

## Der Fernpass und seine Umgebung in Bezug auf das Glacialphänomen.

Diese Arbeit, deren Zweck ist: einen kleinen Beitrag zur Kenntnis des alpinen Diluviums zu geben, entstand aus Anregung von Penck's trefflicher Schrift: Vergletscherung der deutschen Alpen<sup>1)</sup> und schließt sich derselben auch in vielen Stücken an. Jenes Buch, welches in den Kreisen der Geologen und Geographen gebührendes Aufsehen erregte,<sup>2)</sup> bedeutete einen namhaften Fortschritt auf dem in neuester Zeit wiederum viel betretenen Gebiete der Glacialgeologie, indem der Verfasser darin nicht nur das reiche Material, welches er in der älteren Literatur vorfand, sozusagen erschöpfend benützte,<sup>3)</sup> sondern auch ein fast neues Gebiet seiner Forschung unterzog. Penck begnügte sich nämlich nicht mit der Untersuchung des Glacialphänomens in Südbayern, wie seine Aufgabe lautete, sondern dehnte dieselbe auch auf die benachbarten Thäler Tirols, besonders auf das Innthal aus, ja er zog sogar vielfach die glacialen Erscheinungen des Nordens in seine Untersuchungen hinein. Hiedurch aber gestaltete sich seine Arbeit zu einer Forschung mehr allgemeiner Natur und er selbst spricht es an vielen Stellen aus, dass noch manche Specialforschungen nöthig sein werden, um dies und jenes einzelne festzustellen.

In der That hat Penck's Anregung mittlerweile bereits mehrere Früchte getragen. Solche sind Dr. J. Blaas' treffliche Studie<sup>4)</sup> über die Glacialerscheinungen in der Umgebung von Innsbruck, ferner A. Böhm's interessanter Aufsatz über die Höttinger Breccie,<sup>5)</sup> v. Eттingshausen's palaeontologische Untersuchungen der Pflanzenreste jener Breccie,<sup>6)</sup> Dr.

<sup>1)</sup> Die Vergletscherung der deutschen Alpen, ihre Ursachen, periodische Wiederkehr und ihr Einfluss auf die Bodengestalt. Leipzig, Barth. 1882. Gekrönte Preisschrift von Dr. A. Penck (jetzt Professor an der k. k. Universität in Wien).

<sup>2)</sup> Deutsche Rundschau für Geographie und Statistik. Jahrg. 6. S. 369.

<sup>3)</sup> Penck citiert in seinem Buche 173 Autoren in deutscher, französischer, englischer, italienischer, schwedischer, dänischer und lateinischer Sprache.

<sup>4)</sup> Über die Glacialformation im Innthale. Zeitschrift des Ferdinandeums, 1885.

<sup>5)</sup> Die Höttinger Breccie und ihre Beziehungen zu den Glacialablagerungen. Jahrbuch der k. k. geolog. Reichsanstalt 1884, 34. Bd. I. Heft.

<sup>6)</sup> Sitzungsbericht der math.-phys. Classe. Akad. Wien, 1884.

Eduard Brückner's Studien über den Salzach-Gletscher.<sup>1)</sup> Penck selbst hat jüngst einen kurzen Nachtrag zu seinem Werke geliefert.<sup>2)</sup> Auch die vorliegende Studie möchte sich dieser Reihe der Specialuntersuchungen anschließen und sie strebt darnach, die Aufhellung des Glacialphänomens auf einem zwar kleinen aber für die Glacialgeologie wichtigen Gebiete zu bewirken.

Die Forschungen über die Gletscher vergangener Zeiten haben bereits das Interesse weiterer Kreise wachgerufen. Um nun einerseits die Beziehungen dieses Versuches zum Glacialphänomen in den Ostalpen überhaupt und den darüber von Penck gepflogenen Forschungen insbesondere darzulegen, anderseits aber um auch denjenigen, welche nicht vom Fache sind, die Lectüre dieses Aufsatzes genießbar zu machen, ist es unerlässlich, wenigstens die Ausgangspunkte derartiger Untersuchungen zuvor kurz darzustellen. Wir wollen dieses an der Hand des Penck'schen Werkes versuchen.

Es ist nicht eben leicht einen gedrängten Auszug jenes Buches zu geben, da es, wie natürlich, vorzugsweise Inductionsbeweise enthält, deren nackte Schlussätze ohne die Praemissen niemanden befriedigen; diese aber wiederzugeben, führt nothwendig ins Breite. Daher müssen wir von einer genauern Inhaltsangabe gänzlich absehen und uns begnügen, bloß den Gedankengang im allgemeinen kurz zu skizzieren und von dem besonderen nur das anzuführen, was für unser Gebiet wichtig ist.

## I.

### Das Glacialphänomen in Bayern und Nordtirol überhaupt.

Waren die Alpen einst in höherem Maße vereist als jetzt, so mussten die Gletscher jener Zeit gleich den recenten ihre Spuren hinterlassen, welche uns also da, wo wir sie noch finden, Zeugnis ihrer Anwesenheit geben. Gletscherspuren sind die Producte ihrer Thätigkeit, welche theils eine anhäufende, theils eine erodierende, theils eine conservierende ist. Zu den Producten ersterer Art gehören vor allem die Moränen und die mit ihnen in Verbindung stehenden Schotter, ferner die erratischen Geschiebe, soferne ihr Transport durch Gletschereis nachweisbar ist. Zu den Producten der erodierenden Thätigkeit gehören die Gletscherschliffe und sogenannten Riesentöpfe, gewissermaßen auch die „gekritzten“ Geschiebe, vielleicht auch manche See-

<sup>1)</sup> Deren Veröffentlichung ist noch abzuwarten. Vorstudien erschienen in der Zeitschrift des D.-Ö. Alpenvereines. 1885.

<sup>2)</sup> Zur Vergletscherung der deutschen Alpen. Halle, 1885. In Commission bei W. Engelmann in Leipzig.

becken und andere Depressionsgebiete, alte Trockenthäler u. dgl. Penck wenigstens rechnet sie dazu, während andere dies bezweifeln und sie als Producte der conservierenden Thätigkeit des Eises auffassen.

Wir können uns hier nicht auf eine nähere Beschreibung all dieser Erscheinungen einlassen — von der Mehrzahl derselben wird ohnehin im Laufe der Abhandlung die Rede sein — aber den Moränen als wichtigsten Gletscherzeugen müssen wir bereits an dieser Stelle ein Wort widmen. Moränen sind Schuttmassen, welche die Gletscher theils an ihren Enden, theils an den Seiten, theils auf ihrem Untergrunde ablagern. Man unterscheidet hiernach End-, Seiten- und Grundmoränen. Alle Moränen entstehen durch die Bewegung der Gletscher und durch das Abschmelzen an ihren Enden. Das Materiale, welches von dem über das Eis hervorragenden Gebirge stammt, wird langsam<sup>1)</sup> zwar, aber stetig dem Ende des Gletschers zugeführt. Bleibt dieses längere Zeit stabil, so häuft sich allmählich davor ein Moränenwall auf. Auf ähnliche Art entstehen Seitenmoränen.

Die Grundmoräne dagegen wird theils aus jenem Materiale gebildet, welches der Gletscher vom Untergrunde (dem „Liegenden“) ablöst, theils aus solchem, welches durch Spalten hinabfällt, ja es scheint sogar, wie an grönländischen Gletschern beobachtet werden konnte, dass sehr ausgedehnte Gletscher durch eine Art von wälzender Bewegung, die das Eis vollbringt, Gesteinsmateriale ins Liegende bringen.<sup>2)</sup> An den Gletscherenden wird die Grundmoräne ebenfalls abgesetzt und vermischt sich mit der Oberflächenmoräne. Jederzeit aber ist ihr Material leicht von dem jener zu unterscheiden, da es größtentheils aus Lehm und feinem Sande besteht, in welchem eigenthümlich gekritzte oder geschrammte und polierte Gesteinsstücke eingebettet sind. Von diesen noch ein Wort. Sie sind nie so rund wie die Geröllsteine in den Wasserrinn-

<sup>1)</sup> Über die Geschwindigkeit der Gletscherbewegungen liegt ein reiches Beobachtungsmaterial vor. Folgende seien einige Beispiele täglicher Bewegungen (entnommen aus: Handbuch der Gletscherkunde von A. Heim, Professor in Zürich. Stuttgart. Engelmann. 1885).

Schweiz.		Norwegen.	
Glacier de Bosson . . . . .	1,32 m.	Böiumsgletscher . . . . .	0,52 m.
Mer de glace . . . . .	0,67 „	Grönland.	
Tirol.		Lille Umiatorfikbrae . . . . .	0,12 „
Pasterze . . . . .	0,43 „	Itvdliarsuk . . . . .	<b>20,0</b> „
Hintereisgletscher . . . . .	0,12 „	Jacobshavngletscher . . . . .	<b>22,46</b> „
		Torsukatak . . . . .	6,15 „

Diese überraschend großen täglichen Bewegungen zeigen nur die Ausläufer des grönländischen Binneneises, nicht dieses selbst. Heim, S. 145.

<sup>2)</sup> Heim, Gletscherkunde, S. 361.

salen, sondern nur an den Ecken und Kanten abgerundet. Sie haben ferner eine mitunter sehr vollkommene Politur, die weicheren und feinkörnigen darunter, namentlich die aus Kalk bestehenden, sind über und über mit feinen Kritzen und Schrammen bedeckt, welche sich nach vielen Richtungen durchkreuzen. Diese Kritzen sind das sicherste Kennzeichen des glacialen Ursprunges der genannten Geschiebe, da sie in solcher Menge und Ausdehnung, in welcher sie angetroffen werden, nur durch Gletscher entstehen konnten. Indem nämlich die Grundmoräne unter dem Drucke der überlagernden Eismassen vorwärts gepresst wird, reiben sich ihre Bestandtheile an einander und die härteren verursachen an den weichern jene Schrammen.<sup>1)</sup> Zugleich wird der Untergrund angegriffen und es entstehen die „Gletscherschliffe“, ebenfalls durch Kritzen und Schrammen ausgezeichnet. Jedoch geschieht der Angriff des Untergrundes nicht überall, sondern nur stellenweise, besonders dort, wo sich das Gletscherbett verengt und wo daher die Eismassen aufgestaut werden. Ganz ähnlich verhält sich das fließende Wasser, welches da erodiert, wo es zusammengedrängt wird und wo sein Gefälle sich vergrößert, da dagegen anhäuft, wo Gefällsverringerung und Ausbreitung eintritt.<sup>2)</sup>

Selbstverständlich wird die Moräne nicht überall in dem Zustande verbleiben können, in welchem sie abgelagert wurde, sie wird insbesondere den Einflüssen der den Gletschern entströmenden Gewässer ausgesetzt sein und durch dieselben in mannigfacher Weise gewaschen, geschlänmt, vielleicht theilweise geschichtet, wohl auch an manchen Stellen gänzlich weggeschwemmt oder in einen gewöhnlichen Flussschotter verwandelt werden müssen.

Schon vor Jahren wurde in der Schweiz die Beobachtung gemacht (1821 durch Venetz), dass sich deutliche Moränen viel weiter unten in den Thälern finden, als bis wohin heute die Gletscher reichen; also mussten sie bis dahin einst sich erstreckt haben. Diese Anschauung fand großen Widerspruch, jedoch gerade der förderte am meisten die Forschung. J. von Charpentier, ein ausgezeichnete Geologe erklärte die Meinung

<sup>1)</sup> Es können übrigens auch gleichharte Gesteine einander schrammen, wenn nur der Druck groß genug ist; Daubrèe gelang es sogar mittels lithographischen Schiefers (Kalkstein) Granit zu schrammen. (Synthetische Studien zur Experimentalgeologie von A. Daubrèe, S. 219.)

<sup>2)</sup> Diese Analogie der Gletscherbewegung mit der des strömenden Wassers zuerst erkannt zu haben ist das Verdienst Rendu's, Bischofs von Annecy (1842). Seine Theorie, Stromtheorie genannt, ist heute die herrschende geworden und wird fast von allen neueren Glacialgeologen acceptiert. Hiernach ist die eigentliche bewegende Ursache wie beim fließenden Wasser die Gravitation, während die Ausdehnung des Wassers, die Regelation und Krystallisation, ferner die Erdwärme nur untergeordnete Bedeutung haben. Anhänger der mehr minder modificierten Stromtheorie sind: Rendu, Croll, Bordier, H. Schlagintweit, Matthews, Bianconi, Pfaff, Steenstrup, Tyndall, Helmholtz, Tresca, Forbes, Heim etc.

Venez's seines Freundes für eine wissenschaftliche Grille, begann aber von da an die Glacialerscheinungen zu studieren, lenkte auch Agassiz's Aufmerksamkeit auf dieselben und wurde in der Folge nebst letzterem Forscher einer der vorzüglichsten Vertheidiger dieser Ansicht. Seitdem hat die Glacialforschung große Ausbreitung erlangt und es ist die einstige Anwesenheit von mächtigen Gletschern an vielen Punkten der nördlichen und südlichen Halbkugel, speciell aber in der Schweiz unwiderlegbar nachgewiesen worden. Es zeigte sich, dass daselbst sowohl, als überhaupt in den Westalpen alle Thäler vergletschert waren, ja dass Gletscherarme sich bis weit in die flachen Thäler des Rheines, der Rhone u. s. w. erstreckt haben mussten.

Penck untersuchte nun die bayerische Hochebene in dieser Richtung und fand auch dort die Gletscherspuren in überraschender Ausdehnung. Es kann hier nicht ins Detail gegangen werden; daher sei nur bemerkt, dass er in dem dortigen Diluv drei Zonen unterscheiden konnte: die Zone der verwaschenen Moränen, welche die von den Alpen entlegenste ist, die Zone der eigentlichen Moränenlandschaft, endlich das Gebiet der Bodendepressionen, welches innerhalb der Moränen nahe dem Fuße der Alpen liegt. Die erstere Zone erstreckt sich sehr weit nach Norden sogar über München hinaus, östlich davon z. B. bis Mühldorf, Ampfing, St. Wolfgang, Erding, westlich bis gegen Bruck und den Ursprung der Glan. Innerhalb dieser Zone sind die Moränen zwar stark erodiert, jedoch an der Führung gekritzter Geschiebe immerhin noch deutlich zu erkennen. Die zweite Zone näher den Alpen zeigt die Moränen in typischer Gestalt. Weithin verfolgbare, häufig reihenweise hinter einander liegende Züge von Hügeln und Wällen von annähernd gleicher und nicht bedeutender, verticaler Erhebung mit zwischenliegenden, kleineren Wasseransammlungen verleihen der Landschaft jenen ausgesprochenen Charakter, welcher die Bezeichnung „Moränenlandschaft“ rechtfertigt. Die Hügel und Rücken sind aus lockerem Materiale aufgebaut, durchspickt mit größeren und kleineren Steinblöcken fremder Herkunft, häufig durchsetzt oder unterlagert von Grundmoränen aus lehmigem Stoffe (Blocklehm), welcher zahllose gekritzte Geschiebe einschließt.<sup>1)</sup>

Charakteristisch ist die horizontale Erstreckung dieser Ablagerungen. Sie umziehen in weitem Bogen die Ausmündungen der größeren Alpenthäler: des Innthales, des Isar-Loisachthales, des Lech- und Illerthales; zwischen diesen Thälern nähern sich die Bogen mehr, zum Theil

<sup>1)</sup> „Bei Wallgau an der Isar . . . sah ich gekritzte Geschiebe von 2—4 m. Durchmesser, in der Umgebung von Kempten ringsum geschrammte Blöcke von noch größeren Verhältnissen.“ Penck, S. 36.

fast ganz dem Gebirge. Es sind keine Flussablagerungen, wie G ü m b e l<sup>1)</sup> früher noch meinte, hervorgebracht durch ungeheuere Fluten, die einst den Alpenthälern entstürzten, sonst müssten sie sich an Höhe allmählich abnehmend bis zur Donau erstrecken; Wasser bildet ferner dort, wo es aus einem Thale in die Ebene tritt, einen flachen Schuttkegel, niemals aber Hügel und Rücken, deren Anordnung zur Flussrichtung senkrecht ist; gekritzte Geschiebe führen Wasserablagerungen nie. — Die Moränen umschließen an jeder Ausmündungsstelle eines größeren Thales je ein Depressionsgebiet. Solche sind: der Waginger See nebst Umgebung entsprechend dem Salzachthale, der Chiemsee entsprechend dem Thale der Alz, das Rosenheimer Moos und seine weitere Umgebung entsprechend dem Innthale. Letztere Depression besitzt zwar zur Jetztzeit keinen See mehr, bildete jedoch einst unzweifelhaft einen solchen. Ihre Mitte liegt 150 m. tiefer als ihre Peripherie; sie bildet ein hydrographisches Centrum, dem die Mangfall, Leitzach, Attel, der Ebracher Bach radial zuströmen. Die Depressionen, welche den übrigen Thälern entsprechen, enthalten meist Seen. Der Ammersee liegt 440 m. über Meer, der Starnberger See 460, die nördlich davon liegenden Moränen dagegen erheben sich 660 m. hoch.<sup>2)</sup> Die Umgebung von Füssen liegt auch tiefer als ihre nördliche Einfassung und enthält mehrere kleinere Seen.

Die Entstehung dieser Bodensenkungen kann durch Wasserwirkung nicht erklärt werden. Wasser müsste eben bei seinem Austritte aus dem Gebirge am meisten anhäufend wirken, Gletscher aber könnten an diesen Stellen, wo ihre Mächtigkeit noch groß und der Nachschub aus den Alpenthälern bedeutend sein musste, vielleicht sogar erodiert haben<sup>3)</sup> jedenfalls aber mussten sie diese Gebiete vor Ausfüllung bewahren. Als dann die Gletscher abschmolzen, blieben hier Seen zurück, welche wir zum Theil noch erblicken, zum Theil jedoch wurden sie trocken gelegt (wie z. B. Rosenheims Umgebung), indem die nördlich abfließenden Wassermassen den Moränenwall ausfraßen (Gars, Wasserburg).

Vollends muss uns aber von dem glacialen Ursprung dieser Ablagerungen die Art der Geschiebeführung überzeugen.

Flüsse sowohl als Gletscher können nur die Gesteine ihres Einzugsgebietes transportieren. Nun aber entspringen Lech, Isar und Loisach aus den nördlichen Kalkalpen und erhalten ihre sämtlichen Zuflüsse nur aus denselben. Diese Flussgebiete enthalten aber

<sup>1)</sup> Geognostische Beschreibung des bayerischen Alpengebietes und seines Vorlandes. Auch Pichler (Beiträge zur Geognosie Tirols, 1859.) und Unger (über den Einfluss des Bodens auf die Vertheilung der Gewächse. Wien, 1836. S. 70.) hegten dieselbe Meinung. G ü m b e l, der beste Kenner Bayerns, hat sich mittlerweile ganz der neuen Auffassung angeschlossen.

<sup>2)</sup> Penck, S. 123.

<sup>3)</sup> Penck ist ein Anhänger der Erosionstheorie. A. d. V.

durchaus keine anstehenden Urgebirgsgesteine, aus denen sich die Herkunft jener Geschiebe ableiten ließe,<sup>1)</sup> dennoch sind Urgebirgsgesteine sowohl in den Flussbetten als in den Moränen sehr zahlreich. Die Gesteinsarten sind identisch mit denen der Centralalpen. Wären sie durch Wasser transportiert worden, so müssten die Gewässer der Centralalpen über die Pässe der nördlichen Kalkalpen geflossen sein. Der niedrigste Pass, welcher aus dem Innthale ins Lechthal führt, ist der Fern. Er liegt 1209 m. über Meer und 496 m. über dem Inn bei Imst. Der niedrigste aller Pässe, welche überhaupt in eines der genannten Thäler führen, ist der Achenpass — er liegt (der Achensee) 927 m. über Meer und circa 400 m. über dem Inn bei Jenbach. — Sollte die Sohle des Innthales einst so hoch gelegen gewesen sein, dass die Gewässer der Centralalpen durch die nördlichen Pässe abfließen? — Aber was zwang sie in der Folge, ihre bisherigen Läufe in den Querthälern zu verlassen und dem großen Längsthale zu folgen, ja wie konnte sich ein so bedeutendes und nun fast fertiges Längsthal überhaupt noch später bilden? Unmögliche Annahme! —

Doch eine einstige Vergletscherung, deren Höhe die Passhöhen erreichte und übertraf, erklärt alles. War das Innthal mit seinen Seitenthälern vereist, dann mussten Gletscher die Pässe überschreiten und sie konnten die Gesteine der Centralalpen bis in die Ebene führen.

In diesem Falle müssten aber die Spuren der Vereisung auch in den Thälern, auf den Pässen etc. zu finden sein? — Penck und vor ihm andere haben sie in der That gefunden.

Unger (1836), Escher v. d. Linth (1845), Frignet (1846), Morlot (1847), Stotter, Pichler (1859, 1864, 1867), De Mortillet (1861) beschreiben zahlreiche Vorkommnisse erratischer Blöcke am Nordabhang des Innthales zum Theile in großer Höhe (1700—1800 m.) und heben hervor, dass sich auf der Südseite des Thales niemals Materiale von der Nordseite findet,<sup>2)</sup> wohl aber sehr häufig umgekehrt.

Auf den Passhöhen trifft man massenhaft Schotter und Moränen, so am Achenpass, Seefelderpass u. a. Gletscherschliffe verzeichnet Penck an ziemlich zahlreichen Punkten in der seinem Buche beigegebenen Karte. Ich halte davon in der That wenig, obwohl ich Penck als einen gewissenhaften Beobachter bezeichnen muss, denn ich hege die Ansicht, dass sich charakteristische Schliflächen nur sehr schwer in dem leicht

<sup>1)</sup> Nur im Flüsche des Allgäu, aus welchem die Iller Zuflüsse erhält, sind Urgebirgsblöcke eingebettet, deren Herkunft noch strittig ist. Penck, S. 84.

<sup>2)</sup> Dasselbe bestätigt Blas für Innsbruck's südliche Umgebung. Aus eigener Anschauung kann ich es für die Innthalterrasse von Flauring bis Götzens bestätigen; dasselbe Resultat erhielt H. Malfatti, stud. med., und nach Mittheilung A. Spielmann's lässt sich auf der Stamser Alpe (1856 m.) keine Spur von Kalksteinen finden.

verwitternden Dolomit erhalten konnten, wenn sie nicht schon nach kurzer Zeit von Schutt bedeckt wurden. In diesem Falle jedoch werden sie auch jetzt selten zu beobachten sein außer an ganz frischen Entblößungen.

Die Berge weisen bis zu 2200 m. Rundbuckelformen auf, höher droben keine mehr.

Die wichtigsten und massenhaftesten Spuren hinterließen indes die Gletscher in den Thälern in Form von Terrassen, auf und in deren Resten unzweifelhafte Grundmoränen abgelagert sind. Reste von Terrassen findet man in allen Thälern Tirols, auch Moränen sind schon an vielen Punkten angetroffen worden. Eine der bedeutendsten war unstreitig die des Innthales, wie aus den Überbleibseln zu schließen ist; auch bietet die Innhalterrasse dem Studium besondere Vortheile durch die scharfe Sonderung der Gebirgsarten an der Süd- und Nordseite des Thales. Reste dieser ehemals sicher continuierlichen Ablagerung sind die sogenannten Mittelgebirge, z. B. die schiefe Platte zwischen Holzleiten und Telfs, ferner auf der anderen Seite der Flauringer, Pollinger und Inzinger Berg, die große Stufe, auf welcher die Ortschaften: Ranggen, Oberperfuß, Birgitz, Axams, Götzens etc. liegen. Südlich von Innsbruck bildet sie das Innsbrucker Mittelgebirge und erstreckt sich östlich bis gegen Schwaz. Am nördlichen Abhange ist ein Rest derselben die Platte oberhalb Hötting und östlich von Hall der Gnadenwald.

Die nördliche Umgebung Innsbruck's erfuhr schon durch Penck eine genauere Durchforschung; der gesammten Umgebung dieser Stadt widmete Dr. J. Blaas die oben citierte, sorgfältige Specialarbeit. Die Hauptergebnisse sind kurzgefasst die, dass die Terrasse von einer Grundmoräne unterlagert wird, während sie selbst der Hauptmasse nach aus Schottern besteht, die den Flussschottern ähnlich sind — wahrscheinlich sind es fluvioglaciale Gebilde, — dass ferner über den Schottern noch eine Grundmoräne folgt, die ihrerseits wieder theilweise beschottert ist; dass inzwischen sich eine Breccie von großer Mächtigkeit bildete, die wahrscheinlich ein verfestigter Schuttkegel ist. Endlich sind noch starke Gründe vorhanden, zu vermuthen, dass ein glaciales Gebilde der obern und untern Moräne zwischengeschaltet sei. Es kann hier auf die genannten Arbeiten nicht näher eingegangen werden, allein ihre Hauptergebnisse sind wohl verlässlich; nur scheint Blaas in Bezug auf die Altersbestimmung jener recenten Gebilde, worin er Kohlen, Knochen, Scherben unglasierter Thongefäße (??) fand, etwas weniger kritisch vorgegangen zu sein, als es sonst seine Art ist.

Sei dem jedoch wie ihm wolle, jedenfalls würde daraus eine mehrmalige, wahrscheinlich dreimalige Vergletscherung der Gegend von Innsbruck folgen, wie schon Penck ausführte.



Sollten diese Ergebnisse in anderen Bezirken Nordtirols ihre Bestätigung oder ihre Widerlegung finden? — Dies sorgfältig zu untersuchen schien mir und andern wünschenswert, wie denn überhaupt den Lehren der Glacialgeologie gegenüber einiger Skepticismus wohl am Platze ist.

Besonders war es jedoch Penck's Hypothese über den postglacialen Ursprung des Fernpasses, welche mir, der ich jene Gegend von Jugend an kenne, die hauptsächlichsten Zweifel erregte. Penck hatte nämlich zur Erklärung der überraschenden Thatsache, dass am nördlichen Abhange des Fernpasses im Gegensatze zu den andern Pässen der nördlichen Kalkalpen sich nur wenige Urgebirgsgeschiebe finden, die Behauptung aufgestellt: der Fernpass habe zur Glacialzeit noch gar nicht existiert, sondern sei erst nachher durch einen von Biberwier bis fast Nasserëut reichenden Einsturz des Gebirges entstanden. Daher beschloss ich, der Sache eine genaue Untersuchung angedeihen zu lassen, deren Ergebnisse im Folgenden vorliegen.

## II.

### Das Glacialphänomen am Fern und Umgebung.

#### A. Oro- und Topographie.

Die südliche Ausmündung jenes Querthales, welches den Fernpass bildet, unterscheidet sich in ihrer Gestalt bedeutend von dem Aussehen der anderen Pässe und zwar hauptsächlich dadurch, dass dem tiefen Einschnitte südwärts noch ein nicht unbedeutendes Kalkgebirge, vorge-lagert ist. Penck<sup>1)</sup> sagt darüber:

„Im Thalwege des Inn ungefähr gegenüber der Ausmündung des Ötzthales erhebt sich das Massiv<sup>2)</sup> des Tschirgant. Eine tiefe Senkung zwischen Imst, Nassereut und Telfs trennt dieselbe scharf von den nördlichen Kalkalpen ab, zu welchen der Tschirgant noch zu rechnen ist. Dem westlichen Theile dieser Senkung folgt das Imster Gurglthal, der östliche dagegen verläuft in die große Terrasse des Innthales. Man hat es hier augenscheinlich mit einem außer Gebrauch gesetzten Thale zu thun. Solches drängt sich unwillkürlich beim Beschauen einer guten Karte auf. Man sieht dann, dass die Richtung des Patznauner- und Stanzerthales sich in der des Innthales zwischen Landeck und Imst und dann in der der erwähnten Senkung fortsetzt, während das Engadin sich als Thalzug über den Piller Wald in das (vordere) Pitzthal und dann

<sup>1)</sup> S. 55. — <sup>2)</sup> Es ist hier durchaus nicht an ein Massiv im Sinne der ältern Geologen, nämlich an ein isoliertes Hebungscentrum, zu denken, sondern nur an ein geographisches Massiv.

als heutiges Innthal südlich des Tschirgant verfolgen lässt. So gewinnt es den Anschein, als ob die Gewässer der rhätischen Alpen und des Engadin, welche sich heute bei Landeck treffen, früher erst bei Telfs zusammengeflossen seien und dass das Innthal zwischen dem Piller Wald und Landeck, sowie unweit Imst erst nachträglich entstandene Bindeglieder zwischen beiden Thalzügen seien. . . . . Allerdings ist dies nur eine Vermuthung, die sich bloß auf die Configuration des Landes stützt.“

Diese Ansicht Penck's steht nicht isoliert da, sie wurde vielmehr schon früher (1860) von Sonnklar<sup>1)</sup> ausgesprochen. Da Penck überall sehr gewissenhaft citiert, so ist nicht zu zweifeln, dass ihm Sonnklar's Ansicht unbekannt war; daher ist es interessant, dass die Meinungen beider so gut zusammentreffen. Sonnklar sagt (l. c.): „Es ist auffallend, dass die Linie von Prutz im Innthal nach Mayerhof an der Ausmündung des Pitzthales, eine Linie, die zugleich die Linie der Ur- und Übergangsformations bildet,<sup>2)</sup> das Innthal oberhalb Prutz mit dem Innthal abwärts Mayerhof zu einer geraden Linie verbindet: dass ferner das Stück des Innthales zwischen Prutz und Landeck die fast geradlinige Fortsetzung des Kaunerthales und jenes zwischen Landeck und Mayerhof die gleichartige Verlängerung des Rosanna- oder Patznaunthales darstellt. Hieraus ließe sich vielleicht die Folgerung abziehen, dass bei jener großen Hebung, die das Gebirge nach allen Richtungen zerspaltete und die angelagerten sedimentären Formationen von dem krystallinischen Kerne ablöste, der Sattel am Piller eigentlich der großen Längsspalte des Innthales angehörte, jedoch an dieser Stelle nicht tief genug ausfiel, um den Gewässern die directe Fortsetzung ihres Laufes von Prutz nach Mayerhof zu gestatten.“ Ein Blick von der Höhe des Simmerig (s. u.) aus nach Südwest ruft in jedem Beobachter dieselbe Vermuthung wach, so dass das Auge unwillkürlich die Fortsetzung des Innthales in jener Richtung sucht. — Allein dies sind bloße Conjecturen, für welche ein Beweis schwer zu erbringen ist. Jedenfalls aber hat Penck Recht — die Gründe werden später beigebracht — wenn er behauptet, dass der Einschnitt zwischen dem Tschirgant und den nördlich davon gelegenen Bergen ein altes Thal darstellt, dessen Sohle ungefähr der Tiefe des heutigen Gurglthales gleichkam. Indes wir kommen auf diesen Punkt noch zurück.

<sup>1)</sup> Ötzthaler Gebirgsgruppe, S. 171.

<sup>2)</sup> Der Venetberg, welcher sonst als letzter Ausläufer des Kaunergrates zu betrachten wäre, ist von diesem nur durch einen 1408 m. hohen Sattel „am Piller“ getrennt. Er besteht aus Thonschiefer und Kalk. Diese Abtrennung des Venet ist eine entfernte Analogie zur Isolierung des Tschirgant von seiner zugehörigen Gebirgsmasse. (Sonnklar, l. c. A. d. V.)

Der Tschirgant erhebt sich bei Imst bis zu 2366 m.<sup>1)</sup> Östlich setzt er sich in den Simmerig fort (2093 m.), von welchem er durch einen seichten Einschnitt geschieden ist. Letzterer ist durch einen ähnlichen Einschnitt vom Simmerighorn getrennt (1864 m.). Hierauf folgt eine tiefe Einsenkung bei Mötz, welche das Niveau der Innthalsohle erreicht, um jenseits sich in dem sogenannten Nachberg<sup>2)</sup> bis gegen Telfs mit nur geringer Erhebung (1029 m.) fortzusetzen. Zwischen diesem östlichen Ausläufer des Tschirgant und dem nördlichen Gebirge liegt ein Rest der einstigen Thaltterrasse, welche von Telfs allmählich ansteigend ihren höchsten Punkt bei Holzleiten (300 m. über dem Inn) erreicht. Auf ihr liegen die Ortschaften: Wilderming, Mieming (Ober- und Unter-), Barwies, Obsteig, das letztere namentlich in freundlicher Umgebung. Diese Terrasse wird uns noch beschäftigen.

Nordwärts vom Tschirgant liegt der Thalkessel von Nassereut. Hier ist die eigentliche Einmündung des Querthales in das Hauptthal. Es führen aber noch mehrere Pässe theils ins Lechthal, theils in das Thal der Loisach. Bei Tarrenz im Gurglthale mündet das Salvesenthal, aus dem ein Übergang (Hochtennen 1905 m.) in das Bschlabsthal, ein Seitenthal des Lechthales, führt. Nordwestlich von Nassereut liegt die kurze und tief eingerissene Rinne des Gaffleinthales ohne einen Passübergang ins Lechthal. Etwas weiter nördlich öffnet sich mit einer tiefen Schlucht das Tegesthal, welches nach oben in eine sanft ansteigende und ziemlich (etwa 1,5 km.) weite Mulde übergeht, welche sich jenseits ebenso allmählich ins Röthlechthal hinabsenkt. Hart an der Wasserscheide ist die Thalbreite am größten; die Passhöhe beträgt 1539 m. Aus dem Gaffleinthale führt in das Tegesthal ein Übergang durch eine flache Einsenkung westlich von dem Brunwaldkopf (1460 m.). Ein dritter Pass führt östlich von Nassereut bei Obsteig über den Mariaberg in den Kessel von Biberwier, das Mariaberger Jöchel genannt. Sein höchster Punkt liegt bei 1791 m.

Der weitaus bedeutendste Pass ist aber der Fernpass selbst. Ungefähr eine halbe Stunde nördlich von dem Dorfe Nassereut wendet sich das Thal nach Nordost, um diese Richtung von einigen wenig bedeutenden Krüm-

<sup>1)</sup> Die Höhenangaben sind theils der österr. Specialkarte, theils dem Höhenverzeichnis von Tirol und Vorarlberg (bearbeitet von Isser, I. Bd. Innsbruck. Wagner, 1883.) entnommen. Letzteres Werk enthält in Bezug auf unser Gebiet richtige Angaben, da der Autor hier selbständige Messungen anstellte ausgehend von in der Karte angegebenen Höhen; hinsichtlich anderer Gebiete enthält es nur das, was ein jeder selbst mit Benützung der Isohypsen aus der Karte entnehmen kann.

<sup>2)</sup> Die Karte schreibt: Achberg. Überhaupt ist die Nomenclatur häufig schlecht; z. B. Karls-Spitze statt Karlespitze (Karle=Diminutiv v. Kar). Die Alpenhütte auf dem Simmerig heißt in der Karte: Ahühütte. „A Hüet-Hütte“ ist doch kein nomen proprium, sondern bedeutet eine Hirtenhütte im Gegensatze zu Sennhütte, u. s. w.

mungen abgesehen bis Biberwier  $1\frac{1}{2}$  Stunde jenseits der Passhöhe zu behalten. Von Nassereut an, ja schon etwas südlich davon, beginnen jene Hügel in der Thalsole sich zu zeigen, in welchen Penck die Zeugen eines alten Einsturzes erkennen zu müssen glaubt. Sie werden uns ebenfalls noch beschäftigen. Sie tragen viel zur Belebung der Landschaft bei, welche bei Fernstein (eine Stunde nördlich von Nassereut) einen geradezu romantischen Charakter annimmt.<sup>1)</sup> Das Thal bildet hier unmittelbar vor dem Anstieg zur Passhöhe noch einen kleinen Kessel, in dessen Tiefe sich bewaldete Hügel von sauberster Kegelform mit mehreren kleinen Seen zu einem malerischen Ganzen gruppieren. Einer derselben ist von dem größten der Seen ganz umgeben und hat nur an der Ostseite einen künstlich geschaffenen Zugang, der zur Ruine der Sigmundsburg hinaufführt, welches einen Gipfel krönt. Gegen die Passhöhe zu und auf derselben befinden sich abermals zwei wenig bedeutende Wasseransammlungen, Brückensee und Fernbodensee genannt. Die Breite des Passes (1209 m. über Meer) schätzt Penck — wie mich dünkt, etwas hoch — auf 2 bis 3 km. Hier wie jenseits der Höhe setzen sich die Hügel fort, doch sind sie auf der Passhöhe selbst nicht gerade am bedeutendsten entwickelt. Am Abstieg gegen Biberwier zu liegen zwei etwas größere Seen ohne sichtbaren Zu- und Abfluss. Penck hält sie ähnlich dem Eibsee am Fuße der Zugspitze für Einsturzseen; sie werden Blindsee und Weißensee genannt. Gegen Biberwier hin erweitert sich das Thal allmählich und geht daselbst in einen weiteren Kessel über, welchen nebst der genannten Ortschaft noch die Dörfer Lermoos und Ehrwald umrahmen. Er bildete einst zweifelsohne einen See; ein Überrest davon ist heute noch das Moor, welches seine Mitte erfüllt. Dieses Moor ist als eigentlicher Ursprung der Loisach anzusehen, welche bereits als ein ansehnlicher Bach daraus hervorgeht, während das Moor selbst nur einige kleine Zuflüsse aus den hier einmündenden Seitenthälern erhält. Letztere heißen: das Gaisthal, der westlich abfallende Theil eines äußerst rauhen Thales, welches das Wettersteingebirge von der Munde und der Mieminger Hochplatte trennt, das Hintertthorenthal<sup>2)</sup> welches das Loisachthal mit dem Lechthale verbindet. Seine Wasserscheide liegt ganz niedrig (1035 m.), wenig höher als der Kessel von Lermoos-Ehrwald-Biberwier (990 m.)

<sup>1)</sup> „Die Herrlichkeit dieser Naturschöpfung in ihrem Reize von der Hand der Kunst so sinnreich gesteigert; die düstere Einsamkeit der Umgebung im hügeligen Thale; die Riesenhöhen der formenreichsten Gebirge im Osten und Norden; die von weidenden Herden belebten Alpen im Osten und Westen und die dämmernden Waldstriche, die jene umsäumen; — dies alles gestaltet sich zu einem einzig prächtigen Bilde, aus welchem ein eigener Zauber weht — ein Bild, das im großen Bildersaale des Landes als eines der ersten Meisterwerke hervorleuchtet.“ Staffler, Tirol und Vorarlberg, II. Th. I. Bd. S. 273.

<sup>2)</sup> So nennt es die Specialkarte; ich habe immer Zwischenthoren gehört.

Von dem kleinen Thale, das vom Mariaberger Jöchl herabkommt, war schon die Rede. — Dieses ist also in kurzen Zügen das Gebiet, auf welchem wir die Glacialspuren zu verfolgen haben werden. Es erübrigt nur noch, das wesentlichste aus der Stratigraphie der Gegend zu erwähnen.

### B. Stratigraphisches.

Das Grundgebirge, welchem das Diluvium und Alluvium unseres Gebietes auf- und angelagert ist, besteht nach der von der k. k. geologischen Reichsanstalt in Wien herausgegebenen, geologischen Specialkarte<sup>1)</sup> theils aus den Schichten der alpinen Trias, theils aus denen des Rhät und aus liasischen Bildungen, welche letztere indes gegen die erstern sehr zurücktreten. Die Schichtung, welche sich auf der circa 10 km. (Luftlinie) betragenden Strecke zwischen dem Innthale und dem Thalkessel von Biberyier-Ehrwald fast überall mit großer Deutlichkeit verfolgen lässt,<sup>2)</sup> ist nahezu als concordant zu bezeichnen. Die Schichten streichen im ganzen von Südwest nach Nordost und fallen unter Winkeln von 60 bis 80° nach Südsüdost synklinal zu der Schichtenlage des Urgebirges, welches die Südseite des Innthales bildet.<sup>3)</sup> Es ist für unsere Aufgabe von Bedeutung auch der Schichtenfolge einige Aufmerksamkeit zuzuwenden, wie sich am Schlusse herausstellen wird. Sie ist nordsüdwärts ungefähr folgende.

Die untere Trias erscheint östlich von Ehrwald in einer wenig mächtigen Schichte alpinen Muschelkalkes (Virgloriakalk), welche sich am Südabhange des Wettersteingebirges bis gegen Leutasch hin verfolgen lässt. Darauf folgen wahrscheinlich der oberen Trias zuzuzählende, schieferige und mergelige Bildungen, die ungefähr den Partnachschiefen und Mergeln entsprechen; sodann Partnachdolomite.<sup>4)</sup> Diese durchbricht — ein sehr seltenes Vorkommen in den Kalkalpen — ein kleiner Augitporphyrgang.

Von den genannten Schichten wird der Wettersteinkalk unterteuft, welcher hier seine Hauptentwicklung erreicht. Nicht bloß das Wettersteingebirge, wovon er den Namen führt, besteht größtentheils daraus, sondern er nimmt auch den Hauptantheil an der Zusammensetzung

<sup>1)</sup> Durch die anerkennenswerte Freundlichkeit des H. Universitätsbibliothekar's v. Hörmann wurde mir die Benützung der betreffenden Blätter dieser Karte ermöglicht.

<sup>2)</sup> Die Streich- und Fallrichtungen wurden von mir an vielen Punkten mit dem Bergcompasse bestimmt. Die Schichtung lässt sich auch fast überall vom Thale aus deutlich sehen. A. d. V.

<sup>3)</sup> Diese letztern haben beiläufig die nämliche Streichung, fallen aber ungefähr unter denselben Winkeln nach Norden ein. Sonnklar, Ötzthaler Gebirgsgruppe, S. 27.

<sup>4)</sup> Das Colorit der Karte lässt an dieser Stelle viel zu wünschen übrig, so dass eine Missdeutung hier nicht ausgeschlossen ist; allein für den vorliegenden Zweck ist dieser Punkt ohne wesentlichen Belang.

des Gebirgskammes, welcher das Nordgehänge des Innthales bildet, indem er die Munde, den Miemingerberg, den Sonnenspitz und einen großen Theil des Wanneckes aufbaut; der Thalkessel von Ehrwald wird also östlich und südöstlich davon umgrenzt. Auch nach Westen setzt sich noch ein etwa 1000 m. mächtiger Schichtencomplex des Wettersteinkalkes fort, welcher erst bei Boden auskeilt. Nach oben folgen in geringer Mächtigkeit Carditaschichten, welche von Telfs ab bis gegen Nassereut und wieder jenseits des Thales bis gegen Boden hin deutlich zu verfolgen sind. Sie trennen die Trias scharf vom Rhät.

Die Hauptmasse der letztern Formation bildet Dachsteindolomit. Daraus bestehen die Gebirge, welche den Kessel von Ehrwald nördlich und westlich einfassen, sowie die Gehänge des Fernpasses selbst. Außerdem bildet er das Gebirge westlich von Nassereut, das Südgehänge des Wanneckes und den größeren Theil des Tschirgant. An der Südseite dieses letztern kehren die Carditaschichten, der Wettersteinkalk und die Partnachsichten in gerade umgekehrter Reihenfolge wieder. Aus diesem Umstande müsste auf eine Faltenbildung zwischen dem Tschirgant und dem nördlich von ihm befindlichen Gebirge geschlossen werden, wenn nicht die vollkommen concordante Lage der Schichten beider und ihr fast gleiches Fallen nach Süden dagegen spräche. Vielleicht sind hier die Angaben der Karte irrig! Allein vorläufig bin ich außer Stande, dieselben mit weiteren Gründen anzuzweifeln; für die vorliegende Arbeit ist jedoch diese Unsicherheit ohne Belang.

Aus diesem stratigraphischen Befunde ergeben sich bereits für uns wichtige Folgerungen und zwar erhalten wir hiemit den geologischen Beweis, dass das heutige Gurglthal in der That zwei verschiedenen Thalbildungen angehört, und der untere Theil von Imst bis gegen Nassereut ein Theil der großen Längspalte des Innthales ist, die sich über die Höhe von Holzleiten fortsetzt, dass dagegen sein oberer Theil einem ausgesprochenen Clusenthale angehört. Zweitens ergiebt sich hieraus, dass die Annahme Penck's, es habe einst ungefähr von Nassereut an bis Biberwier Gyps den Dolomit unterlagert, zu den geologischen Paradoxen gehört. Hätte eine Einlagerung von Gyps in oder zwischen die oben aufgezählten Schichten stattgefunden, so hätte dies bei ihrer einstigen Bildung geschehen sein müssen und müsste der Gyps offenbar concordante Lagerungsverhältnisse mit den übrigen Schichten zeigen, daher auch ungefähr ebenso wie diese aufgerichtet sein. Es ist nun thatsächlich zu einer Gypsausbildung gekommen. Eine Viertelstunde vor Fernstein steht Gyps an, aber er ist eben nur als schmales Blatt zwischen den Schichten ausgebildet, vielleicht auch nur als ein Nest, denn es wurde mir zwar versichert, man finde nordöstlich von dem heutigen Gypsbruche, auf der Nassereuter Alpe (also in

der Streichungsrichtung) ebenfalls Gyps, es gelang mir jedoch nicht, ihn aufzufinden und ebenso wenig vermochte ich seine westliche Fortsetzung zu entdecken, obgleich sie bergmännischerseits behauptet wurde. Vollends undenkbar ist aber, dass Gyps durch eine so lange Reihe verschiedenalteriger Schichten hindurch stets ungefähr an derselben Stelle sollte abgelagert worden sein, und dies müsste doch angenommen werden, falls ein continuierliches Vorkommen in wenigstens 5000 m. Mächtigkeit erklärt werden sollte, indem die Schichten, wie bereits gesagt, nun aufgerichtet sind (60—80°). Damit erhält die Einsturzhypothese schon einen höchst bedenklichen Stoß. Doch davon noch später. Das Querthal, welches den Fernpass bildet, erscheint also nicht als Erosionsthal<sup>1)</sup> sondern vielmehr als typisches Clusen- oder Spaltenthal. Es hat überdies den Anschein, als ob nebst der Spaltung in der allgemeinen Richtung nach Norden auch eine Verrückung der östlichen Gebirge nach Süden zu stattgefunden hätte, denn auf der Westseite des Thales kehrt die gesammte Schichtenfolge der Ostseite etwa 2 bis 3 km. weiter nördlich wieder.

### C. Obere Gletschergrenze.

Vor allem war mein Bestreben darauf gerichtet, die obere Grenze der einstigen Vereisung festzustellen, um auf diese Weise einen sichern Schluss über die Mächtigkeit der alten Gletscher zu gewinnen. Pencik bestimmte sie bereits an dieser Stelle auf 2000 m., indem er alle Angaben zusammenfasste, welche er in der Literatur angetroffen hatte. Er sagt aber selbst,<sup>2)</sup> es sei unser Wissen über die obere Geschiebegrenze noch sehr lückenhaft. Er selbst war nicht in der Lage zur Aufhellung dieses Problems durch eigene Beobachtungen beizutragen. Denn einerseits gehörte es nicht mehr streng zu seiner Aufgabe, andererseits ward er durch den Mangel an Zeit und das schlechte Wetter daran gehindert. Bei mir traf beides nicht zu. Ich war in der Lage, auf der ganzen Südseite des Fern das Gebirge zu begehen und dasselbe sowohl in großer Höhe als auch an den Gehängen und in den Thaleinschnitten zu beaugenscheinigen. An vier der wichtigsten Punkte (Simmerig, Albleskopf, Lorea, Wanneck) gelangte ich zu Höhen von 2000—2200 m.; darüber erheben sich nur noch einzelne schroffe Gipfel, die ich zum Theile aus früheren Besuchen kenne. Auch das Wetter war so günstig, dass es mit geringer Beschwerde verbunden war, auf einer Höhe von 1900 m. im Freien zu übernachten; daher können die folgenden Angaben auf Genauigkeit Anspruch machen.

Die obere Geschiebegrenze mit voller Sicherheit zu bestimmen, ist abgesehen von der Mühe in den nördlichen Kalkalpen sehr leicht;

<sup>1)</sup> obwohl natürlich die Erosion an der Ausbildung mitgewirkt haben muss. A. d. V.

<sup>2)</sup> S. 55.

weniger leicht ist die genaue Bestimmung der Gletschergrenze, welche ohne Zweifel etwas höher liegt. Als Anhaltspunkt zur Bestimmung der erstern dienen überall die erratischen Urgebirgsgesteine, welche auf ihrer Kalkunterlage selbst von jedem Laien leicht zu unterscheiden sind. So weit sie nach oben reichen, so weit wenigstens musste die Vereisung gereicht haben, indem eine andere Erklärung ihres Transportes als durch Gletschereis nicht gegeben werden kann.<sup>1)</sup> Derlei Gesteine wurden bereits an vielen Stellen der nördlichen Kalkalpen in großer Höhe gefunden. Auf dem Südwestabfalle des Tschirgant (oberhalb Karres) fand Pichler in einer Höhe von 1700 m. zahlreiche erratische Vorkommnisse,<sup>2)</sup> am Mariabergerjoch fand Penck deren in einer Höhe von 1830 m. E. v. Barth fand Urgebirgsgesteine auf der Höhe des Mitterberges, eines Vorsprunges des Mieminger Berges.<sup>3)</sup> An den Abhängen der Reithspitze und in der Höhe der Asphaltgruben bei Seefeld wurden in Höhen von 1600 m. Urgebirgsgeschiebe entdeckt und bereits durch Sedgwick, Murschison und Escher von der Linth hervorgehoben. Pichler traf sie auch auf den „Zirler Madern“ (1700 m.) noch in ziemlicher Anzahl, ebenso Penck über der Höttinger Alm in 1670 m. Höhe; in 1700 m. Höhe fand er kein einziges Stück mehr. Letztere Angabe vermag ich aus eigener Anschauung zu bestätigen. Weiter abwärts im Innthale wurden sie von Pichler und v. Mojsisovičs auf dem Thürl in der Nähe des Haller Salzberges angetroffen; Pichler fand außerdem derartige Blöcke am Vomper Joch und am Sonnenwendgebirge in Höhen von 1300 und 1470 m. Am Gamskogel (Brandberg) fand sie Penck noch in 1360 m. Höhe aber nicht mehr auf dem 30 m. höheren Gipfel. Gumbel entdeckte Urgebirgs-

<sup>1)</sup> Zur Erklärung der erratischen Geschiebe in Norddeutschland wurde die „Drifttheorie“ herangezogen, wornach jene Gesteine durch schwimmende Eisblöcke oder Eisberge wären verbreitet worden. Für die Alpen ist die Unhaltbarkeit dieser Theorie bereits von Charpentier in seinem Werke: *Essay sur les glaciers et sur le terrain erratique du bassin du Rhône*, Lausanne, 1841, nachgewiesen worden. Penck, S. 15. 436. In der That würde selbst eine Wasserflut von dem Umfange, wie wir uns die Sünd- (oder Sint-?) Flut zu denken gewohnt sind, das massenhafte Vorkommen und die Art der Verbreitung der Findlinge auf den Gebirgen nicht zu erklären vermögen. Denn selbst wenn wir die unwahrscheinliche Annahme machen: es hätte eine derartige Flut sämtliche Gletscher, ja vielleicht solche von noch größerer Ausdehnung abgehoben und zur Drift gebracht, so erklärte sich doch daraus keineswegs die Masse des fremden Materiales, soweit wir es als Glacialbildung annehmen müssen. Penck schätzt allein ihr Volum auf der bayerischen Hochebene auf 36 Kubikkilometer. Noch weniger wäre aber die Vertheilung dieser Massen sowohl auf der Ebene als im Gebirge erklärt. Woher die Moränenzonen? — Warum reichen die Findlinge im Gebirge nicht über 2200 m., da doch die heutigen Gletscher fast durchweg höher liegen? —

<sup>2)</sup> Penck, S. 49, 50.

<sup>3)</sup> Penck vermuthete ganz richtig, dass der Mitterberg mit dem 1550 m. hohen Henneberg in der Karte identisch sei. A. d. V.



schotter auf der Hochalm zwischen dem vordern und hintern Kaisergebirge (1360 m.) Diese Anführungen sollen beweisen, dass das Vorkommen der Urgebirgsfindlinge auf den nördlichen Kalkalpen keine vereinzelte Erscheinung, sondern ein überall zu konstatierendes Phänomen bildet. Penck spricht auch den Gedanken aus, dass aus der von West nach Ost abnehmenden Höhe, bis zu welcher sie reichen, geschlossen werden könnte, dass die Mächtigkeit des Eisstromes, welcher sie lieferte, gegen das untere Innthal zu geringer geworden sei, bedauert jedoch die Unzulänglichkeit des Beobachtungsmateriales. Überdies bemerkt er puncto der Mächtigkeit der Vereisung: „Die Erhebung der Geschiebe über die heutige Thalsohle stellt nicht die Mächtigkeit des alten Gletschers dar. Die Moränen und erratischen Geschiebe reichen nämlich fast nirgends bis zum heutigen Thalboden herab. Es legte sich der Gletscher auf eine . . . . Schotterterrasse, welche sich bis 300 m. über den Inn erhebt; auf derselben lagern die Moränen; erst von Innsbruck an steigen die Gletscherspuren tiefer herab. Darnach würde sich die Mächtigkeit des Gletschers unweit der Hauptstadt Tirols auf circa 1000 m. berechnen, während sie bei Nassereut vorläufig nur auf 900 bis 1000 m. geschätzt werden darf, falls man nicht noch, was wahrscheinlich, auf dem Simmerig erratisches Materiale finden sollte. In diesem Falle würde sich die Mächtigkeit des Eises auf 1200 m. angeben lassen. Bei Kufstein dürfte dieselbe nicht mehr als 800 m. betragen haben.“<sup>1)</sup>

Der erste Besuch galt demnach dem Simmerig. Der Anstieg ist leicht; man erreicht den Gipfel (2093 m.) von Nassereut aus auf bequemem Pfade in 3½ Stunden und wird noch überdies für die gehabte Mühe durch eine wahrhaft prachtvolle Aussicht belohnt.<sup>2)</sup> Auf dem ganzen Nordabhange, welcher größtentheils bewaldet ist, kann man trotzdem Urgebirgs Geschiebe bemerken. Bis auf die Höhe von etwa 400 m. über der Thalsohle sind kantige Stücke selten, ungefähr auf der Hälfte der Höhe werden sie jedoch sehr zahlreich; stellenweise sind sie in großen Massen angehäuft, es liegt grobes und feiner zertheiltes Material durcheinander, aber ohne das sandige oder lehmige Bindemittel, welches wir an den Schottern bemerken. Da jedoch kein größerer Anbruch existirt, so könnte es wohl oberflächlich ausgewachsen sein und wir hätten also einen Hochschotter, vielleicht den Rest einer Seitenmoräne vor uns. Gekritzte Geschiebe fand ich nicht, wohl aber neben vielen gerundeten manch eckiges Stück. Die einzelnen Geschiebe erwiesen sich durchschnittlich bedeutend größer als diejenigen sind, die sich unten in der Terrasse finden, doch bestanden sie aus denselben Gesteinsarten. Je weiter nach

<sup>1)</sup> Penck, S. 53, 54, 55.

<sup>2)</sup> Man hat den Simmerig den Rigi des Oberinntales genannt.

oben, desto geringer wird die Zahl der Urgebirgsgeschiebe überhaupt, aber desto mehr verschwinden auch die Rollstücke und machen kantigen Blöcken Platz. Etwa  $\frac{1}{4}$  Stunde unterhalb der Kuppe liegen in ziemlicher Anzahl Exemplare von Kubikmetergröße und darüber. Auf dem flachen Rücken des Simmerig sind sie zwar nicht eben häufig, aber auch nicht selten, gerundete und kantige Stücke von durchschnittlich Kopfgröße, aber auch zehnmal größere darunter; ganz große Exemplare, wie sie sich am Fuße des Simmerig finden (20—50 m.<sup>3</sup>) konnte ich am Gehänge und oben auf dem Gipfel nicht bemerken; zwei kantige Glimmerschieferblöcke entdeckte ich etwa 20 m. unterhalb der höchsten Kuppe. Dabei ist zu bedenken, dass der Rücken des Simmerig eine Alpe trägt, demnach wohl viele der oberflächlich daliegenden Blöcke durch Menschenhand mögen entfernt worden sein, die meisten sind ohnedies von der mit Vegetation bedeckten Bodenkrumme verhüllt. Letztere ist aber überall nur dünn und lässt an vielen Stellen das Dolomitgestein mit seinen Schichtenköpfen durchblicken. Hier konnte ich daher die Concordanz der Schichtenlage mit der der übrigen Gebirge im Norden sowie mit der des Nachberges, des schon oben genannten Ausläufers des Simmerig, an vielen Punkten constatieren.

Penck hat also recht vermuthet, obwohl er seine Vermuthung nur auf die Rundbuckelform des Simmerig stützen konnte, da sich unter seinen Angaben kein erratisches Vorkommnis in solcher Höhe (2060 m.) findet. Jene Form ist aber in der That sehr ausgesprochen und nimmt sich merkwürdig genug aus gegenüber der scharfen Pyramide der unfernen Tschirgantspitze, welche nur 273 m. höher ist. Ebenso wie der Simmerig zeigt auch das Simmerighorn (1864 m.) und der Grünberg (1400 m.) beide etwas weiter östlich gelegen aber zum Simmerig gehörig, die charakteristische Abrundung.

Wodurch mag diese Abrundung hervorgebracht worden sein? — Die Abrundung von Berggipfeln können verschiedene Ursachen bewirken. Ganz zu geschweigen von den Rundkuppen der Vulkane, welche Form ja durch deren Aufbau bedingt ist und hieher gar keinen Bezug hat, bilden sich runde Gipfel in jedem Gebirge, sei die Gesteinsart wie immer beschaffen, wenn die durch Verwitterung bedingte Ablation so weit vorgeschritten ist, dass der Böschungswinkel genügend klein geworden, um einen fernern Absturz der losen Massen nicht mehr zu gestatten. In diesem Falle werden aber auch die Gipfel mit einer mächtigen Verwitterungsschichte bekleidet sein. Aber auch bei oft starker Neigung der Gehänge treffen wir gerundete Gipfelformen dort, wo Gesteinsarten vorherrschen, welche durch die Verwitterung in kleine Theile zerfallen. Dieses ist besonders bei Massengesteinen der Fall, ferner bei leicht verwitternden Schiefen, Mergeln, Gyps etc. Hier verschwinden allmählich die Schroffheiten, wozu die rasch sich bildende, starke Vegetationsdecke nicht wenig beiträgt. Aber in diesen Fällen wird die Verwitterungsschichte eine beträchtliche Mächtigkeit

zeigen. Dies alles passt nicht auf den Simmerig. Das Gebirge ist Flötzgebirge, das Gestein ist Dolomit, ganz derselbe Dachsteindolomit, welcher die Tschirgantspitze aufbaut, der Böschungswinkel ist groß, daher das Gehänge besonders auf der Südseite schroff und steil, die Verwitterungsschicht ist durchschnittlich kaum 0.5 m. mächtig. Allerdings zerfällt auch dieser Dolomit durch Verwitterung in kleine Stücke, jedoch nicht ohne dass sich gleichzeitig auch sehr große Blöcke ablösen, die dann zu Thale stürzen und dort weiter aufgelöst werden. Würde daher der Simmerig seine Rundung der Verwitterung verdanken, so müssten wir auf seinem etwa 1 km. breiten Rücken jedenfalls einer dicken Schicht von Dolomitgrus begegnen, untermischt mit größeren, halb zerfallenen Blöcken. Dies ist aber, wie wir sahen, nicht der Fall. Aber es gibt noch ein Agens, wodurch Rundhöcker geschaffen werden können und das sind die Gletscher. Wenn die Gletscher bei ihrem Vorrücken auf Hindernisse stoßen, so schiebt sich das Eis an denselben empor, alles Lockere davon abbröckelnd und weiterführend, auch der feste Gesteinsuntergrund wird an solchen Stellen angegriffen und mit Schliffflächen bedeckt. Beim Rückzuge hinterbleiben dann die charakteristischen Rundbuckel an Scheiteln und Gehängen. Diese Wahrnehmung machte zuerst Saussure; er nannte die Rundbuckelformen „roches montonnées.“ Die Abrundung trifft natürlich vorzugsweise die Angriffsseite (Leeseite genannt), daher gestatten die Rundbuckel auch einen Schluss auf die Bewegungsrichtung. Der Simmerig zeigt die Rundung am deutlichsten in der Richtung des Thales von Mieming und Obsteig aus gesehen; hier fallen auch die Rundungen der übrigen Thalgehänge von weitem in die Augen. Es ist aber auch natürlich und durch die vorerwähnten Höhenverhältnisse der Fundstellen erratischer Geschiebe wahrscheinlich gemacht, dass die Hauptbewegung des Eises eine Zeit lang thalabwärts erfolgte.

Aber noch etwas anderes fällt auf dem Simmerig auf. Blickt man nach Norden und Nordwesten, so ist man überrascht, überall ähnliche Rundhöcker zu sehen. Da sind vor allem die beiden Siebenköpfe (der obere 1657 m. der untere 1532 m.) im Westen des Thales mit ihrer ausgesprochenen Leeseite nach Norden, etwas nördlicher davon der Brunwaldkopf (1460 m.), darüber der viel höhere (2255 m.) Albleskopf, selbst das Sinesjoch (2254 m.), welches sich über den Siebenköpfen erhebt, zeigt keine ausgesprochene Spitzenform. Östlich fallen die beiden Geierköpfe ins Auge (der große 1719, der kleine 1582 m.), wovon der erstere eine seiner abgerundeten Seiten gegen Osten, die andere nach Norden kehrt. Alle stehen in ihrer Form in auffallendem Contraste mit den sie überragenden, wildzerrissenen Dolomitspitzen, ein Umstand, der bereits dem offenen Blicke des Volkes aufgefallen sein muss, wie die Namen (sie heißen sämtlich „Köpfe“ d. i. Kuppen) beweisen.

Schliffe fand ich nicht, weder am Simmerig noch anderswo in dieser Gegend, wohl aber etwas geebnete Flächen auf der Leeseite der Buckel. Es wäre aber auch gar zu auffallend, wenn sich Kritzen und Schrammen im Dolomitgestein so lange sollten erhalten haben, während die viel schwerer verwitterbaren Urgebirgsblöcke, so weit sie an der Oberfläche liegen, oft sehr angefressen und bereits mit Moos und Kraut bedeckt sind. — Ein Besuch all der obgenannten Köpfe ergab dasselbe Resultat wie am Simmerig. In der flachen Einsenkung, welche die Sießenköpfe<sup>1)</sup> von dem Sinesjoch trennt, in welcher auch eine kleine Wasseransammlung hart an dem stillen Waldkirchlein Sinesbrunn (1523 m.) sich gebildet hat, liegen Urgebirgsblöcke derselben Art wie am Simmerig weit und breit zerstreut. Am Albleskopf findet man sie allerdings weniger zahlreich, denn das Gehänge ist steil, aber sie waren bis auf etwa 100 m. von dem Scheitel der Kuppe abwärts also in einer Höhe von 2150 m. anzutreffen — wohl die höchstgelegene Fundstelle erratischen Materiales in den nördlichen Kalkalpen, welche bisher bekannt geworden ist. Von hier sowohl gegen das Tegesthal, wie auch gegen das Gaffleinthäl abwärts sind sie überall zu finden, mitunter große Blöcke; Gneiß, Hornblendeschiefer und Hornblendegneiß waren vorherrschend. Zwischen dem Brunwaldkopf und Albleskopf liegt eine mächtige Schottermasse, die wir noch erwähnen werden. Die Sohle des Gaffleinthales ist erfüllt mit Urgebirgsblöcken; ein und mehrere Kubikmeter haltende sind zu hunderten zu beobachten — die meisten gerundet, was wohl der Bach gethan hat.

Das Tegesthal — Penck bedauert, dass er es nicht besuchen konnte, vermuthet aber, es sei auch über den Tegespass ein Zweig des Innthalgletschers gegangen<sup>2)</sup> — enthält thatsächliche Beweise hievon. Rundhöcker sind hier nicht zu bemerken, sondern die Spitzen, obwohl zum Theile nicht höher als der Albleskopf, sind schroff und zackig,<sup>3)</sup> so der Lorea- (2468 m.), Karle- (2260 m.) und Gamplespitz (2290 m.), die Heiterwand (2455 m.), das Steinmandl (2583 m.), der Rudegger (2378 m.), der Schlierekopf (2287 m.) u. s. w. An der linken Thalseite wenige 100 m. über der Sohle war kein einziger Findlingsblock zu sehen, an der rechten dagegen allerdings. Ziemlich zahlreich sind sie auf der Thalsole, doch nicht in dem Grade, wie ich es erwartete. Gegen die Passhöhe zu werden sie seltener, auf letzterer fand ich keinen; allein sie ist ganz begrast und jenseits im Rothlechthal kommen deren wieder vor. Auffallend waren mir mehrere Blöcke eines feinkörnigen, so viel mit bloßem Auge zu unterscheiden war, nur aus Kalk bestehenden Conglomerates — fast könnte man es einen

<sup>1)</sup> Hier lässt sich die Schichtung ebenfalls ungemein deutlich erkennen.

<sup>2)</sup> Penck, V. S. 62.

<sup>3)</sup> Wer Dolomiten sehen will, braucht nicht nach Ampezzo zu gehen, sondern bloß hierher.

Sandstein nennen. Sie lagen so, als wären sie aus größerer Höhe herabgerollt. In der Gafflein fanden sich ähnliche, doch ergaben mitgenommene Stücke beider durch Behandlung mit Salzsäure einen Rückstand von Quarzkörnern, Glimmer, Hornblende, Feldspath u. s. w. Anstehend war es nicht zu sehen; aber es ist jedenfalls sehr verschieden von der weiter unten zu besprechenden Nagelfluh. Ein ähnliches Conglomerat wurde mir aus Bschlabs durch H. Kurat Karlinger gesandt nebst einigen Stücken von Urgebirgsgeschieben, welche dort in nicht geringer Zahl sich finden sollen. Dies beweist, dass auch durch das Salvesenthal eine Communication der Eismassen stattfand, welche Frage von Penck offen gelassen worden war.<sup>1)</sup>

Das Rothlechthal in seinen unteren Partien konnte nicht mehr untersucht werden, doch hatte H. Josef Beirer, Cooperator in Berwang, die Freundlichkeit, auf mein Ersuchen einige Beobachtungen anzustellen. Er schreibt: „Im Rothlechthale findet man derartige Geschiebe von kleinern Dimensionen zwar überall, immerhin aber nicht zahlreich. Etwa eine halbe Stunde von Rinnen gegen Weißenbach zu (also im eigentlichen Rothlechthale) liegt etwa 100 m. über dem Bache ein erratischer Block noch von der Größe eines Stubenofens, obwohl bereits zwei Mühlsteine aus demselben gebrochen wurden (also zweifellos ein sehr quarzreiches Conglomerat oder dgl. Breccie). In dem Thale, welches von dem Rothlechthale nach Kelmen führt,<sup>2)</sup> sind mehrere derartige Blöcke zu finden, weiter gegen Kelmen zu sind sie nur ganz vereinzelt. In der nächsten Umgebung von Berwang trifft man sie nur einzeln im Gröberthale; im Kleinstockachthale sind gar keine.“ Aus diesen Angaben folgt, dass die fraglichen Geschiebe durch das Tegesthal in das Rothlechthal und von da in die übrigen Seitenthäler gebracht worden sein müssen, da außer dem Tegepass kein niedriger Übergang mehr existiert. Über das Jöchle, einen Pass (etwa 2000 m.) zwischen der Gartnerwand (2355 m.) und dem Rothen Stein (2364 m.) können sie nicht gekommen sein, da sie sich sonst insbesondere im Kleinstockachthale vorfinden müssten. Über die Höhen, bis zu welchen in den letztgenannten Thälern Findlinge vorkommen, ward mir leider nichts bekannt.

Die Gesteinsarten, aus welchen die Findlinge bestehen, sind mannigfaltig. Vorwaltend ist Gneiß, sowohl als Flaser- und Augengneiß als auch in schieferiger Form; ferner Glimmerschiefer oft mit Quarzknollen; dunkel oder lichtgrün gefärbter Hornblendeschiefer und Hornblendegneiß. Granit ist seltener, meist von röthlicher Farbe; aber auch grünen Granit bekommt man da und dort zu sehen; es dürfte der von Penck angedeutete grüne Juliergranit sein; granitführende Gneiß kommen ebenfalls da und dort vor. Phyllite sind ebenfalls häufig.

<sup>1)</sup> Penck V. S. 62.

<sup>2)</sup> Die Passhöhe dürfte 1400 m. betragen.

Woher diese Gesteine stammen, lässt sich dermalen im einzelnen nicht angeben; nur das ist gewiss, dass sie sämtlich aus den Centralalpen gekommen sein müssen, da es in den Kalkalpen deren nicht giebt. Von Quarzgesteinen kommt in letzteren nur brauner oder rother Hornstein vor, welcher jedoch selbst im Handstück leicht von den Urgebirgsgesteinen zu unterscheiden ist. Es wird noch ausgedehnter Studien sowohl im Laboratorium als auch insbesondere in der Natur bedürfen, um die Findlinge nach ihrer Herkunft richtig zu gruppieren; die Herkunft einzelner Blöcke zweifellos festzustellen, dürfte aber wohl nur in den seltensten Fällen gelingen. Im Ötzhale kommen die genannten Gesteine sämtlich vor, etwa mit Ausnahme des grünen Granites. Auffallend ist, dass am Simmerig, fast genau gegenüber dem Ötzhale, Granitblöcke nicht häufiger sind, obwohl Granit in drei großen Stöcken im unteren Drittel des Ötzhales ansteht. Vielleicht liegt hier meinerseits da und dort eine Verwechslung mit Gneiß zu Grunde, da manche Gneiße mit Granit allerdings im Handstücke oder in vereinzelt Blöcken leicht zu verwechseln sind. Ferner ist es bemerkenswert, dass granatführende Gneiße, die doch im oberen Ötzhale häufig sind, nicht öfter erscheinen. An der Nordseite des Gurglthales und in der Gafflein und Teges sind auch die Hornblendegesteine reichlicher als am Simmerig. Ein Theil davon möchte daher wohl, wie schon Penck vermuthete, von dem Oberlaufe des Inn und seiner Seitenthäler stammen.

An der Ostseite des Thales liegen ebenfalls Urgebirgsgeschiebe derselben Art wie die bereits beschriebenen, an den Gehängen zerstreut; sie sind aber hier viel seltener als jenseits an der Westseite, auch die Höhe, bis zu welcher sie vorkommen, scheint geringer zu sein. Dies erklärt sich ungezwungen aus der Gestalt des Gebirges, dessen Böschung hier viel steiler ist, so dass wenige zur Ablagerung geeignete Punkte existiren und allenfalls abgelagerte Geschiebe beizeiten zuthal geführt werden mussten. Oberhalb der Geierköpfe trifft man dennoch eine Anzahl derselben, unter andern ziemlich große Glimmerschieferblöcke mit reichlichen Quarzknollen; ferner in der Mittenau alpe (vulgo Nassereuter Kuhalpe 1734 m). Nach Aussage der Hirten sollen sich „Feuersteine“ und „Ofensteine“ noch höher droben und zwar gerade oberhalb des Fernpasses finden. Ich selbst bin letzterhand bis dahin nicht gekommen und aus früheren Jahren mangelt mir die deutliche Erinnerung, doch weiß ich noch genau, dass gegen die Spitze des Wanneckes zu nichts dergleichen zu treffen ist. Weiter unten an den Gehängen links und rechts vom Fernstein sind sie einzeln überall verstreut; ja zu beiden Seiten des Fernpasses selbst kommen sie vor, wie mir glaubwürdig versichert wird. „Eine deutlich verfolgbare Terrasse“ <sup>1)</sup> möchte ich den Absatz, welchen auf der einen

<sup>1)</sup> Penck, S. 59.

Seite die Nassereuter Alpe, auf der andern das Grubig bildet, kaum nennen, es wäre denn, dass man die weniger geneigten Abhänge, über welchen sich erst die Spitzen des Hochgebirges zu erheben pflegen, überhaupt so bezeichnen wollte; dass aber auf diesen Absätzen Urgebirgsgeschiebe vorkommen, ist wohl noch keine ausreichende Stütze für Penck's Einsturzhypothese, obwohl sie allerdings auf dem Fernpasse selbst (500 m. tiefer) fehlen. Zahlreich sind sie übrigens nicht.

Jenseits des Fern kommen deren wiederum vereinzelt vor unterhalb jener Stelle, wo das vom Mariaberger Jöchl herabkommende Thal in das Hauptthal einmündet, Hier hat bereits Penck untersucht und gefunden, dass sie im allgemeinen klein und wenig zahlreich sind. Gegen das Mariaberger Jöchl hinauf giebt es einzelne, auch Gletscherschliffe will Penck gefunden haben unter andern einen oben auf der Passhöhe (??)<sup>2)</sup> ferner Grundmoränen mit dem Materiale des Innthales. Auf dem Abstiege gegen letzteres hin werden die Geschiebe zahlreicher. Im Loisachthale sind Urgebirgsgeschiebe selten und klein, ganz im Gegentheile zu dem Isarthale, wo „große Blöcke von Gneiß, Hornblendeschiefer etc. ganz massenhaft verbreitet sind“<sup>2)</sup> H. Kurat Juen von Biberwier bestätigt diese Angaben puncto Urgebirgsgeschiebe. Auf dem Fern und von da bis zum Weißensee giebt es keine; auch ich habe keine gefunden; das eine, kleine Gerölle, das Penck fand, dürfte durch Menschenhand dahin gebracht worden sein, da beim Baue der neuen Fernstrasse (1856) die Wehrsteine der Nagelfluh bei Nassereut entnommen wurden. Diese enthält Urgebirgsgerölle in Menge und manche jener Steine sind bereits zerstört und ihr Materiale ist auf und an der Straße verstreut worden. Hieraus erhellt, dass allerdings die Urgebirgsgesteine des Loisachthales zum allergrößten Theile nicht über den Fern, sondern wohl über das Mariaberger Jöchl ihren Weg gefunden haben müssen, während sie anderseits in das Lechthal über den Hochtennen und den Tegespäss gebracht wurden. Daraus folgt aber noch lange nicht, dass der Fernpass zur Glacialzeit nicht existirte oder dass er nicht viel bedeutender war, als das genannte Jöchl. Es ist auch eine andere Erklärung denkbar. Ehe wir jedoch zu diesem Thema übergehen, müssen wir noch die Glacialerscheinungen im Thale besprechen, besonders die Terrasse bei Holzleiten.

<sup>1)</sup> Ob sich Penck hier nicht getäuscht hat? Penck ist gewiss ein tüchtiger Beobachter, „allein Steine und Felsflächen in steilen Wegen, über welche man mit genagelten Schuhen geht oder Schlitten zieht, erhalten im kleinen Handstück oft Schliffe mit Politur und Schrammen, die auch den Kenner täuschen können.“ Heim, Gletscherkunde, S. 405.

<sup>2)</sup> Penck V., S. 57. 58.

#### D. Die Innthalterrasse von Telfs bis Nassereut.

Da von der Innthalterrasse im allgemeinen schon oben die Rede war, so kann unmittelbar zur Beschreibung jenes Restes derselben übergegangen werden, welcher zwischen Telfs und Nassereut zurückgeblieben ist. Dieser Terrassenrest wäre ebenso sehr einer Specialarbeit wert, wie sie der Terrasse um Innsbruck durch Blaas zu Theil wurde; leider konnte ich ihrer Begehung nur vier Tage widmen.

Wie bereits bemerkt, läuft der Simmerig östlich in den Nachberg aus, dessen höchster Punkt nur 404 m. über dem Inn liegt. Der Raum zwischen ihm und dem nördlichen Gehänge des Innthales ist mit diluvialen und alluvialen Massen erfüllt, welche von Telfs an in einer schiefen Ebene ziemlich gleichmäßig ansteigen und ihre größte Höhe bei Holzleiten (957 m) erreichen. Hart bei Telfs ist das Liegende der Terrasse entblößt; es besteht aus Dachsteindolomit. Geht man dem Waldweg entlang in der Richtung nach Obermieming, so fallen vor allem die abgerundeten Formen jener Hügel auf, welche die letzten Ausläufer des Nachberges bilden. Die Humusdecke ist auf ihnen nur dünn, vielfach tritt das Gestein hervor. An mehreren Stellen lagert über dem Grundgebirge Schotter mit ziemlich viel Urgebirgsmateriale; an zwei Stellen war ein wohlgeschichteter Lehm zu sehen, welcher von einer dünnen Decke von Schotter überlagert ist, dessen Bestandtheile vorwiegend Urgebirgsgesteine bilden, welche zwar keine Kritzen, aber im übrigen die wenig gerundete Gestalt der gekritzten Geschiebe und eine bessere Politur zeigen, als sie sonst fluviatilen Geröllen eigen ist. Dennoch möchte ich es nicht wagen, sie als Bestandtheile einer Grundmoräne anzusprechen. Vom sogenannten „Meaderloch“ aufwärts verläuft eine nun nahezu trocken gelegte Rinne zwischen Hügeln und Rücken, welche aus Schotter erbaut sind. In ihr verläuft die Straße. Auf den Hügeln oder zwischen ihnen dürften Grundmoränenreste zu treffen sein, wenn man genau untersuchen könnte. Gedachte Rinne wird gegen Mieming zu immer breiter. Bei Affenhausen und Wildraming beginnt der flache Schuttkegel des Stettelbaches, der mit dem Judenbach vereint vom steilen Nordgehänge herabkommt und beim Austritt aus der Schlucht einen großen Theil seines Gefälles verliert. Hiedurch häufte er den sehr ausgedehnten Schuttkegel an, welcher sich von hier an in weitem Bogen bei Untermieming vorüber bis gegen Barwies und Gschwent hinzieht. Bei Untermieming hat sich der Bach eine tiefe Scharte in den Nachberg eingefressen, durch welche er sich jetzt in den Inn ergießt. Der Schuttkegel besteht nur aus Kalk, die Schotter der Terrasse sind von ihm bedeckt, theilweise wohl auch ausgefressen, indem man da und dort in seinem Bette, besonders weiter unten einzelne Urgebirgsgerölle bemerkt. Ob dieser Bach die Rinne



schuf, in welcher heute die Straße gegen Telfs verläuft, soll noch dahingestellt bleiben. Dass er sie zeitenweise benützte, ist wahrscheinlich, denn sie enthält viel Kalkgerölle. Aber sie verengert sich sehr nach unten und der Schuttkegel reicht nicht weit in sie hinein. Die Schotterhügel östlich von Wildraming baute der Bach sicher nicht auf, denn sie enthalten Urgebirgsgeschiebe, während das Sammelgebiet des Baches ganz im Kalkgebirge liegt, also konnte er höchstens das bereits vorhandene Material erodieren und sich darin ein Bett graben. Dabei hätte er aber wohl seinen Kalkschutt in ähnlicher Weise ablagern und gegen Osten hin verbreiten müssen, wie er es in der That gegen Süden hin gethan hat, nämlich in Form eines Schuttkegels; außerdem wäre schwer einzusehen, wie er dies Bett nachmals hätte verlassen und die Scharte im Nachberg ausfressen können. Wir werden später die unzweideutigen Beweise kennen lernen, dass einst auf der Terrasse ein Gletscher lagerte. Wurde nun jene Rinne durch die seinem Ende entströmenden Schmelzwasser gebildet, als er sich zurückzog, so hat weder die Erklärung ihrer Gestalt und Lage, noch die der umgebenden Hügel, noch auch die ihrer heutigen, geringen Wasserführung eine Schwierigkeit. Deutliche Grundmoränen traf ich nicht, konnte aber auch nur flüchtig untersuchen. Immerhin sei hiemit die Aufmerksamkeit auf jene Hügel gelenkt.

Ein viel tieferer Einschnitt als ihn der Stettelbach zu erzeugen vermochte, welcher ja Felsgrund zu durchnagen hatte, wurde bei Mötzt durch den Klamm bach hervorgebracht. Dieser Bach kommt ebenfalls vom Nordgehänge aus der Schlucht zwischen dem Arzberg und Lehnberg herab und heißt in seinem Oberlaufe Sturlbach. Er hat ein so starkes Gefälle, dass er nur beim Austritte aus der Schlucht einen kleinen Schuttkegel anhäuften, in seinem ganzen übrigen Laufe aber erodierte, so dass der Einschnitt bei Mötzt die Sohle des Innthales erreicht. In der Schlucht von Mötzt aufwärts zeigen sich sehr gute Anbrüche, welche den Aufbau der Schotter deutlich erkennen lassen. Sie gleichen denjenigen, welche Penck und Blaas aus den Umgebungen Innsbruck's beschreiben, nur scheinen mir kalkige Bestandtheile in höherem Grade vorzuherrschen. Im übrigen sind es mehr minder deutlich geschichtete Massen von grobem und feinem Sande oder sandigem Lehm mit eingestreuten Geröllen, unter denen große (etwa  $\frac{1}{2} \text{ m}^3$ ) schon selten sind. Urgebirgsbestandtheile sind in Menge darunter. Gekritzte Geschiebe fehlen gänzlich. Stellenweise ist das Schottermateriale zu Conglomeraten von mitunter bedeutender Festigkeit verbunden, welche jedoch ganz unregelmäßig mit lockeren Sand-, Kies- und Lehmlagen wechseln. Dies ist abermals ein Beweis, dass der Grad der Verfestigung durchaus keinen Maßstab zur geologischen Altersbestimmung einer Ablagerung bilden kann. Von Mötzt bis zur Klamm schlucht ist das Liegende nirgends entblößt; es muss daher un-

entschieden bleiben, ob hier zwischen die Schotter und den Untergrund eine Grundmoräne sich einlagert oder nicht. Am Eingange zur Klamm Schlucht tritt beiderseits der Hauptdolomit zutage; die Schlucht ist in ihn eingesägt; aber hier ist keine Spur von einer Grundmoräne. Indes haben wir an dieser Stelle noch nicht die Sohle vor uns, sondern die Schotter erscheinen nur ans Gebirge angelehnt, es könnte also immerhin noch eine Grundmoräne vorhanden sein. Schloss Klamm liegt 869 m. über Meer, die Innbrücke bei Mötztal 646 m.

Steigt man von Mötztal aus auf dem Wege über das „Mühlegg“ gegen den Weiler Wald empor, so bieten sich dem Auge zahlreiche Anbrüche vom sterilsten Ansehen dar. Kalkig sandiger Grus herrscht hier vor, von Schichtung ist kaum eine Spur, Lagen von stark kalkhaltigem Lehm treten öfter auf, Urgebirgsgeschiebe dagegen zurück, obwohl sie nicht gänzlich fehlen. Endlich nicht weit von Wald stößt man auf eine Grundmoräne mit deutlich gekritzten Geschieben, welche nur von einer dünnen Humusdecke überlagert ist. Sie ist an mehreren Punkten zu sehen und würde sich ohne Zweifel kontinuierlich verfolgen lassen, wenn die Aufschlüsse hier oben häufiger wären. Die Grundmoräne breitet sich übrigens bis fast zur Sohle des Thales als Decke über die Schotter aus und ihre Lagerung ist derart, dass nicht angenommen werden kann, dass man es bloß mit abgestürzten oder abgerundeten Theilen der oben liegenden Moräne zu thun habe. Geht man dagegen auf dem frühern Wege bei Schloss Klamm vorbei dem Sturlbache entlang, so zeigt sich wieder links und rechts Schotter; erst in der Höhe von Obsteig stellt sich abermals die Grundmoräne ein. Einer der allerdeutlichsten Aufschlüsse derselben möge etwas eingehender beschrieben werden. Etwa  $\frac{1}{4}$  Stunde oberhalb des Dorfes sind in der Furche, welche der Bach ausfräß, ganz frische Anbrüche einer Grundmoräne sichtbar, welche sich durch Nachrutschen neuen Materiales fortwährend erneuern. Ein gelblicher, kalkhaltiger, zäher Lehm bildet die Grundmasse, in welche nebst zahlreichen Urgebirgsbestandtheilen noch zahlreichere Kalkgeschiebe eingebettet sind, letztere fast sämtlich mit Kritzen und Schrammen. Die Moräne, welche in einer langen Strecke aufgeschlossen ist, überlagert die Schotter, wie an mehreren Stellen in der Nachbarschaft zu sehen ist. Ihre durchschnittliche Mächtigkeit ist 10–20 m. Sie selbst wird wieder von Schottern überlagert, zwar nicht überall, aber doch an vielen Stellen. Typischer als hier könnte eine Grundmoräne kaum gedacht werden. Zugleich hat man hier die beste Gelegenheit, die Beweiskraft der gekritzten Geschiebe<sup>1)</sup> für die glaciale

<sup>1)</sup> Gekritzte Geschiebe beobachtete zuerst Peter Dobson 1826. Agassiz erkannte in dem „Till“ Schottlands ihre Bedeutung für die Glacialformation. Penck, S. 9. 49. Anmerkung.

Abkunft jener Ablagerungen, in denen sie sich finden, würdigen zu lernen. Gedachte Ablagerungen können nur von Wasser oder Gletschern gebildet sein, eine andere natürliche Ursache ist nicht denkbar. Wir befinden uns nahe an der Höhe bei Holzleiten. Hier konnten keine großen Wässer fließen um so mächtige Ablagerungen zu schaffen. Der Bach erodiert heute; was sollte er einst angehäuft haben? Der Bach bringt aus seiner Schlucht Kalksteine; das Urgebirgsmateriale, das er enthält, nimmt er nur von der Terrasse und schleppt es weiter. Der Bach rollt seine Geschiebe und gibt ihnen allerseits runde Formen, aber er schleift und poliert sie nicht, sondern macht sie matt; er schafft keine Kritzen und Schrammen auf ihren Flächen, sondern er verwischt sie, wenn solche vorhanden sind. Untersucht man die Bachgerölle auch nur zwanzig Schritte unterhalb eines Moränenanbruches, so findet man nicht ein gekritztes Stück mehr, obwohl solche stets massenhaft in den Bach hinunter rollen. Der Lehm, worin die Geschiebe lagern, zeigt keine Schichtung, was er wohl müsste, wenn er sich aus dem Wasser abgesetzt hätte; denn wenn Wasser feine Theile ablagern soll, so muss es entweder ruhen oder sich langsam bewegen, die Folge ist dann jedesmal eine beiläufig horizontale Schichtung des Absatzes.

Überschreitet man den Sturlbach etwas nördlich vom Weiler Weißland, so befindet man sich bald im Gebiete eines zweiten Baches, welcher aus dem Mariabergerthale kommt, hier Mariabergerbach, weiter unten Strombach<sup>1)</sup> heißt. Dieser Bach, zuzeiten ein gefährlicher Wildbach, fließt auf der andern Seite der Terrasse ins Gurglthal ab und hat sich in derselben ebenfalls einen tiefen Riss ausgefressen. Zwischen Holzleiten und Aschland dürfte er 60–80 m. tief sein. Einen Theil der schönen<sup>2)</sup> Anbrüche, welche er bloßlegt, hat Penck in seinem Buche abgebildet. Er schreibt davon:<sup>3)</sup> „Unweit Holzleiten bei Nassereut . . . . legt eine enge Schlucht einen Schotter bloß, welcher Bänderthon überlagert, welcher letzterer nach unten in eine Grundmoräne übergeht. Nur als der Gletscher in unmittelbarer Nähe war, konnten hier auf der Höhe der Terrasse Wasser fließen, die von ihnen hinterlassenen Schotter gehören also der Glacialformation an.“

Penck hat hier offenbar nur flüchtig beobachtet; er hätte weiter ins Thal vordringen müssen, um alles zu sehen. Die Gliederung von oben nach unten ist vielmehr folgende: obenauf Schotter mit und ohne deutliche Schichtung, dann Grundmoräne mit massenhaften gekritzten Geschieben, dann wieder Schotter von viel größerer Mächtigkeit als die

<sup>1)</sup> nicht Strangbach, wie in der Specialkarte.

<sup>2)</sup> den Anwohnern gefallen sie weniger.

<sup>3)</sup> S. 170, 171.

oberen. Endlich unten wieder Lehm ohne sichtbare Schichtung mit gekritzten Geschieben — aber es ist mir nicht ganz vollkommen sicher, obwohl höchst wahrscheinlich, ob diese untere Moräne in der That die Schotter unterteufe und nicht bloß ein herabgerutschter Theil der oberen Grundmoräne sei. Dagegen spricht allerdings sehr, dass die nämlichen Verhältnisse an einer Reihe von andern Anbrüchen zu beobachten sind, sowie, dass weiter unten im Thale noch an zwei tiefer gelegenen Stellen Lehm mit gekritzten Geschieben zu sehen ist. Außerdem entspringen an mehreren Punkten kleine, aber sehr kühle<sup>1)</sup> Quellen, was auf Lehmeinlagerungen schließen lässt, welche sich in die Terrasse hinein erstrecken und nicht bloß der Oberfläche angelagert sind.

Von Holzleiten ab bis Dormitz und gegen Nassereut zu ist die Terrasse durch ein breites und tiefes Erosionsthal in zwei Theile getrennt. Ihre Höhe ist dieselbe wie bei Holzleiten und ihre Oberfläche nahezu eben, aber beiderseits hat sich etwa im dritten Theile der ganzen Höhe vom Thale aus gemessen, eine ungemein deutliche Stufe gebildet, welche nothwendig als das Werk zweier getrennter Erosionsperioden angesehen werden muss. Ein Rest der Terrasse tritt uns am Nordabhange des Simmerig bei Strad in Gestalt der sog. „Hirnegger“ entgegen. Es sind mehrere hinter einander liegende Rücken, welche aus dem Gehänge des Simmerig ganz auffallend hervorspringen und so angeordnet erscheinen, dass immer je zwei links und rechts von einer kleinen Rinne liegen, welche von oben herabkommend in sie einschneidet. Sie zeigen im ganzen die Beschaffenheit und Zusammensetzung der Terrasse. In ihrer Nähe liegen die größten Findlingsblöcke dieser Gegend bis zu 30 und 50 m<sup>3</sup>. Penck erwähnte sie bereits ohne sie gesehen zu haben. Sie bestehen aus Flasergneiß, sind theils noch etwas eckig, theils abgerundet, Kritzen haben sie nicht. Wahrscheinlich lagen sie früher am Abhange des Simmerig und wurden in Mühren nach und nach herabgeführt, wobei sie ihre scharfen Umrisse verloren.

Sonstige Reste der Terrasse sind im Gurglthale mehrfach zu erblicken. So an der Mündung des Salvesenthal, bei Imst, Karres u. s. w.; eine genauere Beschreibung derselben würde uns aber zu weit führen. Reste der Grundmoräne sind gleichfalls an vielen Punkten sichtbar. Aber dem nördlichen Theile der getrennten Terrasse bei Nassereut müssen wir noch einige Aufmerksamkeit widmen. Doch zuvor mögen einige aus dem bisherigen Befunde sich ergebende Schlüsse Platz finden.

Zunächst erhalten wir die Überzeugung von jener Thatsache, welche uns bereits die Stratigraphie und Topographie nahe legte: dass nämlich das Gurglthale einst nach Osten sich fortsetzte. Der ganze

<sup>1)</sup> Dieses deutet auf das Hervorkommen aus einiger Tiefe.

Querriegel, welcher überdies hüben und drüben in einer Entfernung von wenigen tausend <sup>1)</sup> Meter tief eingeschnitten ist, besteht aus losen Massen, welche zum grösseren Theile geschichtet sind und zwar beiderseits gleicherweise. Überall besteht er aus denselben Geschieben und Geröllen, deren Liegendgestein nur an der Klamm entblößt ist, dort schief einfällt, weiter abwärts aber wieder von Schottern verdeckt ist bis zum Niveau der heutigen Inthalsohle. Das Schloß Klamm liegt bereits <sup>2)</sup> 6 m. tiefer als die Kirche von Dormitz. Demnach ist jeder Zweifel daran unbegründet.

Zweitens ist gewiss, dass ein Gletscher auf der Terrasse lagerte und sich über dieselbe hinbewegte, dessen Mächtigkeit mit Sicherheit an dieser Stelle auf 1200 m. angeschlagen werden kann. Dies beweisen die Grundmoränen und die erratischen Geschiebe auf den Bergen.

Drittens ist es in hohem Grade wahrscheinlich, dass die Vereisung nicht nur einmal, sondern wenigstens zweimal erfolgte. Zu dieser Annahme, welche übrigens durchaus nicht neu ist, <sup>3)</sup> bringt uns die untere Moräne mit den ihr aufgelagerten Schottern. Letztere sind zwischen beiden Vereisungen entstanden in einer wahrscheinlich langen Periode. Der Umstand, dass auch hier wie anderwärts die Schotter sich entweder äußerst fossilarm oder was wahrscheinlicher, ganz fossilleer <sup>4)</sup> erweisen, spricht dafür, dass sie in der Nähe der Gletscher entstanden — wohl beim Rückzuge derselben, wie Blaas und andere meinen, nicht aber bei ihrem Anzuge, welches Penck's Meinung ist. Jedenfalls war bei ihrer Ablagerung das Wasser thätig, das beweisen die Gerölle und die nicht zu leugnende, wenngleich oft weniger deutliche Schichtung.

Viertens steht fest, dass die Terrasse später einem sehr ausgedehnten Erosionsprozesse unterlag, der sie bis auf die heutigen Reste entfernte und noch immer thätig ist. Dass auch zwischen beiden Vereisungen große Erosionen in den Schottern und Moränen stattfanden, ist für andere Orte bereits erwiesen, hier sehr wahrscheinlich. <sup>5)</sup> Dass die Grundmoränen der letzten Vereisung in verschiedenen Niveaux liegen und sich

<sup>1)</sup> Die Entfernung (Luftlinie) zwischen Schloss Klamm und dem Einschnitte bei Aschland beträgt 5000 m. Die Einschnitte des Sturl- und Strombaches nähern sich aber in höherem Niveau bis auf weniger als 1000 m.

<sup>2)</sup> v. Specialkarte.

<sup>3)</sup> Otto von Heer verfocht sie zuerst. (1855.) P. S. 219.

<sup>4)</sup> ich traf keine Spur davon. A. d. V.

<sup>5)</sup> Es werden hier absichtlich nur die sicheren oder doch sehr wahrscheinlichen Ergebnisse hervorgehoben, damit diese Arbeit dem Vorwurfe entgehe: dass darin die Phantasie eine grössere Rolle spiele als die nüchterne Ueberlegung.

namentlich gegen Mötztal zu dem Relief der Schotter anschmiegen, spricht gar sehr dafür, ebenso die Form der Erosionsthäler.

Im nördlichen Theil der Terrasse bei Nassereut schmiegt sich der Schotter an eine mächtige Bank von Nagelfluhe an, welche von Penck für älter angesehen wird als jener, und welche er mit der Nagelfluhe Südbayerns in Parallele setzt,<sup>1)</sup> die nach ihm dortselbst das älteste Glied des Schwemmlandes darstellt. Er bringt gute Gründe dafür, dass letztere ebenfalls glacialen Ursprungs — ein verfestigter Glacial-schotter<sup>2)</sup> sei — und findet Analoga derselben an verschiedenen Punkten im Gebirge, unter anderen hier. Doch bezweifelt er an anderer Stelle<sup>3)</sup> wieder, ob die alpine Nagelfluhe der in Bayern genau entspreche. Letztere Frage muss Penck selbst entscheiden, doch zur Lösung der relativen Altersfrage gegenüber den Schottern und zu der über den glacialen Ursprung soll hier ein Beitrag versucht werden.

Das fragliche Gebilde ist ein Conglomerat, dessen Bestandtheile ganz und gar mit denen der Schotter übereinstimmen: dieselben Kalke, Sande, Urgebirgsbestandtheile setzen es zusammen; das Bindemittel ist ein kalkig-thoniges, die Verfestigung bedeutend, etwa so wie bei der Höttingerbreccie. mit welcher es aber sonst keine Ähnlichkeit hat. Scharfkantige Geschiebe kommen darin nicht vor, auch keine gekritzten, sondern nur Gerölle von wechselnder, aber in jeder einzelnen Partie ziemlich übereinstimmender Größe, Schichtung ist hie und da zu erblicken, an anderen Stellen verwischt, kurz es ist ein verfestigter Schotter. Die Nagelfluhe lagert unmittelbar auf dem Grundgebirge auf, oder lehnt sich vielmehr daran,<sup>4)</sup> Brocken desselben finden sich darin. Jede Spur von Fossilien fehlt. Sie erhebt sich über die Sohle des Thales etwa 100 m., ihre horizontale Dicke beträgt zwischen 50 und 100 m.<sup>5)</sup> Die nicht verfestigten Schotter sind durch keine Zwischenlage von ihr getrennt, sondern lehnen sich ebenso an sie, wie sie selbst sich an das Grundgebirge anlehnt. Große Brocken davon sind hie und da den Schottern eingelagert, allein auch in diesen selbst giebt es verfestigte Partien. Aber auf der anderen Seite des Thales, wo nirgends ein verfestigter Schotter zutage tritt, finden sich Brocken der Nagelfluhe neben den anderen Geschieben den Terrassen-schottern eingelagert.

Daraus erhellt, dass wir, obwohl im allgemeinen der Grad der Verfestigung nicht für die Altersbestimmung ausschlaggebend sein kann (s. o.),

<sup>1)</sup> P. V. S. 285.

<sup>2)</sup> Es wäre wohl richtiger zu sagen: ein verfestigtes, interglaciales Gerölle.

<sup>3)</sup> S. 305.

<sup>4)</sup> Es könnte allerdings im Liegenden der Nagelfluhe eine Grundmoräne existiren, aber dieses ist nicht entblößt.

<sup>5)</sup> Es ist nicht richtig, wenn P. S. 285. sagt: „Auch hier findet sich die Nagelfluhe, Feigenstein genannt, in höherem Niveau als die Innthalterrasse.“

dennoch die Nagelfluhe für ein bedeutend älteres Gebilde als die Schotter anzusehen haben, da jene schon ganz verfestigt war, als diese erst aufgehäuft wurden, wie die Brocken im Schotter beweisen. Ob sie glacialen Ursprunges sei, kann bezweifelt werden; außer dem Fossilienmangel haben wir keinen Beleg dafür. Ist sie es aber, so muss sie ein Product einer noch früheren Vereisung sein, und wir gewinnen demnach hier ganz dasselbe Resultat, welches Penck und Blaas — allerdings mit viel größerer Sicherheit — aus dem Studium des Diluvium's in Bayern und in der Umgebung Innsbruck's gewonnen haben, nämlich die Wahrscheinlichkeit einer dreimaligen Vereisung.

Ob wir uns darunter bloße Oscillationen der Gletscher vorzustellen haben, oder drei durch längere Perioden getrennte Eiszeiten, sei dahingestellt. Die neueren Glacialgeologen halten das letztere für wahrscheinlich und finden die Belege dafür in den in der Zwischenzeit eingetretenen Erosionen und sehr mächtigen Neubildungen (z. B. die Höttinger Breccie, die Schieferkohlen von Utnach, Drünten und Wetzikon in der Schweiz). Gewaltige Erosionen haben auch hier stattgefunden, Neuaufschüttungen ebenfalls; außerdem ist nicht einzusehen, weshalb eine Eisperiode, die einmal eintrat, wie wir sicher wissen, sich nicht auch wiederholen konnte, ja vielleicht noch später eintreten könnte. Die Temperaturverhältnisse auf der Erde sind ja veränderlich und die Glacialgeologen<sup>1)</sup> postulieren nur eine Herabsetzung der mittleren Temperatur unserer Gegenden um 3 bis 4° C. bei vermehrter Feuchtigkeit der Atmosphäre, um das Glacialphänomen in den Alpen in seiner ganzen, einstigen Ausdehnung zu erklären. Demnach ist es wohl auch gerechtfertigt, denen beizustimmen, welche die Ansicht von einer Wiederholung der Eiszeit vertreten.

#### E. Präglaciale Existenz des Fernpasses.

Es wurden oben hauptsächlich der Stratigraphie entnommene, aber gewiss schwer wiegende Bedenken gegen Penck's Hypothese erhoben, wonach zur Erklärung der Thatsache, dass sich nördlich vom Fern so wenig Urgebirgsgeschiebe findet, ein gewaltiger Einsturz von Biberwier bis beinahe Nassereut in postglacialer Zeit erfolgt sein soll, wodurch erst das Querthal gebildet wurde. Die Stelle möge wörtlich folgen.<sup>2)</sup>

„Nun aber erwächst die Frage, warum der Innthalgletscher nicht den Fernpass überschritt, warum er diesen Durchlass von 2 $\frac{1}{2}$  Millionen Quadratmeter Fläche<sup>3)</sup> nicht benutzte, sondern den zwanzigmal kleineren,

<sup>1)</sup> Heim, Gletscherkunde, S. 560.

<sup>2)</sup> P. V. S. 58. 59.

<sup>3)</sup> Wir müssten sie noch größer annehmen, da ja die Eisgrenze noch höher reichte, als P. sie annahm.

den 550 m. höher gelegenen des Mariaberger Jöchls überschritt. Es kann hierauf nur eine Antwort geben: Der Fernpass existierte in seinem heutigen Umfange zur Diluvialzeit noch nicht, der Inn-gletscher fand diesen Ausweg nach Norden noch nicht vor. Eine Menge Erscheinungen spricht für diese Annahme.

Wie bereits erwähnt, zeigt der Fernpass keinerlei Gletscherspuren, wenn er auch nach der neuen österreichischen Generalstabskarte die charakteristischen Züge einer Moränenlandschaft zu besitzen scheint. Man bemerkt auf der Karte einige kleine Seen, dazwischen Rücken und isolierte Hügel. Aber die Zusammensetzung dieser Hügel ist weit verschieden von der der Moränenlandschaft. Der Boden des Fernpasses ist übersät mit enormen Blöcken und kleinerem Felsschutt und Grus. Alles dieses Material ist eckig und rauh und es leitet sich nicht aus irgend welcher Entfernung ab, sondern stimmt mit den den Pass begrenzenden Gesteinen (Hauptdolomit) vollkommen<sup>1)</sup> überein. Dieser Schutt nun thürmt sich zu isolierten, fast kegelförmigen Hügeln auf, welche sich 40 bis 60 m. hoch auf der Passhöhe erheben, er bildet lange, unregelmässige Rücken und Wälle. Dazwischen dehnen sich die prächtigen, tiefblauen Seen des Passes aus. Sie besitzen keinen oberirdischen Abfluss. Oft meint man anstehendes Gestein zu sehen, allein man hat es nur mit kolossalen, wirr durcheinander gewürfelten Blöcken zu thun. Kurz der ganze Fernpass von Biberwier bis beinahe Nasserent besteht aus Schutt und Trümmern, welche den Eindruck einer eingestürzten, zusammengebrochenen Masse machen. Sieht man nun am südlichen Abhange des Passes Gyps anstehen, so kann man sich des Eindruckes nicht erwehren, dass man hier die Ursache des Einsturzes vor sich hat. Die Auslaugung von unterirdisch anstehendem Gypse hat den Zusammenbruch des darüber liegenden Hauptdolomites veranlasst. Interessant ist es nun, dass man an dieser Stelle sowohl die Ausdehnung als die Zeit des Einsturzes ermitteln kann. Hätte der Fernpass als einigermaßen beträchtliche Scharte bereits zur Glacialzeit bestanden, so würde das obere Loisachthal mit Geschieben des Innthalgletschers bereichert worden sein, wie das obere Isarthal. Es ist anzunehmen, dass damals der Fernpass, falls er überhaupt existierte, nicht viel bedeutender als das heutige Mariaberger Jöchl war. Eine deutlich verfolgbare Terrasse gibt sich nämlich an seinen Gehängen in 1700 m. Meereshöhe zu erkennen. Es wird noch zu untersuchen sein, ob sich auf dieser Terrasse vielleicht erratische Blöcke finden. In diesem Falle würde sich die Höhe des Einsturzes auf 450 m. berechnen lassen . . . . Gewaltige Bergstürze zur Postglacialzeit sind in den nordtiroler und bayerischen Alpen keine Seltenheit . . . . Das Gebiet nord-

<sup>1)</sup> Dies ist nicht vollkommen richtig. s. u.



westlich der Zugspitze . . . . . gewährt einen ähnlichen Anblick wie der Boden des Fernpasses. In den Wäldern am Ufer des Eibsees sind enorme, haushohe Blöcke von Wettersteinkalk wirr zerstreut. Daneben finden sich auch Felsklötze von Keuperdolomit. Alles besteht aus Schutt und Trümmern, welche bereits von den Gebrüdern Schlagintweit bemerkt und von Gumbel dem Alluvium beigerechnet wurden. Dazwischen treten wie am Fernpass kleine, abflusslose Seen auf, von denen der Eibsee der bedeutendste ist. Zweifellos hat man es hier, wie auch am Fernpasse, mit einem Bergsturzgebiete zu thun.“ —

Penck ist offenbar seiner Sache selbst nicht sicher; zuerst erklärt er die Entstehung des Fernpasses durch einen Einsturz und dann wiederum durch einen Bergsturz. Das ist aber offenbar nicht identisch. Ein Bergsturz erklärt gar nichts. Denn wenn am Fern ein, sei es großer, sei es kleiner Absturz erfolgt sein soll, so musste die damalige Sohle des Passes sogar noch tiefer liegen als die heutige. Ein Bergsturz konnte sie nur erhöhen. Also bestand der Pass bereits, und der Mangel an Urgebirgsgeschiebe nördlich davon wird doppelt unerklärlich. Dass der Eibsee und seine Umgebung Einstürzen oder Bergstürzen ihre Formen verdanken, scheint mir allerdings sehr glaublich, ebenso ist eine gewisse, wenn auch beschränkte Ähnlichkeit zwischen jenem Gebiete und dem des Fern nicht zu verkennen, ja es haben sogar am Fern deutlich sichtbare Abstürze stattgefunden, jedoch zur Erklärung der Passbildung tragen sie nichts bei, höchstens veranschaulichen sie uns dessen spätere Ausweitung. Also bleibt nur die Einsturzhypothese übrig. Die „Menge“ der Erscheinungen, welche zugunsten dieser Anschauung spricht, reduciert sich aber bei genauerem Zusehen auf drei: den Gyps, welcher  $\frac{1}{4}$  Stunde von Fernstein ansteht, die Hügel und Seen zwischen Nassereut und Biberwier, endlich die Urgebirgsgeschiebearmut auf dem Passe und nördlich davon. Die Form der Gehänge spricht nirgends zugunsten besonders ausgedehnter Einstürze. Abstürze gewöhnlicher Art und Ausdehnung kommen allerdings hier wie anderwärts im Gebirge häufig genug vor, ihr Product sind vegetationsarme Steilwände und Gehängeschuttkegel, aber gerade am Fernpass selbst sind solche weniger ausgebildet als überall sonst in näherer und fernerer Umgebung, den einzigen Punkt am kleinen „oberen Brückensee“, fast auf der Passhöhe, ausgenommen, wo allerdings ein Bergsturz von geringerer Ausdehnung stattgefunden hat, dessen Trümmer zwar überall herumliegen, der Hauptsache nach aber doch einen Gehängeschuttkegel formieren. Der Punkt heißt „Afregall“. Auch die Gesamtform der Sohle spricht nicht für größere Einstürze. Die Seen der Südseite sind nicht abflusslos außer im Winter, wenn sie zu wenig Wasser haben. Nur der kleine „Sameranger“ See hat keinen oberirdischen Abfluss; er ist aber offenbar nichts anderes als ein durch

Bachschotter abgedämmtes Stück des Fernsteiner Sees. Die beiden Seen auf der Nordseite „Blindsee“ und „Weißensee“ sind allerdings abflusslos und mögen vielleicht Bodensenkungen ihren Ursprung verdanken; man könnte sie aber ebenso gut für durch abgestürzte Schottermassen abgedämmte Becken halten; sie sind weder sonderlich groß noch tief. Läge ein ausgedehnter Zusammenbruch von Gebirgsmassen vor, ein Einsturz von 450 m. Höhe, wie ihn Penck postuliert, so hätten wir wohl trichter- oder kraterförmige, tiefe Löcher zu erwarten, erinnernd an die Dolinen des Karstgebietes. Und wo sind die Wässer, bedeutend genug um so gewaltige, unterirdische Erosionen zu bewirken? Sie reduciren sich auf einen mäßigen Bach, der vielleicht kaum ein Drittel seines Wassers — das dem Geschmacke nach wohl keinen Gyps enthält — Quellen verdankt.

Und der Gyps? — Wir haben schon oben durch stratigraphische Betrachtungen die Überzeugung gewonnen, dass Gyps in dem geforderten Maße den Dolomit nicht unterlagern konnte. Noch weniger scheint uns, hätte er in solcher Ausdehnung können erodiert werden, wenn er von Dolomit überlagert war, da doch die verhältnismäßig kleine Gypslage, welche  $\frac{1}{4}$  Stunde südlich Fernstein zutage ausgeht, nicht viel mehr ausgefressen ist als der umgebende Kalkstein.

Aber die Hügel?! — Sie sind allerdings eine besondere Erscheinung, zu welcher mir ein vollkommenes Analogon im ganzen Lande unbekannt ist. Allein betrachten wir sie genauer und fragen wir uns dann: was können sie für Bildungen sein?

An ihnen ist mehreres merkwürdig und zwar vor allem ihre Lage und ihre allmählich zunehmende Höhe. Sie beginnen nicht etwa erst nördlich des Dorfes Nassereut, sondern einige kleine liegen schon südlich davon in der sogenannten „Lafras“. Dem Dorfe entlang sind deren überall; nördlich davon werden sie zahlreicher und allmählich höher (10—20 m.). Hier liegen sie mitten im Thale. Weiter gegen die Einmündung des Tegesbaches zu erhöhen sie sich noch mehr (30—40—60 m.) und nehmen so ziemlich die ganze Thalsole ein. Nur der Tegesbach und der Gaffleinbach haben sie zum Theile weggeräumt, zum Theile auch durch ihre großen Schuttkegel verschüttet. Der Bach, welcher geläutert von den Seen her kommt und hernach nur mehr einen unbedeutenden Zufluss erhält, hat sich mühsam zwischen ihnen hindurch sein Bett gegraben. Ähnlich ist auch ihre Lage auf dem Passe und jenseits desselben; doch liegen gerade die höchsten nicht auf der Passhöhe selbst, sondern etwas dies- und jenseits derselben. Ferner fällt in das Auge ihre Gestalt, welche bei der Mehrzahl rein kegelförmig mit gerundeter Spitze ist. Noch merkwürdiger ist ihre Zusammensetzung. Dieselbe kann sehr wohl studiert werden, denn eine ziemliche Anzahl der kleineren Hügel sind ab-

gegraben worden und tragen nunmehr auf ihren flachen Rücken magere, steinige Äcker. Nicht auf einem einzigen derselben konnte ein Urgebirgsgeschiebe entdeckt werden, obwohl solche nördlich davon in der Teges und Gafflein häufig sind. Einige sind auch angebrochen, einer behufs Schottergewinnung fast mitten durchschnitten. Hier lässt sich die Zusammensetzung und der Aufbau sehr gut erkennen. Die Haupt- und Grundmasse besteht aus lauter eckigen Dolomitbrocken gerade recht als Straßenschotter, dazwischen liegen größere und auch mitunter sehr große, ebenfalls eckige Blöcke; feiner Sand ist nicht in Lagen vorhanden, wohl aber vermischt mit feinem Grus. Regengüsse schwemmen ein Product ohne lehmigen Charakter ab, welches gerade so wie Mörtel aussieht. Wegen dieser Abschwemmung ragen auch die Blöcke vielfach so sehr vor, dass man das Blockmaterial als Hauptbestandtheil ansehen möchte. Jene Abschwemmung möchte ich auch als Ursache der ziemlich regelmäßigen Kegelform ansehen. Fast immer bilden die Spitze eine Anzahl größerer, halb oder schon stark verwitterter Steinblöcke, welche das darunter liegende Material vor weiterer Abschwemmung in ähnlicher Weise bewahrten, wie dies in viel auffallenderem Grade bei der Bildung der Erdpyramiden der Fall ist. Übrigens hat es den Anschein, als ob gegen die Passhöhe zu das Blockmaterial mehr überhand nehme. Es kann nicht behauptet werden, dass die Gesteine durchweg mit denen der Gehänge übereinstimmen, obwohl die Entscheidung schwierig ist, indem ja wie oben gezeigt der Hauptdolomit im ganzen Gebiete vorherrscht.

An keiner Stelle fand sich aber in den Hügeln Urgebirgsgeschiebe und ebenso nirgends Erde oder irgend ein Fossil, auch keine Spur von Schichtung oder gekritzten Bestandtheilen. Allein außen auf den Abhängen der Hügel konnten Urgebirgsgesteine allerdings angetroffen werden. Es ist zum wundern, dass sie Penck nicht sah, da sie doch theilweise hart an der Straße liegen. Ich traf sie innerhalb weniger Stunden an mindest 20 Stellen, zuletzt sogar nahe der Passhöhe, nämlich an der Stelle, wo der Fernsteiner See einen künstlich (durch Einfüllung) geschaffenen Zugang zur Schlossruine hat. Hier waren sie sogar von einer dünnen Schichte Kalkschutt überdeckt. An den übrigen Stellen liegen sie einer etwa 0,5–1 m. dicken Oberflächenschichte eingebettet, welche wie ein Mantel die Hügel überkleidet und noch an zahlreichen Stellen nicht abgetragen ist.

Als was sollen wir nun diese Hügel anschauen? – Durch fließendes Wasser sind sie nicht gebildet, das bedarf keines Beweises mehr. Gehängeschotter gewöhnlicher Art, mit welchen etwa einst das ganze Thal erfüllt war und die dann später theilweise vom fließenden Wasser erodiert wurden, können sie auch nicht sein. In diesem Falle würden sie doch nicht mitten im Thale liegen; sie müssten, wenn sie nicht

in unmittelbarer Nähe des Eises gebildet wurden, doch auch irgend ein Fossil, etwa Lignite, Schnecken, oder doch mindest erdige Einschlüsse zeigen; endlich widerspricht ihre Gestalt entschieden einer Bildung durch Wassererosion. Wasser schafft Schuttkegel, wie man sich hier in der nächsten Nähe am Teges- und Gaffleinbache überzeugen kann, aber keine isolierten Hügel und Rücken mit ganz abweichender Anordnung und höchst unregelmäßigen Gruben und Vertiefungen dazwischen.

Sollten sie dennoch Product eines Einsturzes sein? — Dagegen stehen sämtliche Bedenken, welche bereits gegen die Einsturzhypothese erhoben wurden. Dazu gesellen sich aber noch neue. Zum ersten finden sich ziemlich ausgedehnte Schotter mit vielen Urgebirgsgeschieben nördlich von den ersten Hügeln in der Gafflein, daher musste das Thal bis dahin bereits geöffnet sein, als die Schotter abgelagert wurden; also kann von einem postglacialen Einsturze nicht die Rede sein; zum zweiten wäre eine so weit gehende Zertrümmerung der Massen durch bloßen Einsturz wohl nicht zu erklären; zum dritten stimmt das Material der Hügel durchaus nicht vollkommen mit dem der umliegenden Gehänge, namentlich sind Brocken eines roth gefärbten und stark eisenschüssigen Kalkes nicht bloß in der Nähe der Stelle, wo er ansteht, sondern auch weiter draußen (obwohl nicht sehr viel weiter) im Thale zu sehen; zum vierten wäre es doch sehr merkwürdig, warum ein Einsturz von Nasereut bis Biberwier, also auf einer Strecke von wenigstens 15 km. so sehr an Form und Höhe sich gleichende Hügel hätte schaffen sollen, wenn gleich der nivellierende Einfluss nachträglicher Verwitterung so hoch als möglich angeschlagen wird.

Oder sind sie vielleicht Folgen eigentlicher Bergstürze? — Diese Annahme würde vieles erklären: die eckigen Brocken, die großen Niveaudifferenzen des Terrains zwischen ihnen, die abflusslosen Seen, das Fehlen der Urgebirgsgeschiebe, der Fossilien — nicht aber ihre Lage im Thale, nicht die große Ausdehnung und die isolierte Lage der südlichsten davon. Endlich würde diese Erklärung nichts zur Aufhellung der Thatsache beitragen, dass Urgebirgsgesteine jenseits des Fern so selten sind, denn in diesem Falle hätte das Querthal schon vor den Abstürzen bestanden haben müssen und der Gletscher würde den damals noch niedrigeren Pass ebenso benützt haben, wie die anderen Alpenpässe.

Das Querthal des Fernpasses ist jedenfalls präglacialer, oder doch interglacialer Bildung. Die Bäche, welche aus dem Teges-Gafflein-Kälberthal in das Hauptthal einmünden, haben sich ihre Schluchten bis fast oder ganz zur Sohle desselben eingefressen und sehr mächtige Schuttkegel im Hauptthale gehäuft. Ist auch die letzte Erosion jüngern und jüngsten Datums, so waren dennoch diese Nebenthäler in bedeuten-

der Tiefe bereits zur Eiszeit vorhanden,<sup>1)</sup> da wir in ihnen Glacial-schotter mit erraticischem Materiale antreffen; also musste auch das Hauptthal bereits gebildet sein. In dieses hinein mögen nachmals Abstürze erfolgt sein, etwa so wie sie heute noch da und dort vorkommen, allein jene Hügel, mögen sie auch Absturzmaterial enthalten, sind doch nicht durch Abstürze allein gebildet.

Aber welcher Natur sind sie endlich? —

Es bleibt nur noch die eine Möglichkeit, sie für Moränen zu halten.

Aber warum enthalten sie keine gekritzten Geschiebe, warum keinen Lehm, warum überhaupt keine Urgebirgsbestandtheile? — Einfach weil sie keine Grundmoränen sondern Endmoränen sind und zwar Endmoränen eines einstigen vom Fern südwärts gegen das Gurglthal sich erstreckenden Localgletschers. Der Dolomit liefert bei seiner Verwitterung kein lehmartiges Product, sondern zerfällt in eckigen Grus und Sand.

Suchen wir uns vorzustellen, was sich begeben müsste, wenn die Alpen noch einmal vergletschert würden. Alle Glacialgeologen sind heute darüber einig, dass wir uns einen solchen Vorgang nicht katastrophenartig, sondern als einen allmählich sich vollziehenden Prozess zu denken hätten, verursacht durch ein successives Sinken der mittleren Temperatur bei vermehrten Niederschlägen. Demnach würden alle bereits existirenden Firnfelder, aus welchen die Gletscher gespeist werden, sich vergrößern und neue würden entstehen, wo immer die Bedingungen dazu gegeben wären. Die Folge wäre ein weiteres Vordringen der Gletscherzungen in den Hochthälern, sodann ein Zusammenfließen derselben in den tiefer gelegenen Thälern. Gleichzeitig müssten den Gebirgskämmen entlang kleinere Hängegletscher sich bilden, welche sowohl durch von ihnen entsendete Gletscherarme als auch durch Abbruch die großen Thal-gletscher verstärken würden. Auch die Pässe würden Gletscher erhalten, früher oder später je nach ihrer Höhe, jedenfalls aber bedeutende, wie uns die Pässe der recenten Gletscher lehren.<sup>2)</sup> Flache Mulden und Kessel würden ganz besonders mit Eis erfüllt werden, da sie Sammelbecken der Eisströme darstellen. Die nördlichen Kalkalpen würden sehr bald bedeutende Gletscher aufzuweisen haben, indem sie sogar unter gegenwärtigen Verhältnissen bereits deren besitzen.

Dies auf unser Gebiet angewendet, führt zu folgender Vorstellung. Der heutige Gletscher des Wettersteingebirges<sup>3)</sup> würde sich vergrößern

<sup>1)</sup> Die Schotter in der Gafflein liegen mindestens nicht höher als die bei Holzleiten.

<sup>2)</sup> Sonnklar, Ötzthaler Geb.-Gruppe, S. 131. 133.

<sup>3)</sup> Penck findet es „im höchsten Grade wahrscheinlich“, dass das Wettersteingebirge damals einen eigenen Gletscher erzeugt habe. S. 68.

und zuthal fließen. Auf dem Gebirge der ganzen Umgebung des Fern würden neue Eisfelder entstehen, endlich auch auf dem Passe selbst, und ihre Gletscherzungen müssten in die Thäler hinabdringen. Der auf dem Fern entstehende Gletscher würde seinen Hauptabfluss nach Süden haben, da der (150 m.) höher und in Bezug auf Niederschläge günstiger gelegene Kessel von Ehrwald jedenfalls früher und viel stärker vereisen müsste als das Kesselthal von Nassereut. Es wäre also wahrscheinlich, dass dieser Gletscherarm mit dem Hauptgletscher des Innthales etwa bei genannter Ortschaft oder etwas südlich davon zusammenträfe. Er könnte demnach recht wohl seine Endmoränen bis dahin ausdehnen — aber auch nicht weiter. Denn von jetzt an würde eine Stauung beginnen und der Thalkessel müsste sich mit Eis füllen bis die Fernhöhe erreicht wäre und zwar nicht nur hier, sondern im Innthale überhaupt. Aber dann würde ein Überfließen nach Norden eintreten? — keineswegs. Denn die Eisansammlung nordwärts des Passes würde mit der im Innthale Schritt gehalten haben. Ersterer böten sich nur zwei Auswege: durch das Loisachthal und durch das Hinterthorenthal. Letzteres liegt höher als der Kessel von Ehrwald, ersteres ist anfangs nur eine enge Schlucht, die auch fast so hoch liegt als er. Es müsste sich also eine bedeutende Eismasse hier gebildet haben, ehe der Inthalgletscher die Fernhöhe überschritten haben konnte; als dies jedoch eintrat, musste sie ihm ein bedeutendes Hindernis bieten, sich nach Norden zu bewegen. Gleichzeitig wie im Innthale bildete sich auch im Lechthale die Vereisung aus. Jedenfalls erreichte der Lechgletscher bereits eine solche Höhe, dass er sich mit dem aus dem Hinterthorenthal vordringenden schon verbunden hatte, ehe der Inthalgletscher über den Fern fließen konnte und dies um so mehr, wenn das Gurglthal damals noch nach Osten offen war.

Der Lechgletscher hatte nicht nur Gelegenheit zum Abflusse nach Norden (dem heutigen Lechbette entlang), sondern auch nach Osten bei Heiterwang dem Plansee<sup>1)</sup> zu und durch das Neiderachthal gegen Griesen hin, wo er mit dem der Loisachschlucht entlang sich bewegenden Abflusse des Ehrwalder Beckens zusammenstoßen und dessen Aufstauung bewirken musste. So war denn der Eisabfluss aus diesem nach zwei Seiten hin gehemmt und wir begreifen nun ohne Zuhilfenahme höchst gewagter Hypothesen gleichsam „ex visceribus causae“, dass über den Fern kein bedeutendes Fließen der Eismassen stattfinden konnte. Erst als die Vereisung so weit vorgeschritten war, dass die Bewegung von dem Verlaufe der einzelnen Thäler fast unabhängig geworden war, erst als die Alpen ein sogenanntes Innlandeis bedeckte, aus

<sup>1)</sup> Der Plansee ist ein durch Glacialschotter abgedämmter Kessel, der einst seinen Abfluss gegen Griesen hatte. Penck, S. 162. 352.

dem nur mehr die einzelnen Berggipfel, wie heute die „Nunnataker“ in Grönland hervorragten, folgte das Eis in seiner Bewegung der allgemeinen Abdachung nach Norden, aber hauptsächlich nur in seinen oberen Partien,<sup>1)</sup> welche wenig Urgebirgsgeschiebe führen konnten. Daraus begreifen wir, dass im Lechgebiete Urgebirgsgeschiebe zwar vorhanden aber viel seltener sind, als in dem Gebiete der Isar, daraus wird uns auch helle, dass ihr Transport mehr über die höher gelegenen Pässe, namentlich über das nahezu südnördlich verlaufende Mariaberger Jöchl erfolgte.

Bei den andern zwei Pässen, Seefelderpass und Achenpass sind keine derartigen Hindernisse vorhanden. Hier konnten sich die Eismassen frei nach Norden ergießen, ja am Seefelderpasse musste sogar eine besondere Verstärkung jener Bewegung durch den Gletscher des Ötzthales erfolgen, der durch den entgegenstehenden Tschirgant-Simmerig und durch die thalabwärts gerichtete Bewegung des Innthalgletschers, mit dem er hier zusammenstieß, nach Nordosten abgelenkt werden musste. Auch der Gletscher im Leutaschthale konnte nur diese Bewegung verstärken. Der Achenpass bot wegen seiner geringen Höhe schon anfangs wenige Hindernisse dar. Demnach finden wir auch in diesen Pässen und nördlich davon ganz massenhaft Urgebirgsgesteine vor. Aber auch beim Rückzuge der Vergletscherung musste ähnliches eintreten.

Als der Gletscher aus dem Hauptthale allmählich verschwand, konnten in den Seitenthälern noch lange Zeit locale Gletscher zurückbleiben, welche imstande waren, beträchtliche Endmoränen anzuhäufen, und dies um so mehr, je beträchtlicher sie selbst waren und je mehr Gesteinsmateriale von den umliegenden Gehängen stürzte. Der Inn empfängt aus den nördlichen Kalkalpen nur zwei einigermaßen beträchtliche Zuflüsse:

<sup>1)</sup> Nach all dem, was Heim in seiner Gletscherkunde von S. 371—402 nicht auf Grund bloßer Theorien, sondern auf Erfahrungen und Beobachtungen gestützt, ausführt, ist es zweifellos, dass die Eisbewegung bloß von der Gestalt des Untergrundes und den entgegenstehenden Hindernissen abhängt, so dass auch hier die Analogie mit der Bewegung fließender Wässer durchgeführt erscheint. Denken wir uns zwei Wasserläufe durch einen Canal verbunden, so wird die Bewegungsrichtung und Geschwindigkeit in letzterem vor allem durch die Niveaudifferenz bedingt sein; ferner wird die Bewegung nahe dem Grunde durch die Reibungswiderstände verzögert sein. So auch zwischen zwei Gletscherströmen, welche durch Verbindungscanäle zusammenhängen, wie es ohne Zweifel zwischen Inn- und Lechgletscher der Fall war. Da die Vereisung in beiden Thälern fast dieselbe Höhe erreichte, so konnte ein lebhaftes Fließen nicht stattfinden und da die Reibung am Untergrunde für das so schwerfließende Eis überaus viel mehr zu bedeuten hat, als für das leichtflüssige Wasser, so mussten sich naturnothwendig die Oberflächenschichten rascher bewegen als die tiefern, wie dies auch an den heutigen Gletschern (Sonnklar, Ö. G.-G. Mittelberggletscher, S. 179) beobachtet wird. In der Tiefe der Thalkessel konnte sogar gänzliche Stagnation eintreten.

den Gurglbach und die Brandenberger Ache. Es ist nun überraschend, dass Penck gerade im Brandenberger Thale und zwar am Spitzingpass ganz ähnliche Verhältnisse antrifft, wie am Fern. Auch hier überschritt nach seiner Meinung der Gletscher nicht den niedrigeren Spitzingpass, wohl aber den höheren westlichen, der dem Thale der weißen Falep folgt, um von da gegen Tegernsee hinabzusteigen. Hier kommt Penck sogar vorübergehend der Gedanke an einen localen Gletscher (vgl. S. 76.) doch er verwirft ihn und nimmt abermals zur Einsturzhypothese seine Zuflucht. Zweifelsohne walteten dort ganz ähnliche Verhältnisse ob, wie am Fern: „So sieht man am Nordabstiege des Passes bei Max-Josefsthal mitten im Thalboden mehrere isolirte Hügel, welche aus Kalkbreccie bestehen, wie sie gewöhnlich am Fuße steiler Gehänge als Schutthalde auftritt. Bildet diese Breccie nun heute isolirte Hügel, lehnt sie sich also nicht an ein bestimmtes Gehänge an, sondern fällt sie von einem nur ideellen (?) ab, so ist anzunehmen, dass seit der Zeit ihrer Bildung beträchtliche Umgestaltungen der Landschaft erfolgten. Unregelmäßige Züge in dem Bodenrelief am Nordabfalle des Passes, kleine Tümpel bei Max-Josefsthal, der Spitzingsee an der Südseite der Passhöhe lassen muthmaßen, dass es vielleicht Bergstürze ähnlich wie am Fernpasse waren, welchen der Spitzingpass seine heutige Gestalt zu verdanken hat.“<sup>1)</sup>

Also auch hier wieder Bergstürze, welche, wie oben ausgeführt, nichts erklären können! Leider nahm ich von dieser Stelle zu spät Notiz, um jenen Pass noch besuchen zu können. Allein aus obiger Beschreibung geht ohne Zweifel hervor, dass wir es hier mit einem den Erscheinungen am Fern ziemlich analogen Phänomen zu thun haben, für welches eine ähnliche Erklärung wie dort nicht schwer zu finden sein dürfte.

Damit ist die vorgenommene Aufgabe im wesentlichen zu Ende, denn auf eine phantasiereiche Ausmalung der Vorgänge in und zwischen den Eiszeiten, sowie auf eine Darlegung der Dutzend-Hypothesen über die Ursachen derselben können wir uns nicht einlassen. Zwar wäre noch vieles einzelne hinzuzufügen, z. B. über die muthmaßliche Thalterrasse, welcher die Schotterterrasse stellenweise aufgelagert erscheint, ferner über die Ausfüllungs- und Erosionsvorgänge im Becken von Nassereut, über die allerjüngsten Ablagerungen alldort u. s. w. allein der Raum ist dazu zu beschränkt; manches muss ohnehin noch speciellern Arbeiten vorbehalten bleiben.

Möge diese kleine Arbeit den Zweck erfüllen, zu welchem sie unternommen ward: einen Beitrag zu bilden zur Aufhellung jener so interessanten und doch noch immer so räthselhaften Erscheinungen, welche unter

<sup>1)</sup> Penck, Vergletscherung, S. 76.



dem Namen Glacialphänomen zusammengefasst werden und möge sie manchen, dem sich zur Beobachtung Gelegenheit bietet, dazu anregen! Denn besonders in den Kalkalpen ist es auch für Laien im Fache ein leichtes, Glacialerscheinungen zu constatieren.

Zwar hat sicher die eine oder andere der hier gemachten Aufstellungen gleich denen auf so vielen anderen Gebieten auch nur hypothetischen Wert, aber es ist immerhin für unsere Erkenntnis bereits ein Gewinn, auch nur eine gute Hypothese aufgestellt zu haben. Letzteres möchte etwa von der Erklärung der Hügel am Fern als Endmoränen eines Localgletschers gelten. Wir verlangen von einer guten Hypothese, dass sie alle Erscheinungen zwangslos erkläre. Das kann von Penck's Einsturzhypothese nicht gesagt werden. Vorliegende Theorie leistet jedoch dieser Anforderung Genüge; also möge man sie einstweilen gelten lassen. Gewiss sind Irrthümer auf so „schlüpfrigem“ Gebiete wie die Lehre vom Ureise mehr als anderswo verzeihlich. Es hat auch zu Irrthümern geführt, als man daran gieng, Keilschriften und Hieroglyphen zu entziffern, dennoch wird kein vernünftiger jene Bemühungen, welche zu so schönen Resultaten geführt haben, des „Schweißes der Edlen“ unwert halten. Denselben Maßstab lege man daher an die Glacialforschung. Denn vielleicht nicht weniger schwer aber auch nicht weniger irrthumsfrei ist zu lesen und zu verstehen die stumme und doch so beredte Sprache der Urgeschichte erzählenden Steine.

Hartmann Falbesoner,  
Professor.

...kann man sich bei dieser Gelegenheit daran erinnern, dass die ...  
...in der That sehr verschieden sind, und dass die ...  
...in der That sehr verschieden sind, und dass die ...

...kann man sich bei dieser Gelegenheit daran erinnern, dass die ...  
...in der That sehr verschieden sind, und dass die ...  
...in der That sehr verschieden sind, und dass die ...

...kann man sich bei dieser Gelegenheit daran erinnern, dass die ...  
...in der That sehr verschieden sind, und dass die ...  
...in der That sehr verschieden sind, und dass die ...

...kann man sich bei dieser Gelegenheit daran erinnern, dass die ...  
...in der That sehr verschieden sind, und dass die ...  
...in der That sehr verschieden sind, und dass die ...

...kann man sich bei dieser Gelegenheit daran erinnern, dass die ...  
...in der That sehr verschieden sind, und dass die ...  
...in der That sehr verschieden sind, und dass die ...

...kann man sich bei dieser Gelegenheit daran erinnern, dass die ...  
...in der That sehr verschieden sind, und dass die ...  
...in der That sehr verschieden sind, und dass die ...

...kann man sich bei dieser Gelegenheit daran erinnern, dass die ...  
...in der That sehr verschieden sind, und dass die ...  
...in der That sehr verschieden sind, und dass die ...