine Bestätigung unsrer auf paläontologischer Grundlage versuchten Altersbestimmung. Die Mergel von Pianico und Sellere gehören gleich den Tonen von Calprino und von Re im Vigezzotale in die Riß-Würm-Interglazialzeit (50, S. 821 bis 833). Sie liegen ebenso wie die von Re zwischen Moränen. Das ist des öfteren schon beobachtet und beschrieben worden (50, S. 83). Lepsius hat es auf Grund seines Besuches der Örtlichkeit bestritten (72, S. 83). Seit her ist Baltzer¹ erneut an Ort und Stelle gewesen und hat sich abermals vom Auftreten der Liegendmoräne unmittelbar unter den Blättermergeln vergewissert. Aber Rothpletz hegt auch hier Zweifel. Ohne Pianico selbst untersucht zu haben, hält er in demselben Satze, in dem er sagt (99, S. 142), daß bei Hötting liegende Glazialbildungen sicher nicht vorkommen, deren Fehlen bei Pianico für höchst wahrscheinlich. Fr. Levy jedoch, auf dessen Mitteilungen er seine Zweifel zu stützen sucht, bestätigt die Zwischenlagerung der Blattmergel zwischen Moränen und bezeichnet das Profil als eindeutig².

Daß die Höttinger Breccie nicht in die Riß-Würm-, sondern in eine frühere Interglazialzeit, spätestens in die Mindel-Riß-Interglazialzeit fällt, ist in dieser Arbeit erwiesen worden. Sie ist mindestens um eine Glazialperiode älter als Pianico, und das macht erklärlich, daß ihre Flora einen weniger modernen Anstrich hat. Daß sie nicht gleich alt mit Pianico sein kann, ist auch aus floristischen Gründen zu schließen: Die Flora von Hötting ist an der Pflanzenfundstelle des Roßfall Lehnens in 1150 m Meereshöhe gewachsen, die von Pianico-Sellere sammelte sich in einem See von wenig mehr als 300 m Spiegelhöhe. In einem Falle haben wir es mit einer Bergflora auf der Nordseite der Alpen, im anderen mit einer Talflora auf der Südseite zu tun. Wenn in beiden eine Reihe gemeinsamer charakteristischer Spezies

und Lefte derselben Art angehören, erscheint mir nicht sichergestellt, und ich habe mich um so mehr gehütet (50), auf sie stratigraphische Folgerungen aufzubauen, als Rütimeyer an zwei Stellen (S. 30 und 35) ausspricht, daß ihm der Mut abhanden gekommen ist, fürderhin über Rhinoceros zu urteilen, das eine Mal angesichts der Funde von Lefte. Die Angabe von Rothpletz, daß Stoppani das *Rhinoceros Mercki* mit *Rhinoceros etruscus* für identisch halte, trifft nicht zu. Stoppani erwähnt nur, daß das *Rhinoceros Mercki* der Autoren zwei Arten: *Rhinoceros etruscus* und *Rhinoceros hemitoechus* umfasse, daß aber letzterem Namen *Rhinoceros Mercki* aus Prioritätsgründen vorzuziehen sei.

¹ Über die in der Nähe des Iseosees vorkommenden Blättermergel von Pianico und Sellere. *Eclogae Geologicae Helvetiae*, XII, 1912, S. 182.

² Die eiszeitliche Vergletscherung der Südalpen zwischen Dora Riparia und Etsch. *Zeitschr. f. Gletscherkunde*, IX, 1915, S. 225.

(*Rhododendron Ponticum*, *Buxus sempervirens*, *Acer Pseudo-Platanus*, *Hedera Helix*, *Viburnum lantana*) auf gleiches Klima deutet, so erscheint uns ihre Gleichalterigkeit ausgeschlossen, weil auf der Nordseite der Alpen in 1150 m Höhe immer andere klimatische Verhältnisse herrschen mußten als gleichzeitig auf der Südseite um 300 m.

Die Schieferkohlen von Leffe sind entschieden älter als die zur Riß-Eiszeit gehörige Hochterrasse des Seriotales (50, S. 839). Sie sind also älter als die Mergel von Pianico, was auch von Sordelli immer behauptet worden ist. Spätestens können sie in die Mindel-Riß-Interglazialzeit gestellt werden. Das hielt ich 1907 für das wahrscheinlichste. Seither hat Fr. Levy (a. a. O. S. 311) Leffe besucht und neue Angaben über die Lagerungsverhältnisse der Schieferkohlen auf Grund von deren bergmännischer Erschließung gemacht. Danach erfüllen sie das Gandinotal bis in große Tiefen hinab, lagern aber nicht horizontal. Sie fallen nicht nach Norden, wie Rütimeyer angibt, auch nicht nach Westen, wie man erwarten müßte, wenn sie in dem durch Aufschüttung des Serio abgedämmten Seriotale entstanden wären, sondern um mehr als 20 Promille nach Süden. Das weist, wie Levy richtig bemerkt, auf eine stattgehabte Senkung, die jünger ist als die Kohle, aber älter als die Hochterrasse des Seriotales; denn letzere ist von ihr nicht betroffen worden. Es verbietet sich nunmehr, wie ich es früher getan habe, von einer Kontinuität der Ablagerung von der Kohle bis zu den mächtigen Serioschottern zu sprechen. Beide bilden nicht, wie ich früher annahm und auch Levy angibt, einen Komplex, in dem eine chronologisch-stratigraphische Gliederung unmöglich ist, sondern scharf sind die Kohlen mit ihren mächtigen tonigen Zwischenmitteln von den hangenden Schottern durch eine Periode der Dislokation geschieden. Sie haben die Hebung der Alpen noch miterfahren, die auf deren Südseite das marine Pliozän ansehnlich emporhob, aber in den Ablagerungen des älteren Quartärs kaum noch spürbar ist. Danach rücken die Schieferkohlen von Leffe weit ab von der Riß-Eiszeit, der die Hochterrasse des Seriotales angehören dürfte, und können in der Mindel-Riß-Interglazialzeit keinen Platz mehr finden. Wir wagen sie selbst nicht in die Günz-Mindel-Interglazialzeit zu stellen, denn ihre Flora weicht erheblich mehr von der Höttinger ab als diese von der von Pianico.

Eine ähnliche Verschiedenheit wie zwischen der Höttinger Breccie und den Mergeln von Pianico existiert zwischen ihr und den Schieferkohlen und verwandten Gebilden der Nordschweiz, von Oberbayern und Nordtirol. In den

Schieferkohlen von Dürnten und Wetzikon, von Mörschwyl und von Uznach haben wir ausschließlich rezente Arten, deren Zahl durch die Untersuchungen von Neuweiler¹ nunmehr auf 27 gewachsen ist, und darunter ist nur eine, die heute nicht in der Nordschweiz vorkommt, nämlich *Brasenia purpurea*. Dazu haben die Untersuchungen von Neuweiler² und A. Brockmann-Jerosch³ eine Flora von nicht weniger als 57 Arten in dem alten Delta des Dorfbaches von Kaltbrunn bei Uznach im Kanton St. Gallen gestellt, welche zwar nur fünf Arten mit den Schweizer Schieferkohlen gemeinsam hat, aber die Eigentümlichkeit teilt, nur moderne Arten zu umfassen. Die interglaziale Lagerung der Schweizerischen Schieferkohlen ist seit langem bekannt und neuerlich von Albert Heim⁴ für alle in Rede stehenden Vorkommnisse bestätigt worden. Brückner hat die von Dürnten und Wetzikon in die Riß-Würm-Interglazialzeit gestellt (50, S. 581), und glaubte er anfänglich Gründe zu haben, die von Uznach für jünger zu halten (50, S. 531), so wurden diese doch erschüttert, als Neuweiler die völlige Gleichheit der Flora von Uznach mit der der beiden anderen Vorkommnisse erwies (50, S. 1157). Mörschwyl wurde von mir in die gleiche Interglazialzeit verwiesen (50, S. 420); die Ansicht, daß alle Vorkommnisse der letzten Interglazialzeit angehören, ist heute in der Schweiz die herrschende.

H. Brockmann-Jerosch hält dies Vorkommnis von Kaltbrunn für jünger. Er findet, daß das dortige alte Delta, das von Moränen bedeckt wird und auf lakustro-glazialen Tonen aufruht, als jüngere Terrasse an die Terrasse der Uznacher Schieferkohlen angelagert ist, und nimmt an, daß es in einem glazialen Stausee am Gletschersaume abgelagert worden sei. Er kommt also zu einer ähnlichen Anschauung, wie wir sie oben für die Entstehung gewisser Partien der Inntalterrasse erörtert haben. Bedenken dagegen hat bereits 1911 C. A. Weber geltend gemacht (vgl. S. 10), und ich habe gleiches 1912 getan (83); indem ich hervorhob, daß die Schichten-

¹ Zur Interglazialflora der schweizerischen Schieferkohlen. IX. Bericht der zürcherischen botanischen Gesellschaft, 1905.

² Über die subfossilen Pflanzenreste von Güntenstall bei Kaltbrunn. X. Bericht der zürcherischen botanischen Gesellschaft, 1907. Schweizerische Wissenschaftliche Nachrichten, I, 1907, Serie D. 1.

³ Die fossilen Pflanzenreste des glazialen Delta bei Kaltbrunn und deren Bedeutung für die Auffassung des Wesens der Eiszeit. Jahrb. d. 31. Gallischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft f. 1909. St. Gallen 1910.

⁴ Geologie der Schweiz, S. 313.

folge von Kaltbrunn und Uznach die allergrößte Ähnlichkeit mit der Inntal-terrasse hat. Wir finden unten einen Sockel von Bändertonen und Moränen. Darüber baut sich das Kaltbrunner Delta auf, weiter oben folgen Schotter. In diesen lagert das Flöz der Uznacher Schieferkohlen und greift bergwärts auf eine liegende Moräne, die sich emporhebende Sockelmoräne, über. Die ganze Serie aber wird diskordant von hangenden Moränen abgeschnitten¹, ganz ebenso wie die Inntalschotterterrasse. Die Ähnlichkeit erstreckt sich auch auf das Auftreten von Pflanzenresten, auf deren Auftreten in den Terrassenablagerungen bei Ampaß wir hinweisen, sowie auf das von Schieferkohlen, die in einem Seitenwinkel der Terrasse des Unter-Inntales, im Brixentale, vorkommen (50, S. 321 u. 1167) und die ausschließlich rezente Arten enthalten². Dabei handelt es sich bei Uznach aber nicht etwa bloß um ein isoliertes Vorkommnis, sondern auch am gegenüberliegenden Buchberg bei Wangen haben wir mächtige Seetone mit Schieferkohleneinlagerungen³. Kurz, wir haben im Zürichseetale ein genaues Seitenstück zur Inntalschotterterrasse mit allen ihren Einzelheiten.

Bei der großen Ähnlichkeit im Auftreten der Ablagerungen von Uznach und der Inntal-terrasse erscheint es wohl gerechtfertigt, beide als Altersäquivalente aufzufassen. Nun lehrt die Flora der ersteren, daß zur Zeit ihrer Ablagerung ein dem heutigen sehr ähnliches Klima existierte, und die Ausdehnung der letzteren, daß während ihrer Aufschüttung der Inntalgletscher weit, mindestens bis in den Bereich des Gschnitzstadiums zurückgezogen war. Daraus ergibt sich ganz ähnlich wie aus Flora und Erstreckung der Höttinger Breccie, daß die Flora des milden Klimas nicht in der Nähe großer Gletscher existiert hat. Dementsprechend kann zur Zeit der Ablagerungen der Schweizer Schieferkohlen die Schneegrenze nicht wesentlich tiefer als die heutige gelegen haben.

¹ C. Schmidt, Bericht über die Exkursion nach dem Rickentunnel, nach Uznach und nach Toggenburg. Ber. über die XXXVIII. Versammlung des Oberrheinischen Geologischen Vereins, 1905.

² V. Zailer, Das diluviale Torf-(Kohlen)lager im Talkessel von Hopfgarten Tirol. Zeitschr. f. Moorkultur und Torfverwertung, 1910, S. 267—281. H. Schreiber, Vergletscherung und Moorbildung in Salzburg. Österreich. Moorzeitschr. 1911/12, S. 28 des Sonderabdrucks hält die Kohle für interglazial, Zailer entsprechend meiner früheren Ansicht für interstadial.

³ Vgl. Brückner 50, S. 529. F. Mühlberg, Die Unterlage der Schieferkohlen von Uznach und Wangen. *Eclogae geologicae Helvetiae*. XI. 1910, S. 729.

So gewinnen wir abermals Gründe gegen die von H. Brockmann-Jerosch entwickelte Ansicht einer bloßen regionalen Gliederung der Quartärflora und führen erneut einen Kreuzbeweis dafür, daß sie in den Interglazialzeiten ganz ähnlich zonal angeordnet war wie heute. Für die Eiszeiten aber ist längst durch Nathorst erwiesen, daß mit der Herabdrückung der Schneegrenze die der hochalpinen Flora in geringe Höhen verknüpft war. Danach erscheint die Vorstellung gerechtfertigt, daß das Eiszeitalter durch eine Serie von Auf- und Abwärtsbewegungen der Höhengürtel gekennzeichnet war, durch welche ganze Floren zu weiten Wanderungen gezwungen wurden. Daß bei diesen Wanderungen sich die Flora so wenig veränderte, daß nach einer Vergletscherung die Arten der Schweizer Schieferkohlen mit einer einzigen Ausnahme an die Standorte zurückgekehrt sind, die sie in der Riß-Würm-Interglazialzeit in der Nordschweiz hatten, daß nach zwei aufeinanderfolgenden großen Vergletscherungen 70 Prozent der 41 Arten, die während der Mindel-Riß-Eiszeit am Nordgehänge des Inntales bei Innsbruck gediehen, heute daselbst vorkommen, erscheint uns als ein zwingender Beweis für die Widerstandsfähigkeit des Artcharakters gegen Klimaänderungen und für die Zähigkeit, mit welcher sich die einzelnen Arten im Kampfe ums Dasein behaupten. Dieser schob sie um gewaltige Strecken hin und her, ohne daß sie sich veränderten. Die Klimaschwankungen zwangen sie zu Migrationen, aber nicht zu Mutationen. Der angesichts der Betrachtung der heutigen Standorte der Höttinger Flora erwachsenen Annahme v. Wettsteins (33, S. 40), daß die nach Ablagerung der Höttinger Breccie folgende Eiszeit keine so große klimatische Veränderung mit sich brachte wie die vorhergehende, vermögen wir aus geologischen Gründen nicht beizupflichten. Auf die Bildung der Breccie folgte die größte Vergletscherung, deren Spuren wir auf der Nordseite der Ostalpen kennen, nämlich die der Riß-Eiszeit.

Die von R. v. Wettstein beschriebene Flora der Breccie ist aus einem Gusse. Sie wurde durch Murgänge, also ziemlich plötzlich, allerdings in verschiedenen Jahren und Jahreszeiten, verschüttet. v. Wettstein konnte Gründe dafür beibringen, daß die eine Lage etwa im Mai, die andere im Herbst entstand. Jedenfalls erfolgte die Ablagerung des gesamten, 15 m mächtigen pflanzenführenden Komplexes in so kurzer Zeit, daß sich nur lokale Änderungen in der Flora, keine solchen ihres Gesamtcharakters zu entwickeln vermochten. Das gilt aber nur für die Pflanzenfundstelle am Roßfall Lehner. Die Flora der Breccienpartien auf der Terrasse trägt einen

abweichenden Charakter. Da haben wir zunächst in den Ölbergtonen *Pinus montana*. Sie muß zwar nicht unbedingt auf ein kaltes Klima zu Beginn der Breccienbildung hinweisen, denn ihre Zapfen werden heute noch von den Lawinen des Höttinger Grabens und der Arzler Reißer jedes Frühjahr bis auf die Inntalterrasse hinabbefördert. Aber ihr Fehlen am Roßfall Lehner spricht dafür, daß sie, als das pontische Rhododendron am Berg- hang in der Nachbarschaft von Stellen häufig war, wo sie heute üppig gedeiht, nicht vorkam. Weiter ist die Tatsache höchst auffällig, daß in den unteren Breccienpartien, in denen Rupert Bär eine ganz ansehnliche Zahl von Blattresten gesammelt hat, auch noch nicht ein Blatt von *Rhododendron Ponticum* gefunden worden ist, das am Roßfall Lehner vorherrscht. Der Höhenunterschied zwischen den unteren und den oberen Fundstellen, 250—400 m, ist nicht so beträchtlich, um dies Fehlen zu erklären. Eher scheint dieser darauf zu weisen, daß die klimatischen Bedingungen zur Zeit der Breccienbildung im Bereiche der Inntalterrasse andere waren als zur Zeit der Schuttanhäufung an den oberen Gehängepartien, die entsprechend unseren Ausführungen S. 94 später geschah. Danach würde sich während der Gesamtablagerung der Breccie doch eine Klimaänderung vollzogen haben, und zwar im Sinne eines allmählichen Wärmerwerdens. Die Flora der unteren Breccie ist allerdings nur dürftig bekannt. Unter ihren neun Arten ist nicht eine einzige, die nicht heute noch auf der Inntalterrasse lebte oder deren Samen auf letztere durch Lawinen herabgebracht werden. In gleiche Richtung wie die Flora der unteren Breccienpartien weist die Fauna des Grenzlehmes im Höttinger Graben. Die Hälfte ihrer Arten: *Fruticola villosa* und *Vallonia tenuilabris*, sind nordisch-alpine.

Nachdrücklich betont v. Wettstein den pontischen Charakter der von ihm untersuchten Flora aus den oberen Partien der Höttinger Breccie, und Beck v. Managetta erkennt in ihr die von ihm studierte illyrische Flora wieder (70). Hierin liegt keine grundsätzliche Verschiedenheit. Es sind süd-östliche Elemente, die sich während der Mindel-Riß-Interglazialzeit über die Nordtiroler Kalkalpen erstreckten, während sie heute am östlichen Alpen- saume bei Wien und an der Grenze von Alpen und Karst haltmachen. Gegenüber den heutigen Florengrenzen waren die der Mindel-Riß-Inter- glazialzeit ganz wesentlich nach Nordwesten hin verschoben.

Während der Riß-Würm-Interglazialzeit lagen die Dinge anders. Zwar kennen wir noch nicht die hierhergehörige Flora von Ampass bei Innsbruck;

aber in letzter Zeit ist uns die Flora einer ganzen Reihe von Schieferkohlen in Oberbayern durch J. Schuster¹ und der S. 118 erwähnten von Nordtirol bekannt geworden, die allesamt von Würmmoränen bedeckt sind, und die wir daher in die Riß-Würm-Interglazialzeit verweisen. Dieselben fügen sich zu einem Bilde, daß während der Riß-Würm-Interglazialzeit auf der Nordseite der Ostalpen eine von der heutigen nicht abweichende Flora vorhanden war, von ähnlichem Charakter wie der der Schieferkohlen in der Schweiz, wenn auch *Brasenia purpurea* in ihnen nirgends gefunden worden ist. Danach dehnte sich zur Riß-Würm-Interglazialzeit die mitteleuropäische Flora bis in die Täler der nördlichen Alpen, in denen in der vorhergehenden Interglazialzeit sich pontisch-illyrische Elemente verbreitet hatten. Letztere fehlten auch damals in den Alpen nicht; sie waren jedoch beschränkt auf die Südseite des Gebirges, wie die pontischen Rhododendren in Pianico lehren. Damals war der Zentralkamm der Ostalpen in ähnlicher Weise Floragrenze wie heute.

Im Lichte dieser Betrachtung gewinnt die Tatsache, daß wir in den unteren Partien der Breccie die spezifisch pontischen Elemente der Flora nicht kennen, eine gewisse Bedeutung. Sie läßt uns folgern, daß bei Beginn der Breccienbildung, als unten im Inntale mächtige Schuttkegel angehäuft wurden, die mitteleuropäische Flora dort eingewandert war, während die pontisch-illyrische erst einzog, als sich das Gebirge in seinen eigenen Schutt zu hüllen begann. Letzteres ist während der Riß-Würm-Interglazialzeit nicht geschehen; damals hat die pontische Flora den Alpenkamm nicht zu überschreiten vermocht. Reicher ist die Geschichte der vorletzten Interglazialzeit als die der letzten, was wir mit ihrer größeren Wärme und längeren Dauer in Verbindung bringen möchten.

Durch Aufhellung der Altersbeziehungen der Höttinger Breccie zu den Schweizer Schieferkohlen und denen von Leffe wird ein Anhalt zu ihrer Einordnung in die Quartärfaunen gewonnen. Die Schweizer Schieferkohlen sind mit *Elephas antiquus* und *Rhinoceros Mercki* vergesellschaftet, die Kohlen von Leffe bergen *Elephas meridionalis* und *Bos etruscus*. Die letztere Fauna wird von manchen als die jüngste des Pliozäns angesehen. Auch für diese Autoren muß die Höttinger Breccie als quartär gelten, nachdem sich gezeigt hat, daß sie erheblich jünger als Leffe ist. Indes

¹ Paläobotanische Notizen aus Bayern. Berichte d. Bayer. Bot. Ges. XII, 1909, S. 1. Schuster, verweist alle oberbayerischen Schieferkohlen in die Achenschwankung.

sind wir nicht der Meinung, daß *Elephas meridionalis*, wenn er auch schon im Pliozän vorkommt, doch ohne weiteres jede Ablagerung als pliozän stempelt, und rechnen die Kohlen von Leffe unbedenklich zum Quartär. Für uns rückt daher die Breccie recht weit ab vom Beginne des Quartärs.

Aber sie steht auch den Schweizer Schieferkohlen nicht nahe, sondern ist von letzteren durch die Riß-Eiszeit getrennt, deren Ablagerungen, wie Brückner gezeigt hat (50, S. 465), in der Nordschweiz dieselbe kalte Fauna mit *Elephas primigenius* bergen wie die zur Würm-Eiszeit gehörigen. Die »kalte« Fauna der Nordschweiz wird durch die Schieferkohlen der Riß-Würm-Interglazialzeit mit ihrer »warmen« Fauna in zwei Horizonte gespalten, von denen der untere aus geologischen Gründen zwischen die Schieferkohlen und die Höttinger Breccie gestellt werden muß. Hieran müssen wir mit aller Entschiedenheit festhalten, wenn auch J. Bayer die Einschaltung der »warmen« Antiquus-Fauna zwischen zwei »kalte« Primi-genius-Faunen im Löß außerhalb der Alpen so sehr vermißt, daß er am warmen Klima des Riß-Würm-Interglazials zweifelt und die Schweizer Schieferkohlen in die Mindel-Riß-Interglazialzeit verschieben möchte¹.

Es ist lange Zeit herkömmlich gewesen, die »warme« Diluvialfauna mit dem französischen Chelléen in Verbindung zu bringen, und in der Tat trifft dies in der Gegend von Paris zu. Aber anders liegen die Dinge in Deutschland. Hier verknüpft sich in den Kalktuffen von Taubach und Ehringsdorf bei Weimar, die wir als einheitliches Ganzes ansehen müssen, die warme Fauna mit einer wesentlich anderen Industrie. Letztere nähert sich zwar nach R. R. Schmidt² dem Acheuléen weit mehr als dem Moustérien, weist aber doch starke Anklänge an die Industrie von La Micoque auf, die von vielen zum Moustérien gestellt wird. In jüngster Zeit sind, wie mir Hr. Direktor Schuchhardt mitteilt, Funde gemacht worden, die dem Formenkreise der Industrie vom Abri Audit mit Anklängen an das Aurignacien angehören, weswegen an der Zugehörigkeit von Taubach zum Moustérien nicht mehr zu zweifeln ist. Durch Commont ist ferner³ der

¹ Das Klima während des Riß-Würm-Interglazials. Jahrb. f. Altertumskunde, Wien V, 1911, S. 98.

² R. R. Schmidt, Das Alter der paläolithischen Station des Ilmtales. Korrespondenzblatt der D. G. für Anthropologie, Ethnologie und Urgeschichte. 63, 1912, Nr. 7—12.

³ Vgl. hierzu Fritz Wieggers, Die Gliederung des französischen Pliozäns und Pleistozäns. Zeitschr. d. D. geol. Gesellsch. 65, 1913, S. 384 (408).

Nachweis geführt worden, daß sich in den Sommeterrassen bei Amiens zwei warme Faunen finden, die eine mit Chelléen-, die andere mit Moustérienmanufakten. Wir können daher heute mit Sicherheit zwei verschiedenen alte »warme« Quartärfaunen unterscheiden, von denen die jüngere in den Kalktuffen von Taubach und Ehringsdorf vorliegt. Nach Fauna¹, Flora² und Lagerung sind sie genaue Seitenstücke der schweizerischen Schieferkohlen, also typische Repräsentanten der Riß-Würm-Interglazialzeit. In der älteren warmen Fauna des Chelléen, das wir früher schon in die Mindel-Riß-Interglazialzeit stellten³, suchen wir hingegen das mutmaßliche Altersäquivalent der Höttinger Breccie außerhalb der Alpen. Älter sind die Horizonte von Mauer und Süßenborn; sie nähern sich durch *Rhinoceros etruscus* und *Bos etruscus* dem noch älteren von Leffe mit seiner von der gegenwärtigen so abweichenden Flora, und einer Fauna, die am meisten jener von St. Prest entspricht.

IV. Die Umgestaltung des Talgehänges nördlich von Innsbruck seit Beginn der Breccienbildung.

Die Höttinger Breccie gewährt einen wichtigen Einblick in die Oberflächengestaltung der Gegend von Innsbruck inmitten des Eiszeitalters. Das Inntal hatte bereits während der Mindel-Riß-Interglazialzeit nahezu seine heu-

¹ Ewald Wüst, Die pliozänen Ablagerungen des Travertingebietes der Gegend von Weimar und ihre Fossilienbestände in ihrer Bedeutung für die Beurteilung der Klimaschwankungen des Eiszeitalters. Zeitschr. f. Naturwissensch. 82, S. 161.

² Artur Weiß, Das Pleistozän der Umgebung von Weimar. Hildburghausen o. J. (1910), S. 33, führt 33 Pflanzenformen aus den Kalktuffen an, von denen nur eine ausgestorben ist (*Quercus Mammuthi* Heer). Indes liegen für Weimar nur verhältnismäßig wenig sicher bestimmte Arten vor. Dringend nötig erscheint es, nachdem die dortige Konchylienfauna so eingehend bearbeitet worden ist, der Flora größere Beachtung zu schenken; denn sie kann in stratigraphischer Hinsicht noch erhebliche Dienste leisten, namentlich auch um zu entscheiden, ob die Weimarer Tuffe gleich alt mit denen von Cannstatt sind. In letzteren finden sich nämlich unter 29 Arten 3 erloschene (Heer, Urwelt der Schweiz, 2. Aufl., S. 534). Das entspricht genau dem Prozentsatz von Hötting. Diese Tatsache könnte zur Mutmaßung führen, daß in den Tuffen von Cannstatt Altersäquivalente der Höttinger Breccie vorliegen. Eine solche Mutmaßung würde eine Stütze darin finden, daß die Konchylienfauna von Cannstatt neben charakteristischem südosteuropäischem Einschlag Anklänge an die Fauna von Mauer aufweist (vgl. F. v. Sandberger, Über die pleistozänen Kalktuffe der Fränkischen Alb. Sitzungsber. der math.-phys. Klasse der K. Bayer. Akad. d. Wiss. München, 23, 1893, Heft 1).

³ Das Alter des Menschengeschlechtes. Zeitschr. für Ethnologie, 1908, S. 390.

tige Tiefe erreicht. Bei der Höttinger Kirche bricht die Breccie 80 m, bei den Allerheiligenhöfen die dortige nur 55 m über dem Inn ab. Ausgeschlossen ist, daß sie infolge von Rutschungen bis in diese geringen Höhen gelangt ist, wie Heß glaubt (61, S. 379). Die Felswände, die sie am Ausgange der Mühlauer Klamm bildet, tragen durchaus das Gepräge von anstehendem Gestein, und ihr Sockel ist bei 740 m Höhe noch nicht erschlossen. Die Felsterrasse des Inntales war um jene Zeit nördlich von Innsbruck, wenn auch in geringerer Höhe als die heutige Terrasse, deutlich ausgebildet. Unter Breccienbedeckung streicht sie an deren Rand in 650—750 m Höhe aus und hebt sich am Fuße des Talgehanges im Höttinger und Mühlauer Graben bis auf 850—900 m empor. Das Gehänge selbst besaß im wesentlichen seine heutige Gliederung. Der Höttinger und Mühlauer Graben waren bereits eingeschnitten; der Höttinger in seinen unteren Partien in größerer Tiefe und Breite; von den Gufeln dehnte sich bis zum Nißwald eine breite, kesselähnliche Weitung, welche im Westen durch steile Felswände begrenzt war.

Durch Ablagerung der Breccie wurde die Felsterrasse des Inntales im Durchschnitt um 80 m erhöht; die hier liegenden Massen schätzen wir auf 0.24 cbkm. Ferner hüllte die Breccie das Gehänge ein. In der erwähnten Weitung des Höttinger Grabens erlangt sie mehr als 100 m Mächtigkeit und reicht in solcher am Brandlschrofen bis an die Terrasse heran. Ansehnlich ist ihre Dicke auch im Mühlauer Graben. Aber auch zwischen beiden Gräben ist sie am Gerschrofen 60—80 m mächtig; weniger vermutlich zwischen Taubental und Ochsental; aber über der Rumer Mure bricht die Breccie wieder in etwa 100 m Mächtigkeit ab. Ihre durchschnittliche Mächtigkeit dürfte am Talgehänge 50 m sein und das heute noch vorhandene Volumen sich auf 0.17 cbkm bei einem Areale von 3.39 qkm belaufen.

Insgesamt liegen heute nördlich von Innsbruck zwischen Achselkopf und Vintl Alm etwa 0.4 cbkm Breccie. Das ist aber nur ein Überrest dessen, was vorhanden gewesen sein muß; denn am Gehänge bildet die Breccie nur Fetzen eines zusammenhängend gewesenen Mantels, und aus dem Bereiche der Terrasse hat sie sich jedenfalls noch ziemlich weit über die heutige Sohle des Inntales hinweg erstreckt; bricht sie doch angesichts derselben an der Hungerburg in über 100 m Mächtigkeit ab. Ihr heutiges Volumen dürfte kaum die Hälfte ihres ursprünglichen ausmachen, das wir auf rund 1 cbkm veranschlagen.

Diese Gesteinsmenge müssen wir dem Inntalgehänge zurückgeben, um seine Gestaltung vor Ablagerung der Breccie kennen zu lernen. Sie ist zum Teil den unteren Gehängepartien entnommen, die später von ihr zugedeckt wurden. Das gilt besonders von der Breccie der Terrasse; sie wird zum guten Teile aus den roten Sandsteinen des Werfener Schiefers aufgebaut, die in den Fußpartien des Gehänges auftreten und hier, wie z. B. an der Pflanzenfundstelle, von Breccie bedeckt sind. Namentlich die Beschaffenheit der Breccie im unteren Höttinger Graben weist auf große Zerstörungen am Talhang im Bereiche der Werfener Schiefer; trägt sie doch an einer Stelle im unteren Höttinger Graben den Charakter von Wildbachgerölle. Wir müssen uns vorstellen, daß sich Wildbäche während des Anfanges der Breccienbildung nach der Art der Rumer Mure in die unteren Gehänge hineinfräßen und an deren Fuße große Schuttkegel anhäuften, die, wie aus der Deltaschichtung der untersten Partien am Ausgange der Mühlauer Klamm und in der Gegend der Allerheiligenhöfe geschlossen werden kann, in stehendes Wasser geschüttet zu sein scheinen. Aber die Breccie des Gehänges wird fast ausschließlich aus Trümmern der Kalke aufgebaut, welche die Solsteinkette vom Brandjoche bis zur Rumer Spitze zusammensetzen. Sie ist eine typische Schutthalde und weist auf eine sehr bedeutende Zerstörung der Kette während ihrer Bildung.

Die Kammpartien des Gehänges überragen heute in einer Breite von 0.5—0.7 km die Fetzen des Breccienmantels, der eine Breite von 1.5—2 km bei einer durchschnittlichen Mächtigkeit von 50 m hat (vgl. Profile V und VI, Taf. XII). Sie haben also eine mittlere Abtragung von rund 150 m erfahren, vorausgesetzt, daß die Breccie nicht ansehnlich über den ursprünglichen Fuß der Wand emporgewachsen ist, unter der sie sich ablagerte, und daß der Kamm seine Lage nicht verändert hat. Letzteres aber ist in hohem Maße wahrscheinlich. Er hat nicht die Form, die bei bloßer, zur Schutthaldenbildung führender Wandverwitterung entsteht. Über der Breccie erhebt sich ein asymmetrischer Karlingkamm mit nicht allzu steilem Anstieg, nur da und dort mit Wandformen, die heute noch Schutthalden liefern. Bis zu 2000 m Höhe hinauf trägt er Schliffspuren des Inngletschers; nur an einer Stelle erstreckt sich ein Kar, die Seegruben. Es trennt die Breccie des Gerschrofens von ihrem Hintergehänge, ist also jünger als die Breccie (Profil V oben, Taf. XII). Ganz anders auf der Nordseite. Hier drängt sich Kar neben Kar mit steilen Felswänden in den Kamm, und ge-

waltige Schutthalden steigen in ihnen gegen ihn empor. Diese jungen Kare müssen bei ihrem Wachstum die Kammlinie nach Süden gerückt haben; denn hier wirkte ihnen nicht eine entsprechende Karbildung entgegen. Daß während der Ablagerung der Breccie der Kamm weiter im Norden lag, scheint auch aus deren Zusammensetzung hervorzugehen. Auch östlich des Frau Hitt-Sattels, wo der Kamm lediglich aus Muschelkalk und Partnachkalk aufgebaut wird, hatte ich den Eindruck, als ob die ihm angelagerte Breccie vornehmlich aus Wetterstein-Kalkbrocken bestünde. So bei der Höttinger Alp, am Gerschrofen zwischen Tauben- und Brunntal. Es ist sehr wünschenswert, daß dieser Eindruck durch genaue Kenner der petrographischen Verhältnisse des Karwendelgebirges überprüft werden möchte; denn wir finden den Wettersteinkalk lediglich im Norden der fraglichen Kammstrecke. Bestätigt sich mein Eindruck, so lag der Kamm bei Innsbruck zur Zeit der Ablagerung der Höttinger Breccie weiter nördlich und war höher als heute. Er ist während der Bildung der Breccie, wie deren stattliches Volumen lehrt, und seither durch die Karbildung erniedrigt worden. Letztere ist im Süden bei den Schneegruben jünger als die Breccie. In der Gegend von Mittenwald läßt sich erweisen, daß auch die auf der Nordseite des Karwendelgebirges befindlichen tiefen Kare jünger als eine Breccie sind, die nach der ganzen Art ihres Auftretens der Höttinger gleicht. Mit seinen Karen ist die ganze Kammformung des Karwendelgebirges jünger als die Höttinger Breccie und daher jünger als die Mindel-Riß-Interglazialzeit. Wieviel von ihr der Riß-Eiszeit, wieviel der Würm-Eiszeit entstammt, wissen wir nicht. Sicher ist nur, daß seit Beginn der Mindel-Riß-Interglazialzeit die Käme nördlich von Innsbruck einen ganz bedeutenden Abtrag erlitten haben, den wir auf einige hundert Meter schätzen.

Gegenüber der starken Erniedrigung der Käme nördlich von Innsbruck tritt die Vertiefung des Inntales seit der Mindel-Riß-Interglazialzeit bescheiden zurück. Sie beläuft sich höchstens auf einige Zehner von Metern; denn die untersten Breccienvorkommnisse, welche auf diesen Betrag schließen lassen, müssen keineswegs die tiefsten überhaupt gewesen sein. Es ist sehr wohl denkbar, daß sich bei ihrer einstigen weiteren Erstreckung nach der Mitte des Inntales hin die Breccie noch tiefer herabgesenkt hat, als gegenwärtig feststellbar. Jedenfalls war am Schlusse der Riß-Eiszeit das Inntal bereits so tief wie heute, denn die Sockelmoränen der Terrasse reichen bis zur Talsohle herab. Es mag überraschen, daß

seit Ende der Riß-Eiszeit die Talvertiefung des Inntales keine Fortschritte gemacht hat. Das spricht aber keineswegs gegen die Annahme einer starken glazialen Erosion. Letztere hat sich vielmehr in sehr umfangreicher Weise während der Würm-Eiszeit entfaltet, indem sie die gewaltige Verschüttung des Inntales während der Riß-Würm-Interglazialzeit größtenteils wieder beseitigte und, wie Ampferer anschaulich zur Darstellung gebracht hat, darein die sanft geschlängelte, mindestens 300—400 m tiefe Furche des heutigen Inntales einschneidet, die von den Überresten der Aufschüttung als Schotterterrasse des Inntales überragt wird (57, Taf. V). Daß die Erosion der Würm-Vergletscherung die gesamte Aufschüttung der vorangegangenen Interglazialzeit nicht beseitigt hat, ist das, was auf den ersten Blick im Inntal überrascht und den Gedanken an eine Wirkungslosigkeit des Eises aufkommen lassen kann. Demgegenüber darf man aber nicht übersehen, wie groß die Erosion des Eises tatsächlich gewesen ist, die zur Diskordanz zwischen Hangendmoränen und Terrassenschottern geführt hat. Es zeigt sich im Inntale dasselbe, was sich auch in vielen Tälern der nördlichen Kalkalpen, namentlich im Isartale, zu erkennen gibt, nämlich daß das Bett der großen Riß-Vergletscherung zu weit für die kleinere Würm-Vergletscherung war.

Die Veränderungen, welche die Gegend nördlich von Innsbruck seit der Mindel-Riß-Interglazialzeit erfahren hat, sind anderer Art als diejenigen, welche Heß (61, S. 362) und Lucerna¹ annehmen, indem sie Schliffkehlen des Gebirges und andere Terrassenstücke für Überreste von Trögen ansprechen. Wir finden bei Innsbruck keine Ineinanderschachtelung von Taltrögen, sondern lediglich eine in die Terrasse eingeschnittene Trogfurche. Es haben sich die Höhenunterschiede während der letzten Vergletscherungen nicht durch fortschreitende Eintiefung des Tales vergrößert, sondern durch allmähliche Herabsenkung der Gipfelflur gegen die Talböden gemindert. Die Zerschneidung des Gebirges ist sehr alt in bezug auf die Höttinger Breccie, welche sich ohne sie nie zu ihrer ansehnlichen Ausdehnung hätte entwickeln können.

¹ Die Trogfrage. Zeitschrift für Gletscherkunde V, 1910/11, S. 356.

Literaturverzeichnis über die Höttinger Breccie.

Abkürzungen: Jahrb. = Jahrbuch, Verh. = Verhandlungen der k. k. geologischen Reichsanstalt Wien.

Die mit S-A bezeichneten Arbeiten werden nach den Seitenzahlen der Sonderabdrucke zitiert.

1. A. Escher von der Linth, Beiträge zur Kenntniss der Tiroler und Bayerischen Alpen. Neues Jahrb. f. Min. u. Geol. 1845. S. 540.
2. A. Morlot, Erläuterungen zur geologischen Übersichtskarte der nordöstlichen Alpen. 1847. S. 60.
3. Prinzinger, Geologische Notizen aus der Umgebung des Salzbergwerkes von Hall in Tirol. Jahrb. VI. 1855. S. 328.
4. Vorlage von Pflanzenresten aus der Breccie in der k. k. geol. Reichsanst. Jahrb. VIII. 1857. S. 367, 780.
5. A. Pichler, Beiträge zur Geognosie Tirols. Zeitschr. des Ferdinandeums Innsbruck. 3. Folge. VIII. 1859. S. 167.
6. F. v. Hauer, Geologische Übersichtskarte der österreichischen Monarchie. Jahrb. XVII. 1867. S. 1 (13).
7. E. v. Mojsisovics, Über die Gliederung der oberen Triasbildungen der östlichen Alpen. Jahrb. XX. 1869. S. 91. Taf. IV. Nr. 5A.
8. H. Kravogl, Zusammensetzung und Lagerung des Diluviums um Innsbruck. Ber. d. naturwiss. med. Vereins Innsbruck. 1872.
9. A. Pichler, Diluvialtorf bei Innsbruck. Neues Jahrb. f. Mineralogie. 1873. S. 612.
10. F. v. Hauer, Die Geologie und ihre Anwendung auf die Kenntniss der Bodenbeschaffenheit der österreichisch-ungarischen Monarchie. 2. Aufl. 1878. S. 662.
11. A. Penck, Die Vergletscherung der deutschen Alpen. Leipzig 1882. S. 228—245.
12. A. Böhm, Über die Höttinger Breccie und ihre Beziehungen zu den Glazialablagerungen. Verh. 1883. S. 267—269.
13. J. Blaas, Notizen über die Glazialformation im Inntal. Verh. 1884. S. 19—20.
14. J. Blaas, Über Spuren des Kulturmenschen im Löß bei Innsbruck. Ber. d. naturwiss. med. Vereins Innsbruck. 1884. S-A.
- 14 b. Die Zeichen der Eiszeit in Tirol. Tiroler Schulfreund. 1884. S-A.
15. A. Böhm, Die Höttinger Breccie und ihre Beziehungen zu den Glazialablagerungen. Jahrb. XXXIV. 1884. S. 147—162.
16. C. v. Ettinghausen, Über die fossile Flora der Höttinger Breccie. Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wiss. Wien. I. Abt. XC. 1884. S. 260—273. Anzeiger 1884. S. 204.
17. J. Blaas, Über die Glazialformation im Inntale. Zeitschr. d. Ferdinandeums Innsbruck. 4. Folge. XXIX. 1885. S. 28—36, 59—68.
18. J. Blaas, Reliefkarte des Verbreitungsgebietes der Höttinger Breccie 1:20000. Reliefkarte der Weiherburgaufschlüsse 1:3333. Innsbruck. Wagners Buchh. 1885.
19. A. Penck, Über interglaziale Breccien in den Alpen. Verh. 1885. S. 363—366.
20. D. Stur, Vorlage der Flora von Hötting im Inntale nördlich von Innsbruck. Verh. 1886. S. 124—125.
21. D. Stur, Beitrag zur Kenntniss der Flora des Kalktuffes und der Kalktuffbreccie von Hötting bei Innsbruck. Abh. k. k. geol. Reichsanstalt. XII. Nr. 2, 1886. S. 33—56.

22. M. Neumayr, Erdgeschichte. II. Leipzig 1887. S. 570. 2. Aufl. 1895. S. 425.
23. E. Palla, Zur Frage der Palmennatur der Cyperites ähnlichen Reste aus der Höttinger Breccie. Verh. 1887. S. 136.
24. A. Penck, Die Höttinger Breccie. Verh. 1887. S. 140—145.
25. A. Kerner von Marilaun, Studien über die Flora der Diluvialzeit in den östlichen Alpen. Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wiss. Wien. Math.-nat. Klasse XCVII, Abt. I. 1888. S. 7.
26. R. v. Wettstein, Rhododendron Ponticum L. fossil in den Nordalpen. Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wiss. Wien. Math.-nat. Klasse, Abt. I. 1888. S. 38—49.
27. J. Blaas, Die Höttinger Breccie und ihre Beziehung zur Wiedervergletscherung der Alpen. Ber. d. naturwiss. med. Vereins Innsbruck. 1889. S. 97—115.
28. J. Blaas, Über sogenannte interglaziale Profile. Jahrb. XXXIX. 1889. S. 477.
29. A. Baltzer, Über das interglaziale Profil von Innsbruck. Mitt. naturf. Ges. Bern. Sitzung vom 30. Dezember 1890.
30. J. Blaas, Erläuterungen zur geologischen Karte der diluvialen Ablagerungen in der Umgebung von Innsbruck. Jahrb. XL. 1890. S. 21 (43—48).
31. J. Blaas, Notizen über diluvio-glaziale Ablagerungen im Inntalgebiete. Ber. d. naturwiss. med. Vereins Innsbruck. 1890/91. S-A.
32. A. Penck, Die große Eiszeit. Himmel und Erde. IV. 1891. S. 1—14, 74—86, 112—118.
33. R. v. Wettstein, Die fossile Flora der Höttinger Breccie. Denkschr. d. math.-nat. Klasse d. k. Akad. d. Wiss. Wien. LIX. 1892. S. 479—524.
34. R. v. Wettstein, Die fossile Flora der Höttinger Breccie und deren Bedeutung für die Geschichte der Pflanzenwelt. Zeitschr. d. Deutsch. u. Österr. Alpenvereins. 1892. S. 29—44.
35. J. Geikie, The Glacial Succession in Europe. Transactions Royal Society of Edinburgh XXXVII. 1892. S. 127 (138).
36. A. Rothpletz, Ein geologischer Querschnitt durch die Ostalpen. Stuttgart 1894. S. 94.
37. A. Rothpletz, Über eine ausgestorbene Flora des Inntales. Botanisches Zentralblatt. LVII. 1894. S. 376.
38. A. Penck, E. Brückner, L. Du Pasquier, Le système glaciaire des Alpes. Guide publié à l'occasion du congrès géologique international. 6^{me} session à Zürich 1894. Sonderabdruck aus Bull. Soc. des Sciences nat. de Neuchâtel. XXII. 1893/94. 7 avril 1894. (In zwei Auflagen verbreitet.)
39. J. Blaas, Nochmals die Höttinger Breccie. Verh. 1894. S. 153—155.
40. R. v. Wettstein, Bemerkungen zu dem Vortrage von A. Rothpletz: Über eine ausgestorbene Flora des Inntales. Botanisches Zentralblatt, LVIII. 1894. Nr. 5.
41. J. Geikie, The Great Ice Age. 3. Aufl. London 1894. S. 537, 615.
42. K. Keilhack, Die Vergletscherung der Alpen. Prometheus. VI. 1895. S. 441, 473.
43. R. Sieger, Die Glazialexkursion des VI. internationalen Geologenkongresses. 1894. Globus LXVI. 1894. S. 351—354.
44. L. Wehrli, Glaziale Reminiszenzen vom VI. internationalen Geologenkongress. 1894. Sonderabdruck a. d. Neuen Zürcher Zeitung. 1894. S. 12.
45. H. R. Mill, The Glacial Land-forms of the Margins of the Alps. The Geographical Journal. V. 1895. S. 68.
46. J. Blaas, Der Boden der Stadt Innsbruck. Ber. d. naturwiss. Vereins Innsbruck. 1894 und 1895. Innsbruck 1896. S-A.
47. O. Ampferer und W. Hammer, Geologische Beschreibung des südlichen Teiles des Karwendelgebirges. Jahrb. XLVIII. 1898. S. 289, 327.

- 47b. C. A. Weber, Versuch eines Überblicks über die Vegetation der Diluvialzeit in den mittleren Regionen Europas. Naturw. Wochenschrift. XIV. 1899. S. 525 (538).
48. J. Blaas, Geologischer Führer durch Tirol. 1902. S. 411.
49. E. Kayser, Lehrbuch der Geologie. 2. Aufl. 1902. II. S. 541. 4. Aufl. 1911. II. S. 654.
50. A. Penck und E. Brückner, Die Alpen im Eiszeitalter. Leipzig 1909. Penck über die Höttinger Breccie. Bd I. S. 383 (1902 erschienen); Bd III. S. 1157 (1909 erschienen).
51. Fr. Frech, Antlitz der Tiroler Zentralalpen. Zeitschr. d. Deutsch. u. Österr. Alpenvereins. XXXIV. 1903. S. 1.
52. A. Penck und E. Richter, Glazialexkursion in den Ostalpen. S. 67. Führer für die Exkursionen in Österreich des IX. internationalen Geologenkongresses. Wien 1903. XII.
53. G. Göttinger, Die Exkursion der Mitglieder des geographischen Institutes ins Bayerische Alpenvorland und nach Tirol. 1902. Bericht über das XXVIII. Vereinsjahr, erstattet vom Verein der Geographen an der Universität Wien. 1903. S. 72 (108).
54. J. Brunhes et L. Gobet, L'excursion glaciaire du IXe Congrès géologique international. La Géographie VIII. 1903. S. 357 (370).
55. S. Dainelli, Il IX. Congresso Geologico Internazionale, l'escursione glaciale nelle Alpi Austriache. Rivista Geografica Italiana XI. 1904. S. 24 (39).
56. A. Penck, Bericht über die Glazialexkursion XII. Compte Rendu IX Session du Congrès géologique international. Wien 1903 (1904). II. S. 891.
57. O. Ampferer, Studien über die Inntalterrassen. Jahrb. LIV. 1904. S. 91.
58. Fr. Frech, Die Eiswälder Alaskas. ein modernes Vorbild für »Interglazial«-Profile in E. Geinitz. Das Quartär von Nordeuropa. Lethaea geognostica. III. Bd 2, Abt. I. 1904. S. 4.
59. E. Geinitz, Wesen und Ursache der Eiszeit. Archiv des Vereins der Freunde der Naturgeschichte in Mecklenburg. LIX. 1905. S-A.
60. E. Brückner, Die Eiszeiten in den Alpen. Geographische Zeitschr. X. 1904. S. 569. Verh. d. Gesellsch. deutscher Naturforscher und Ärzte. 1904 (1905). S. 177.
61. H. Heß, Die Gletscher. Braunschweig. 1904. S. 379.
62. R. Biasutti, Glaciali e interglaciali nel quaternario europeo. Archivio per l'Antropologia e la Etnologia. XXVI. 1906. S. 195. (202).
63. J. Bumüller, Aus der Urzeit des Menschen. 2. Aufl. Köln 1907. S. 31, 3. Aufl. 1914. S. 40.
64. V. Blaas, Eine neue Fundstelle von Pflanzen der interglazialen Höttinger Breccie bei Innsbruck. Zeitschr. f. Gletscherkunde. I. 1907. S. 69.
65. O. Ampferer, Über Gehängebreccien der nördlichen Kalkalpen. Eine Anregung zu weiteren Forschungen. Jahrb. LVII. 1907. S. 727.
66. L. Reinhardt, Die prähistorische Chronologie vom Miozän bis zum Ende der Eiszeit. Bericht über die Prähistorikerversammlung. Köln 1907.
67. L. Reinhardt, Der Mensch zur Eiszeit in Europa und seine Kulturentwicklung bis zum Ende der Steinzeit. 2. Aufl. München 1908. S. 174—177.
68. O. Ampferer, Über die Entstehung der Inntalterrassen. Verh. 1908. S. 87.
69. O. Ampferer, Über die Entstehung der Inntalterrassen. Zeitschr. f. Gletscherkunde. III. 1908. S. 52, III (116).
70. G. Ritter Beck von Managetta und Lerchenau, Die Vegetation der letzten Interglazialperiode in den österreichischen Alpen. Lotos. LVI. 1908. S. 67.

71. E. Werth, Das Eiszeitalter. Sammlung Göschen. Leipzig 1909. S. 150. 2. Aufl. 1917. S. 152.
72. R. Lepsius, Die Einheit und die Ursachen der diluvialen Eiszeit in den Alpen. Abh. d. großh. hess. geologischen Landesanstalt Darmstadt. V. I. 1910. S. 73.
73. D. Aigner, Das Tölzer Diluvium, geographisch-geologische Untersuchungen. Mitt. Geograph. Ges. München. V. 1910. S. 128.
74. F. Leverett, Comparison of North American and European glacial deposits. Zeitschr. f. Gletscherkunde. IV. 1910. S. 241 (279).
75. R. Lepsius. Die Einheit und die Ursachen der diluvialen Eiszeit in Europa. Comptendu XIe. session Congrès géologique international. Stockholm 1912. S. 1027.
76. G. Steinmann, Die Eiszeit und der vorgeschichtliche Mensch. (Aus Natur und Geisteswelt 302). Leipzig 1910. S. 65.
77. E. Haug, Traité de Géologie. II. Paris 1908—1911. S. 1836.
78. H. Pohlig, Eiszeit und Urgeschichte des Menschen. Wissenschaft und Bildung 8. Leipzig 1911. S. 41.
79. O. Burger, Über schwäbische Kalktuffe, insbesondere des Echaztales. Dissert. Tübingen 1911. S. 30.
80. Fr. Frech, Aus der Vorzeit der Erde. VI. Gletscher einst und jetzt. Aus Natur und Geisteswelt. 1911. S. 78.
81. J. Blaas, Geologischer Begleiter auf den Innsbrucker Lokalbahnen. Innsbruck 1911. S. 8.
82. G. Gürich, Die Höttinger Breccie und ihre interglaziale Flora. Verh. d. naturwiss. Vereins in Hamburg. 1911. XIX. S. 36.
83. A. Penck, Richard Lepsius über die Einheit und die Ursachen der diluvialen Eiszeit in den Alpen. Zeitschr. f. Gletscherkunde. VI. 1912. S. 161.
84. R. Lepsius, Über die Einheit und Ursachen der Eiszeit in den Alpen. Verh. d. XVIII. Deutschen Geographentages Innsbruck. Berlin 1912. S. 155. Diskussion darüber, ebenda S. XXII.
85. H. v. Staff, Die Alpengeologie auf dem XVIII. Deutschen Geographentag in Innsbruck, Pfingsten 1912. Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Gesellschaft 1912. Monatsber. S. 310.
86. J. Blaas, Neue Pflanzenfunde in der Höttinger Breccie. Verh. 1912. S. 268.
87. H. Obermaier, Der Mensch der Vorzeit. Berlin o. J. (1912). S. 65—69.
88. N. Krebs, Länderkunde der österreichischen Alpen. Stuttgart 1913. S. 61.
89. A. Penck, Über die Höttinger Breccie. Sitzungsber. d. Kgl. Preuß. Akad. d. Wiss. 1913. S. 153.
90. J. Blaas, Die Höttinger Breccie. Sonderabdr. Innsbrucker Nachrichten v. 27. März 1913.
91. Geologische Spezialkarte der im Reichsrate vertretenen Königreiche und Länder der österreichisch-ungarischen Monarchie, aufgenommen durch die k. k. geologische Reichsanstalt, Wien. Blatt Innsbruck und Achensee. Z. 16 Kol. V. S. W. Gruppe 29.
92. R. Lepsius, Die Höttinger Breccie. Die Naturwissenschaften. I. Berlin 1913. S. 1122.
93. O. Ampferer, Aufschließung des Liegenden der Höttinger Breccie im östlichen Weiherburggraben bei Innsbruck. Anzeiger d. k. Akad. d. Wiss. in Wien vom 12. Februar 1914.
94. O. Ampferer, Über die Aufschließung der Liegendmoräne unter der Höttinger Breccie im östlichen Weiherburggraben bei Innsbruck. Zeitschr. f. Gletscherkunde. VIII. 1914. S. 145.
95. R. Lepsius, Die Höttinger Breccie bei Innsbruck in Tirol. Sitzungsber. d. Kgl. Preuß. Akad. d. Wiss. Berlin. XX. 1914. S. 622.

96. J. Geikie, The Antiquity of Man in Europe. Edinburgh 1914. S. 236.
 97. E. Daqué, Grundlagen und Methoden der Paläogeographie. Jena 1915. S. 435.
 98. G. Gürich, Der Geologensteig und der Versuchsstollen im Weiherburggraben bei Innsbruck. Centralblatt f. Mineralogie, Geologie und Paläontologie. 1914. S. 563.
 99. A. Rothpletz, Die künstlichen Aufschlüsse unter der Höttinger Breccie bei Innsbruck und ihre Deutung. Petermanns Mitteilungen. LXI. 1915. S. 92 u. 138.
 100. O. Ampferer, Verteidigung des interglazialen Alters der Höttinger Breccie. Petermanns Mitteilungen. LXI. 1915. S. 336.
 101. A. Rothpletz, Erwiderung. Ebenda. S. 338.
 102. O. Ampferer, Beiträge zur Glazialgeologie des Oberinntals. Jahrb. LXV. 1915. S. 289.
 103. E. Brückner, Lagerungsverhältnisse und Alter der Höttinger Breccie bei Innsbruck. Zeitschr. f. Gletscherkunde. X. 1916. S. 46.
 104. A. Penck, Die Inntalerrasse. Sitzungsber. d. Kgl. Preuß. Akad. d. Wiss. 1916. S. 1255.
 105. A. Penck, Das Alter der pflanzenführenden Ablagerungen unter den Moränen der Alpen. Sitzungsber. d. Preuß. Akad. d. Wiss. 1920. S. 293.

Inhaltsübersicht.

	Seite
Einleitung	3
Geschichte der Erforschung	4
Neue Untersuchungen	16
Beobachtungen:	
Der östliche Weiherburggraben	23
Grenzverlauf im Mittelkessel	30
Quellkessel	38
Der westliche Weiherburggraben und das Weiherburgdelta	42
Mayrs Steinbruch, Ölberg und Fallbach	49
Hungerburg bis Arzler Alm-Graben	54
Der Mühlauer Graben	58
Unterer Höttinger Graben	63
Oberer Höttinger Graben	74
Lahner	82
Westlich vom Höttinger Graben	85
Ergebnisse:	
I. Die Breccie	90
II. Die Inntalerrasse	99
III. Die stratigraphische Stellung der Höttinger Breccie	110
IV. Die Umgestaltung des Talgehänges nördlich von Innsbruck seit Beginn der Breccienbildung	123
Literaturverzeichnis über die Höttinger Breccie	128

Tafelerklärung.

Tafel I.

Geologische Karte des Gebietes der Höttinger Breccie 1:30000 auf Grund der österreichischen Originalaufnahme 1:25000. Höhenlinien im Abstände von 20 m, die Hundertmeterlinien verstärkt.

St unter Weiherburg: Stollen.

Tafel II.

Geologische Karte der Weiherburggräben 1:2500 nach den topographischen Aufnahmen von Landmesser Lange und Dr. O. v. Gruber und Aufnahmen der Stadt Innsbruck. Höhenmessungen im Anschluß an das Stadtnivellement von Innsbruck. Vgl. S. 23—49.

Tafel III.

AA. Vorderansicht der Inntalterrasse zwischen Richardsbrunn und Buschkessel, auf einer Ebene senkrecht auf **AA** in Karte Taf. II. Sichtbare Moränenpartien sind durch Ringel gekennzeichnet. Sichtbare und bloßgelegte Grenzen zwischen Breccie und Moränen ausgezogene Linien, ebenso Schnitt der Bildebene mit der Erdoberfläche. Vgl. S. 25.

Darunter Seitenansichten der Inntalterrasse zwischen **AA**:

- I. Ansicht der Ostseite der großen Nase, projiziert auf eine Ebene senkrecht auf I Taf. II.
- II. Ansicht der Westseite der großen Nase, projiziert auf die Ebene senkrecht auf II Taf. II.
- III. Ansicht der Ostseite der kleinen Nase, projiziert auf eine Ebene senkrecht auf III Taf. II.
- IV. Ansicht der Westseite des Quellkessels, projiziert auf eine Ebene senkrecht auf IV Taf. II.

BB Profil durch das Hintergehänge des östlichen Weiherburggrabens, längs **BB** Taf. II.

CC Ansicht der Breccienwand zwischen westlichem und östlichem Weiherburggraben in einer Ebene senkrecht auf **CC** in Taf. II. Vgl. S. 46.

Darunter Profile der Stirn der Inntalterrasse:

- V. beim Richardsbrunn,
- VI. zwischen östlichem und westlichem Weiherburggraben,
- VII. an der Ostseite des westlichen Weiherburggrabens,
- VIII. durch die Mitte des westlichen Weiherburggrabens in den Ebenen senkrecht auf V, VI, VII, VIII, Taf. II.

Tafel IV.

Fig. 1 a: Kärtchen des Höttinger Grabens 1:2500 nach topographischen Aufnahmen von Dr. O. v. Gruber. Höhenlinien von 10 zu 10 m ausgezogen, 5-m-Linien gestrichelt. Höhenmessungen im Anschluß an Höhenzahl 696 der österreichischen Originalaufnahme. Vgl. S. 66.

Fig. 1 b: Profil längs **AB** des Kärtchens 1:2500.

Fig. 1 c: Profil längs **CD** des Kärtchens 1:2500.

Fig. 2: Profil der Inntalerrasse zwischen Hungerburg und Weiherburg 1:10000. Vgl. S. 47.

Fig. 3: Profil der Inntalerrasse längs der Hungerburgbergbahn nach O. Ampferer. Vgl. S. 55.

Fig. 4: Karte der Höttinger Alm nach den topographischen Aufnahmen von L. Aegerter 1:5000, Höhenlinien von 10 zu 10 m, Höhenmessungen im Anschluß an die Höhe des Achselkopfes. Vgl. S. 78.

Die beobachteten Aufschlüsse sind durch Schraffen hervorgehoben.

Fig. 5: Profile längs **AA**, **BB**, **CC** der Karte Fig. 4, Maßstab 1:5000.

Tafel V.

Ansicht 1. Die Ostseite des Mittelkessels von der kleinen Nase gesehen (vgl. Ansicht II Taf. III als Spiegelbild). Aufnahme von Dr. Seeger. Vgl. S. 24.

Ansicht 2. Die Ostseite des Mittelkessels von vorn gesehen. Aufnahme von Dr. Seeger. Vgl. S. 25. Ansicht östlich II über **AA** in Taf. III. *B* feste, *V* lockere Breccie, *M* Moräne.

Der zur Stollenmündung emporsteigende Weg führt ungefähr an der Grenze zwischen lockerer Breccie (*b*) und Moräne (*M*) entlang. *B* feste Breccie.

Tafel VI.

Ansicht 3. Die große Nase von vorn gesehen. Aufnahme von Dr. Seeger. Vgl. S. 24.

Die Grenze zwischen Moräne (*M*) und Breccie steigt vom Fußsteige auf der linken Bildseite zur Bildmitte bis über den Busch empor und zieht sich dann mit geringerem Anstieg zu den Armen des Mannes. Hier ist die hangende Partie der Moräne als Schottermoräne (*SM*) entwickelt. *b* lockere, *B* feste Breccie.

Ansicht 4. Westseite der großen Nase (Partie rechts vom Wegende in Ansicht 1, rechte Seite von Abb. 2, S. 31). Aufnahme von Dr. Seeger. Vgl. S. 31.

Unter dem Dache der festen Breccie *B* eine dünne Lage lockerer Breccie (*b*), darunter das helle Band des Grenzlehms *L* und die Liegendmoräne *M*. In der Mitte des Bildes im Dache der festen Breccie eine von einem Baumstamm erfüllt gewesene Öffnung, darunter in der Moräne unter dem Grenzlehm dunkle Spuren von Wurzeln.

Tafel VII.

Ansicht 5. Die wilde Breccie (*WB*) an der rechten Seite des Quellkessels neben Moräne *M*. Aufnahme von Dr. Seeger. Vgl. S. 40.

Ansicht 6. Die Westseite des westlichen Weiherburggrabens von der Bank des Wilhelm Greil-Weges bei 752 m. Aufnahme von Dr. Seeger. Vgl. S. 43.

Die Mitte des Bildes nimmt der Sporn zwischen den beiden Ästen des Grabens (bei VIII Taf. II) ein. In der Mitte Moräne (*M*), darunter links unten Dolomit (*D*), darüber rechts oben lockere Breccie *b*. Im Hintergrunde Auflagerung der lockerer Breccie auf Moräne $\frac{b}{M}$ in einer Rutschung. Die Buchstaben am Bilde stehen an den Enden der Koordinaten der Aufschlüsse.

Tafel VIII.

Ansicht 7. Stumpfes Ende einer Lage weißer Breccie in roter. Wand unter der Hungerburg am Wilhelm Greil-Wege bei Höhe 790 Taf. II. Vgl. S. 55. Aufnahme von Penck.

Ansicht 8. Rundliche Partie weißer Breccie in roter. Wand unter der Hungerburg am Wilhelm Greil-Wege bei Höhe 795 Taf. II. Vgl. S. 55. Aufnahme von Prof. Dr. Blaas.

Ansicht 9. Ostseite des Mittelkessels vom östlichen Weiherburggraben. Aufnahme von Dr. Simotomai. Vgl. S. 27. Schichtung in der Liegendmoräne.

Ansicht 10. Anlagerung der Haldenbreccie (rechts) an untere Triaskalke (links) an der linken Seite der Pleiß Reiß. Vgl. S. 76. Aufnahme von Penck.

Tafel IX.

Ansicht 11. Der Ursulafelsen links vom Ausgange der Mühlauer Klamm. Aufnahme von Dr. v. Gruber 1913. Vgl. S. 58.

Oben die prallen Wände der flachgeschichteten weißen Breccie (*B*) auf 850 m sich erhebend, darunter feste Breccienbänke mit lockeren wechsellagernd, rechts bis 780 m herabreichend. Links unten Raibler Kalke *R*, bedeckt von Raibler Mergeln. Zwischen diesen und der nach rechts fallenden überhängenden Brecciensohle eine dünne Lage von Grundmoräne.

Ansicht 12. Auflagerung der Breccie auf Moräne unter dem Ursulafelsen am Ausgange der Mühlauer Klamm. Aufnahme von Dr. v. Gruber 1913. Vgl. S. 59.

Rote Grundmoräne erstreckt sich von *M* zur obersten Zieltafel links. Darüber das weit vorspringende Dach der Breccie, darunter graue Grundmoräne *M*, sich scharf absetzend gegen die liegenden Raibler Mergel *R*.

Unter den drei Zieltafeln der Bildmitte lehnt sich Gehängeschutt an die Breccie, den Ausbiß von Moräne und Raibler Mergel überdeckend. Jene verflöbte sich hier in den seither weggeräumten Schutt (unter den beiden mittleren Zieltafeln).

Zwischen den beiden unteren Zieltafeln rechts grobes Bachgerölle, lose verkittet, stellenweise unter Überhängen der Breccie sich erstreckend, aber sich immer scharf von derselben abhebend. Im Gerölle gekritzte Geschiebe der Breccie.

Rechts unten bei den Männern gekritzte und kristalline Geschiebe in der Breccie.

Tafel X.

Ansicht 13. Rechte Seite des Höttinger Grabens oberhalb der zweiten Brücke. Aufnahme von Dr. v. Gruber 1913, S. 65.

Links eine Wand roter Breccie (*B*), darunter bei der Zieltafel Moräne (*M*). Die Breccie zieht sich bis in die Bildmitte, wo sie an den drei Zieltafeln erschlossen ist. Bei den beiden Zieltafeln rechts wurde unter der Breccie Lehm mit Schnecken und darunter Moräne erschürft. Letztere nimmt die rechte Seite des Bildes ein (*M*). Über der Breccie Innshotter (*S*).

Ansicht 14. Große Rutschung an der linken Seite des unteren Höttinger Grabens, gegenüber der Abzweigung des Weges zum Höttinger Bild. Aufnahme von Dr. Simotomai 1913, S. 69.

Graue Hangendmoräne (*Mh*) bedeckt horizontal geschichtete Innschotter (*S*), darunter unterhalb der Wasserleitung Höttinger Schutt (*Sch*). Unten weiße Liegendmoräne (*Ml*), rechts vom Beobachter schräg geschichtet und zu einer brecciösen Nagelfluh verkittet.

Ansicht 15. Schürfung bei der äußersten Zieltafel rechts in Ansicht 13. Aufnahme von Dr. Simotomai 1913, S. 67.

Rote Breccie (*B*) überlagert 0.5 m gelben lößähnlichen Lehm (*L*) mit Schneckenresten. Darunter Liegendmoräne (*M*).

Tafel XI.

Ansicht 16. Die Pflanzenfundstelle am Roßfall Lehner. Aufnahme von Dr. v. Gruber 1913, vgl. S. 74.

Die Pflanzenreste finden sich unter der Breccienwand der Bildmitte in Lagen, die durch die langgedehnten, ausgebrochenen Stellen über der Fichtengruppe rechts gekennzeichnet sind. Die Baumgruppe aber steht auf Werfener Schiefer, gegen welchen links eine Breccienwand abstößt.

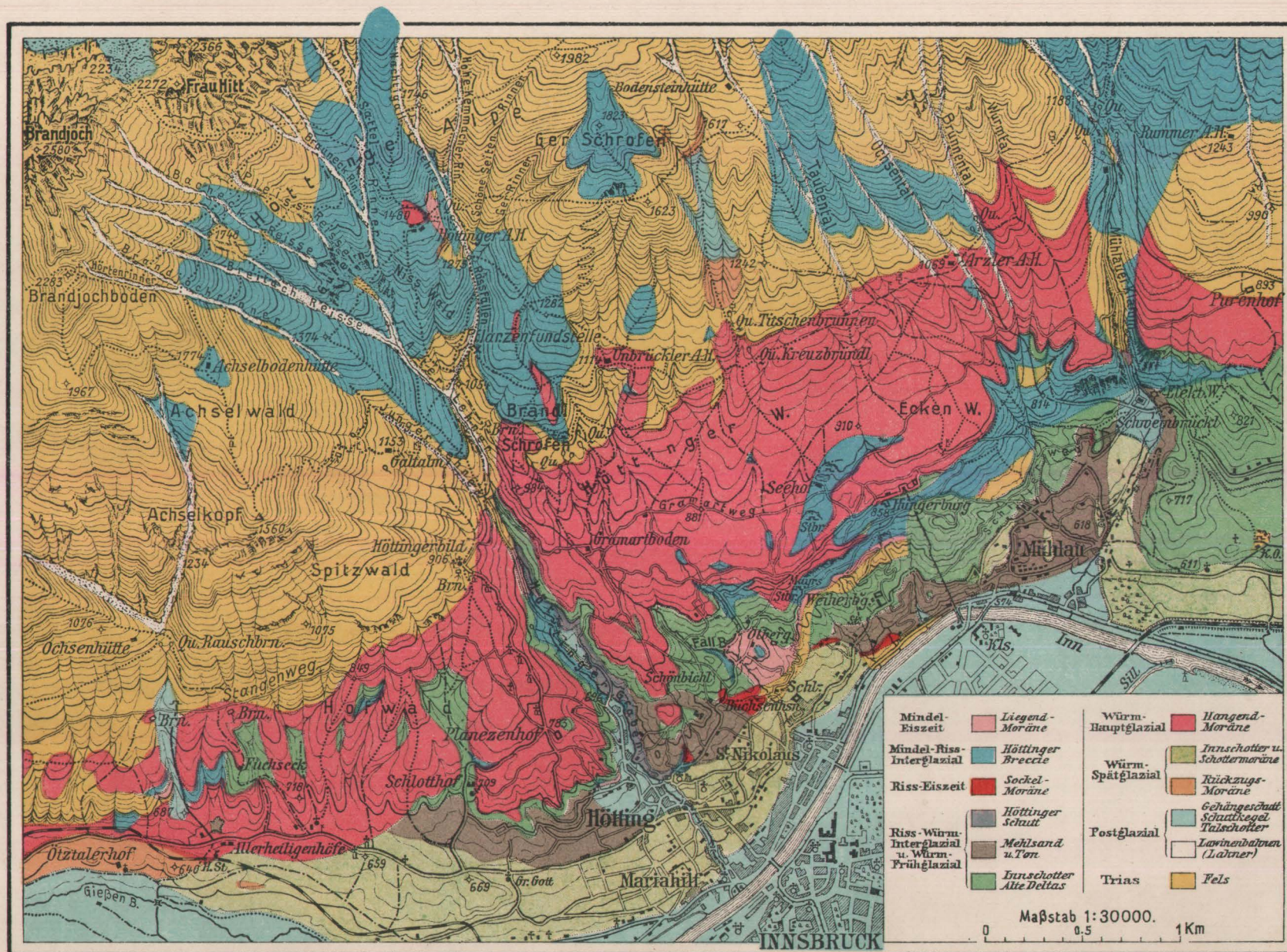
Ansicht 17. Die Höttinger Alm von Osten. Aufnahme von Dr. Seeger 1914, vgl. S. 78.

Von der Alm zieht sich nach rechts oben eine Flucht von kleinen Breccienwänden, über welchen durch die Grube hinter der Alm Hangendmoräne erschlossen ist.

Die Liegendmoräne findet sich an dem von der Alm nach rechts führenden Wege dort, wo von ihm ein Abkürzungsweg nach abwärts führt, und rechts vom Brunnen. Weiter rechts, wo der Almweg nach abwärts umbiegt, Felsen. Zwischen den Wegschleifen weiter abwärts Breccie.

Tafel XII.

- I. Profil der Inntalterrasse beim Ötztaler Hof, Maßstab 1 : 10000. Vgl. S. 86.
- II. Profil der Inntalterrasse zwischen Fuchseck und Allerheilighöfen, Maßstab 1 : 10000. Vgl. S. 85.
- III. Profil der rechten und IV. Profil der linken Seite des unteren Höttinger Grabens, Maßstab 1 : 10000. Vgl. S. 69—72.
- V. Profil des linken Inntalgehänges vom Sattel zum Ölberg über die Höttinger Alm, Maßstab 1 : 30000. Darüber parallel Profil durch die Seegruben und den Gerschrofen. Vgl. S. 81—82.
- VI. Profil des linken Inntalgehänges von der Mannspitz durch die Arzler Reißen und Mühlauer Klamm zum Schweinbrückl, Maßstab 1 : 30000. Vgl. S. 58—62.
- VII. Profil des linken Inntalgehänges zwischen Ochsental und Mühlauer Wasserwerk, Maßstab 1 : 30000. Vgl. S. 57.

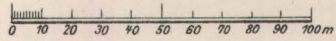


Penck: Die Höttinger Breccie, eine interglaziale Ablagerung bei Innsbruck.

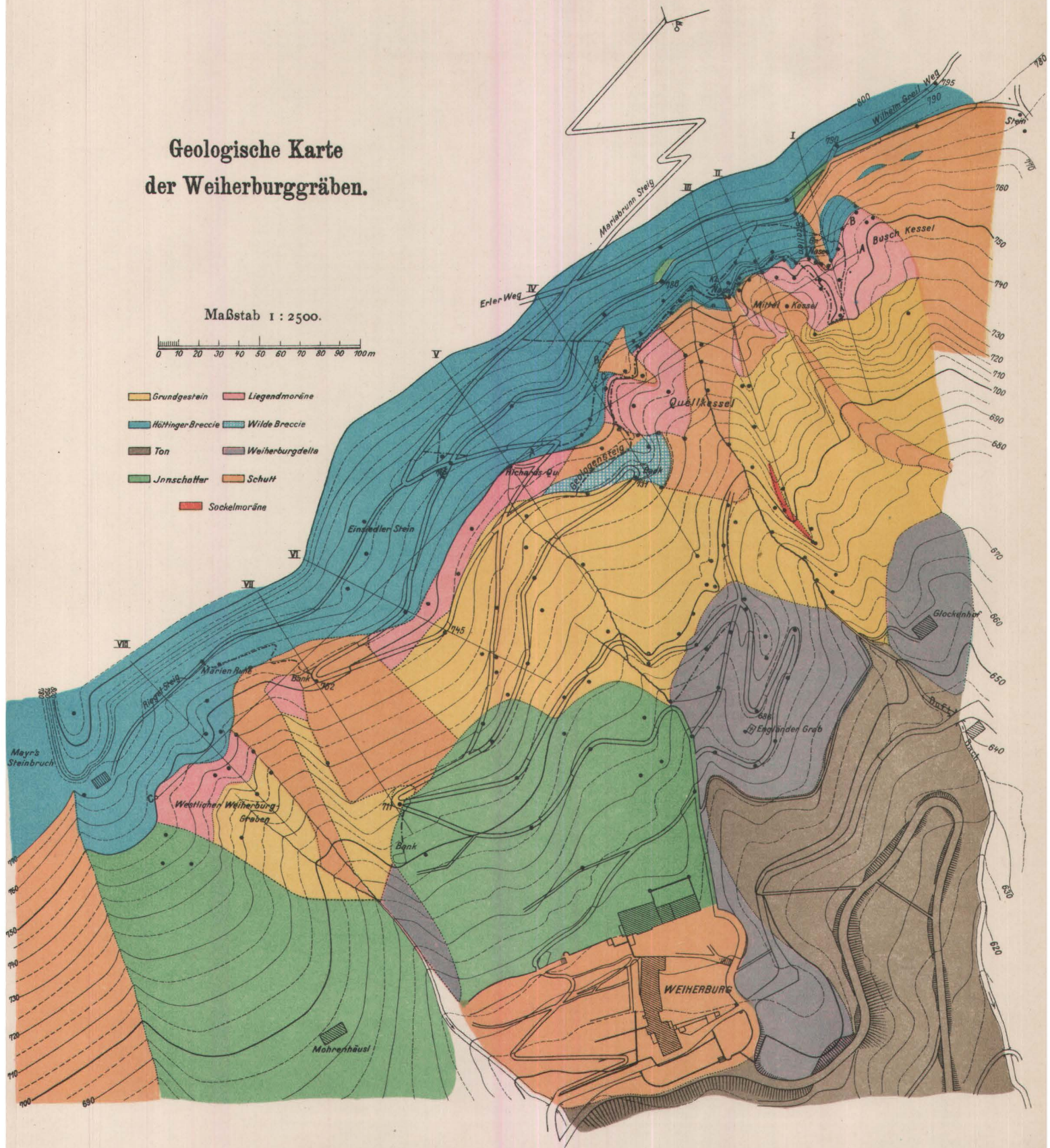
Taf. I.

Geologische Karte der Weiherburggräben.

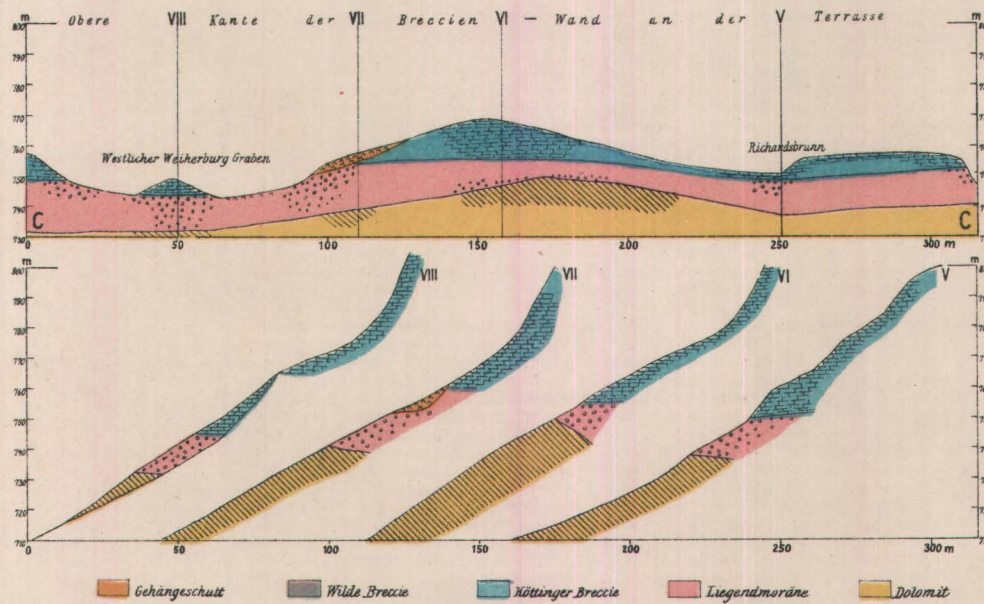
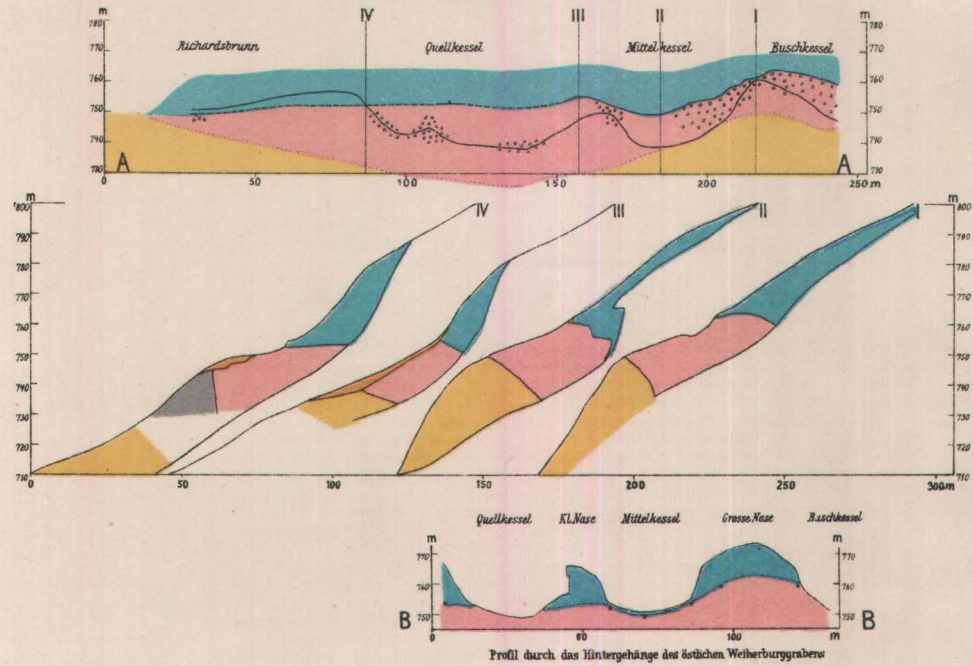
Maßstab 1 : 2500.



- | | |
|-------------------|-----------------|
| Grundgestein | Liegendmoräne |
| Höttinger Breccie | Wilde Breccie |
| Ton | Weiherburgdelta |
| Jnnschaffer | Schutt |
| Sockelmoräne | |

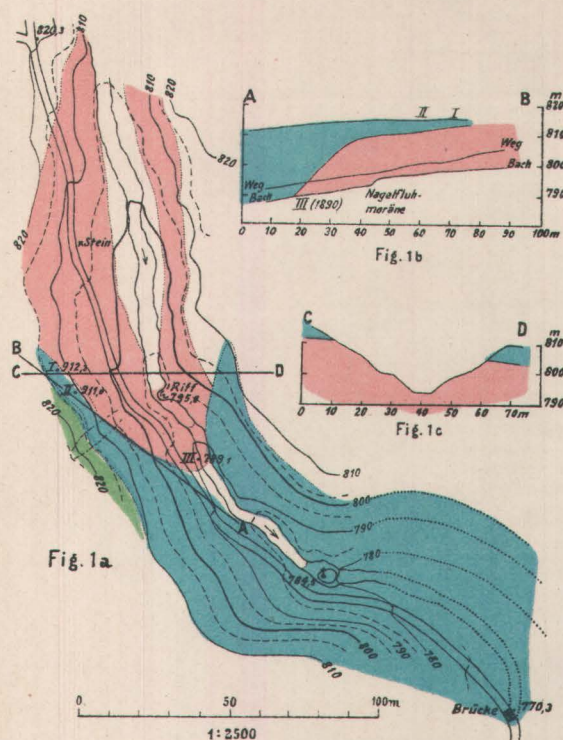


Penck: Die Höttinger Breccie, eine interglaziale Ablagerung bei Innsbruck.

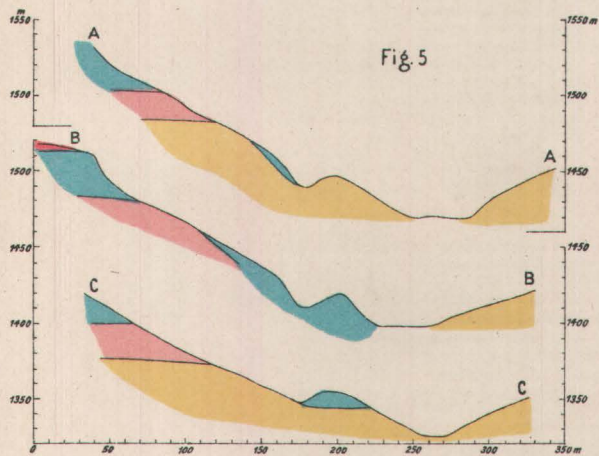


Aufrisse und Profile der Weiherburggräben 1:2500.

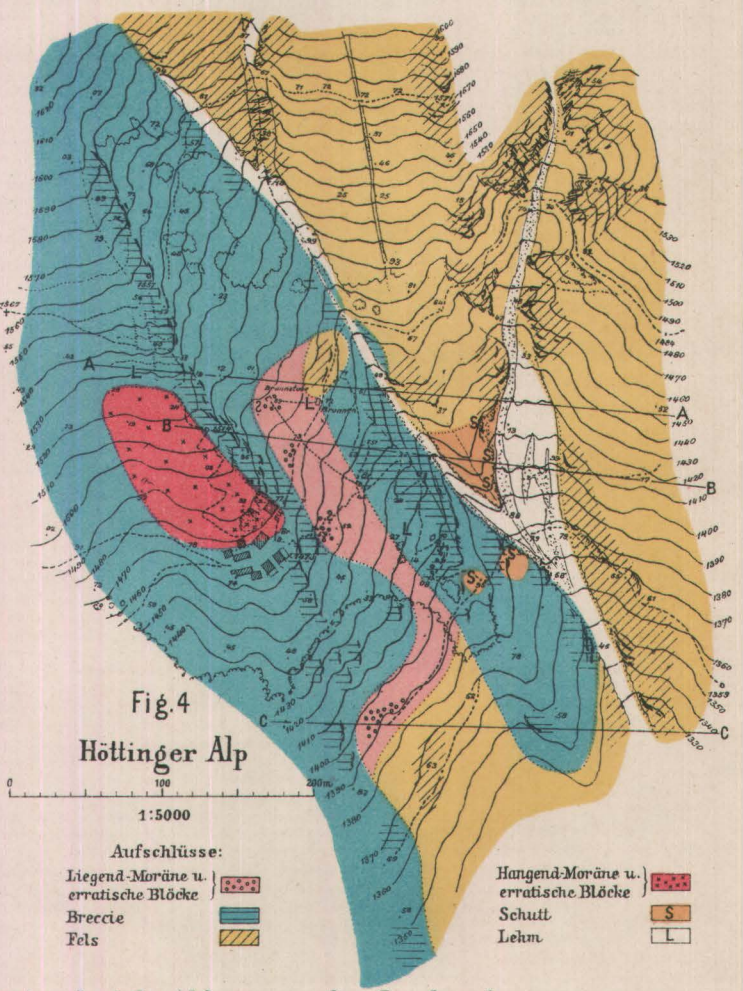
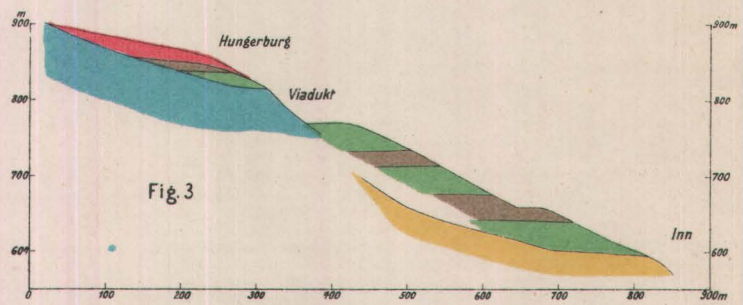
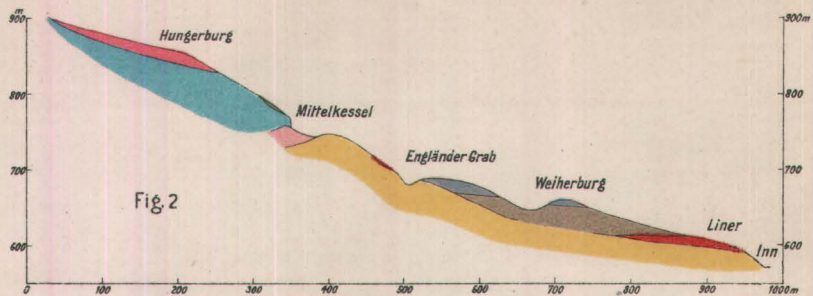
Penck: Die Höttinger Breccie, eine interglaziale Ablagerung bei Innsbruck.



Höttinger Graben

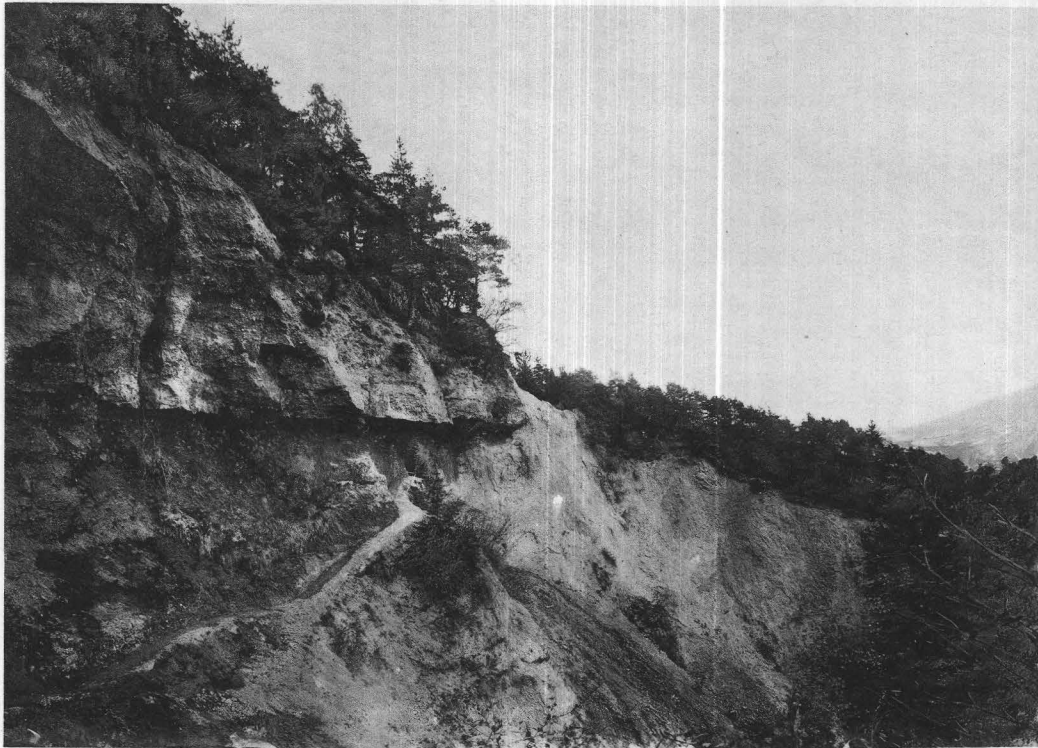


- | | |
|------------------|-----------------|
| Fels | Delta-Schotter |
| Liegend-Moräne | Innschotter |
| Breccie | Hangend-Moräne. |
| Sockel-Moräne | Schutt. |
| Ton und Mehlsand | |



- Aufschlüsse:
- | | | | |
|-------------------------------------|--|-------------------------------------|--|
| Liegend-Moräne u. erratische Blöcke | | Hangend-Moräne u. erratische Blöcke | |
| Breccie | | Schutt | |
| Fels | | Lehm | |

Penck: Die Höttinger Breccie, eine interglaziale Ablagerung bei Innsbruck.



B

b

M

Ansicht 1.



B

b

M

M

Ansicht 2.

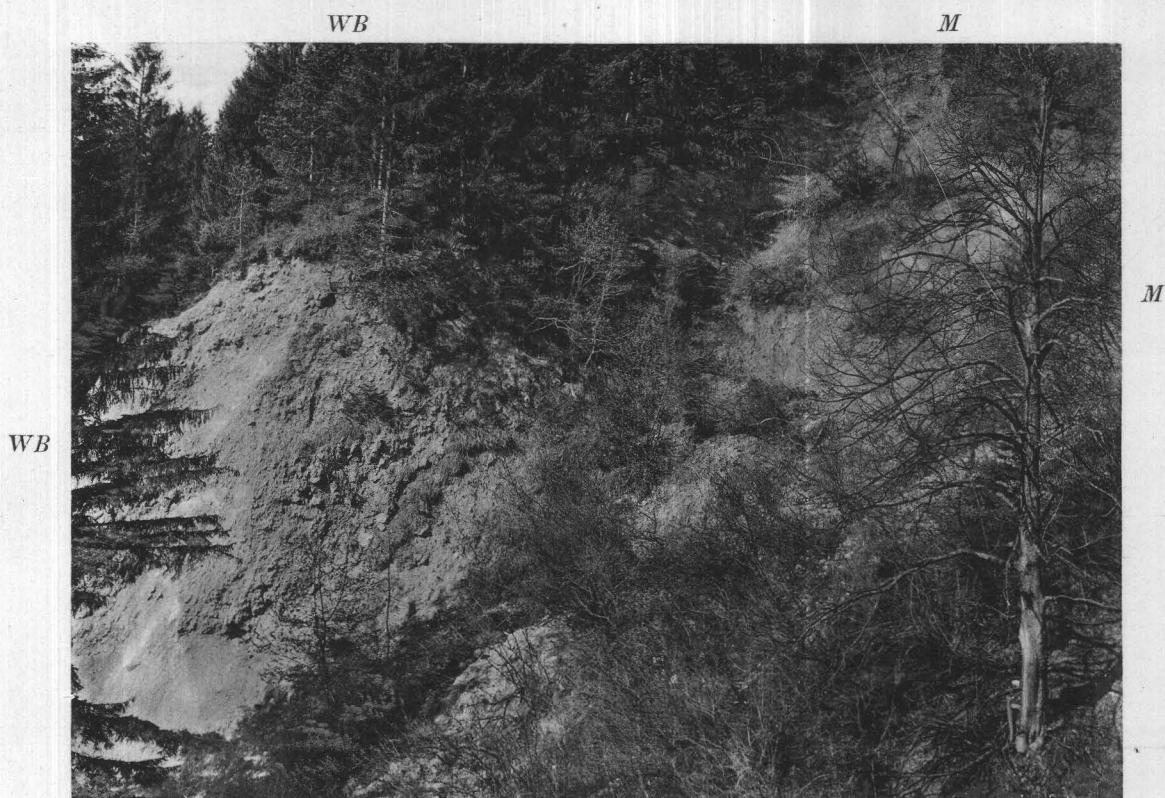


M Ansicht 3.

B



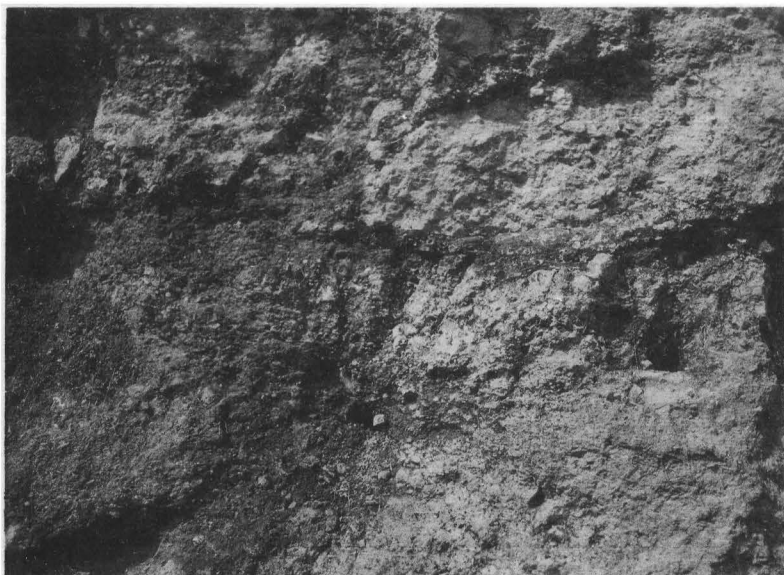
Ansicht 4.



Ansicht 5.



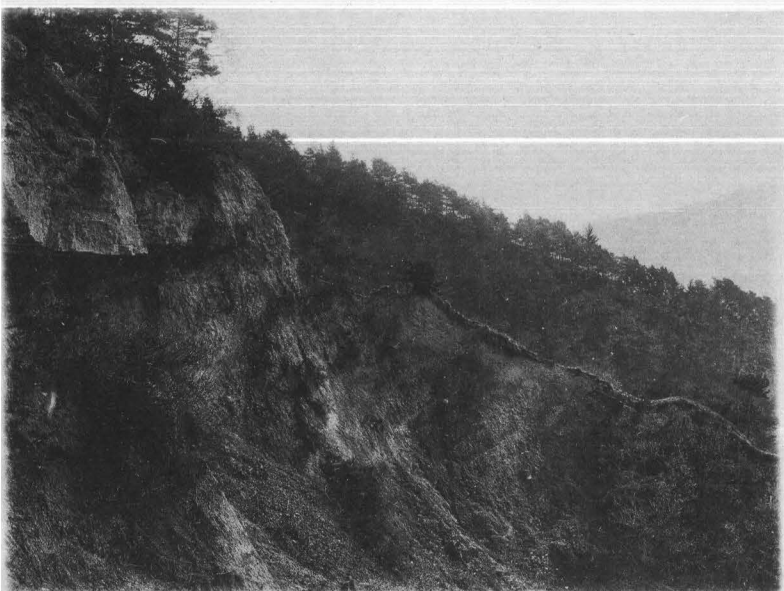
Ansicht 6.



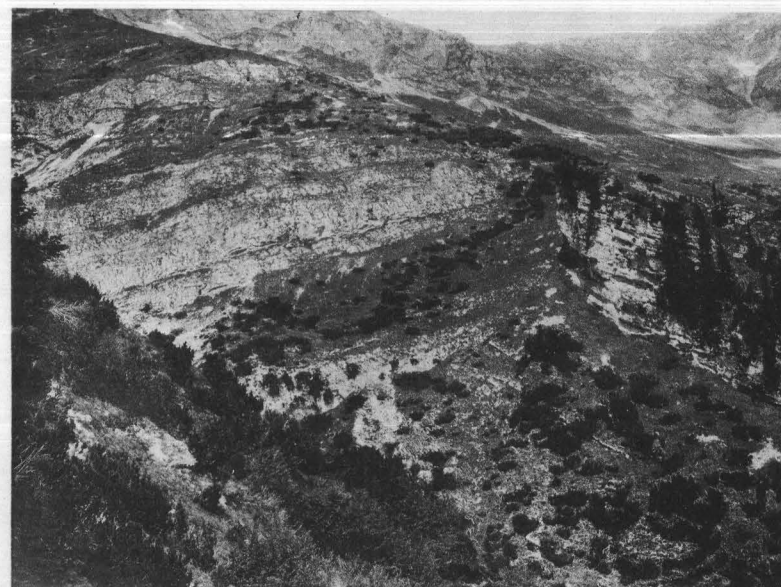
Ansicht 7.



Ansicht 8.



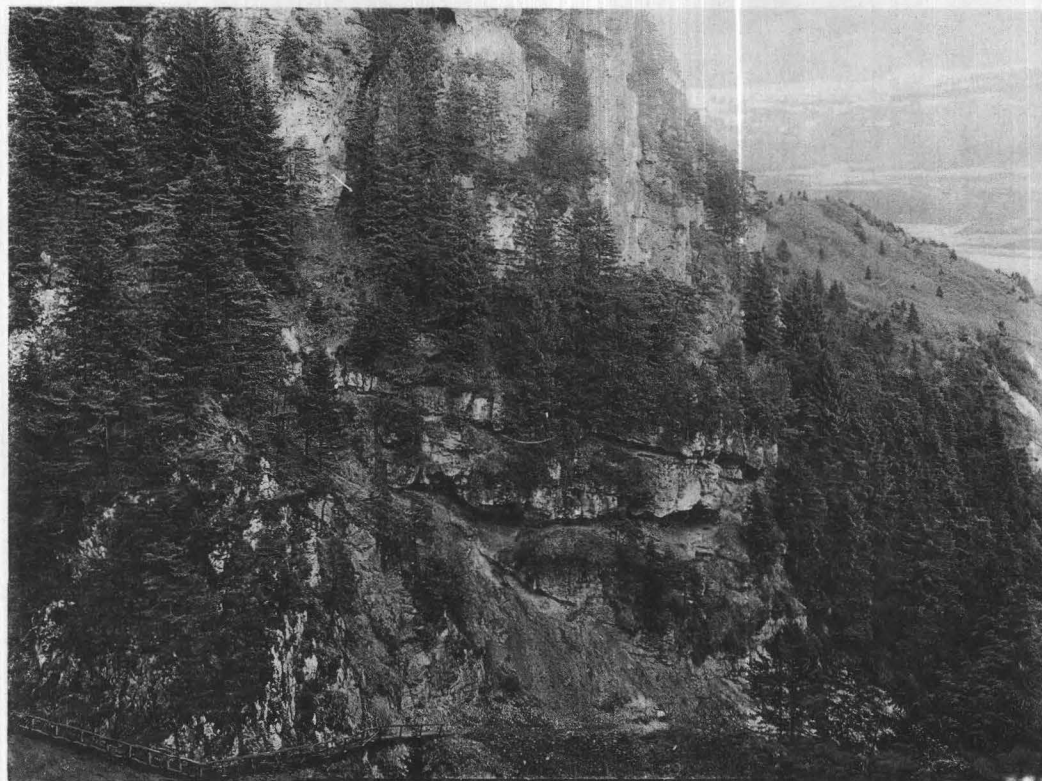
Ansicht 9.



Ansicht 10.

B

R



Ansicht 11.

R

M

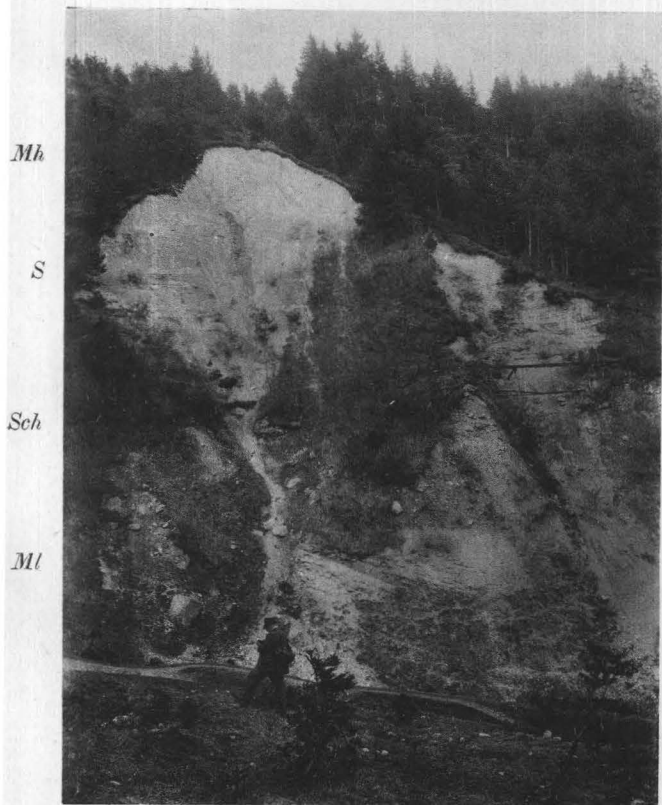
B



Ansicht 12.



Ansicht 13.



Ansicht 14.



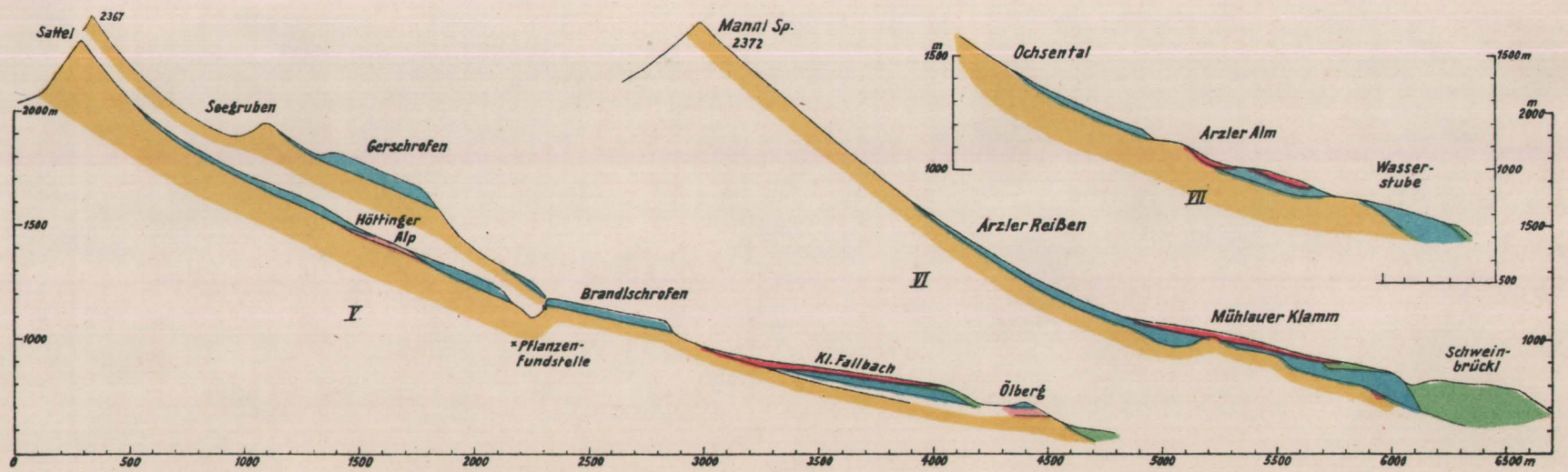
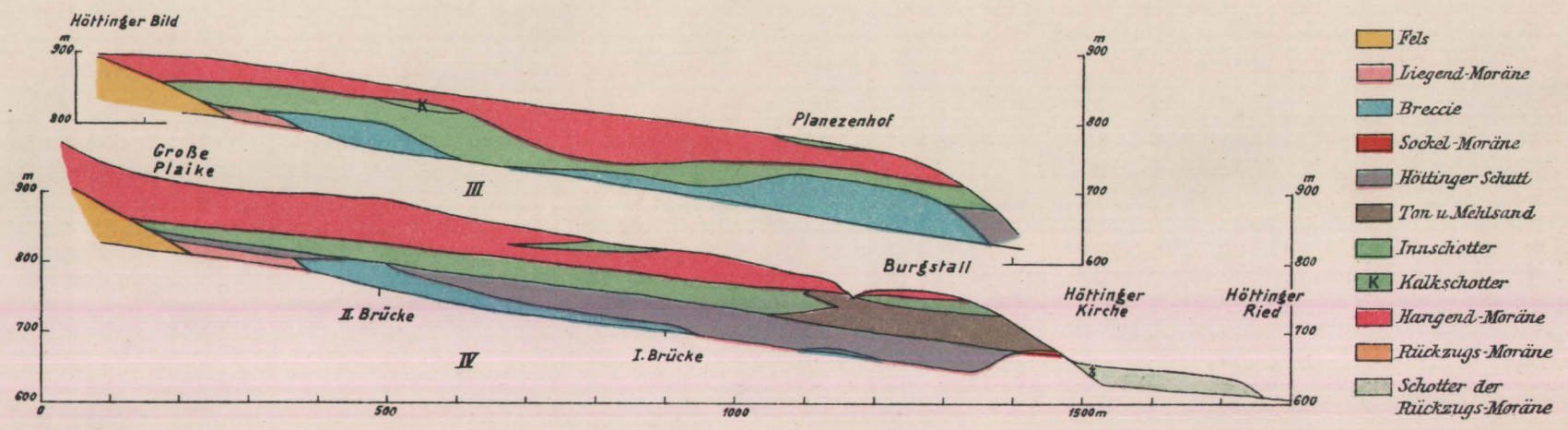
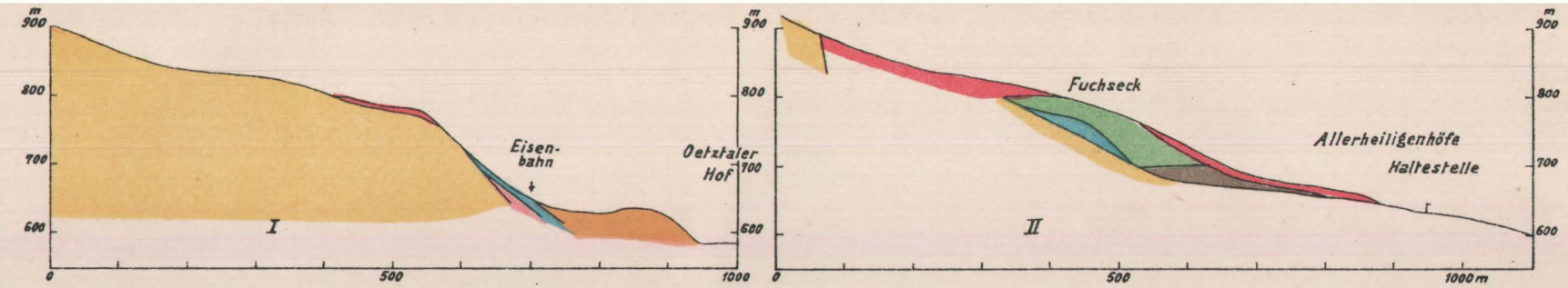
Ansicht 15.



Ansicht 16.



Ansicht 17.



Penck: Die Höttinger Breccie, eine interglaziale Ablagerung bei Innsbruck.
Taf. XII.