

erging an den Mudir in Faschoda die Ordre, dass jene Schiffe, welche die „Familien“ (?) aus den Stabilimenten an Bord führen, nicht anzuhalten sind. Dank dieser schlaun Finte haben die Menschenräuber das Privilegium der unbeanständeten Sklavenzufuhr schriftlich in der Hand und sie haben nicht ermangelt, ihre Vakils (Stellvertreter) in den Handelsstationen des weißen Nil zu benachrichtigen, dass die Rogik (Sklaven) freien Pass haben.

An der Westküste scheint die Negerausfuhr seit dem amerikanischen Kriege aufgehört zu haben. Bluntschli schreibt: „Noch wichtiger (als die Aufhebung der Leibeigenschaft in dem russischen Reich 1861) ist der Sieg der Freiheit über die Sklaverei in Nordamerica geworden. Seitdem die Verwerfung der Sklaverei zu einem Grundgesetz der Vereinigten Staaten erklärt worden ist (1865), ist dieses Institut nirgends mehr auf dem ganzen Welttheil zu halten.“ Der schmäbliche Menschenhandel besteht also nur noch im Centrum von Africa, und (wovon wir in Chartum Beweise haben) — in Cirkassien. Diese letztere Art Sklaven mögen ihr Schicksal weniger beklagen, weil sie nur in großen Harems gesucht werden, und dabei — ihr Glück machen.

Nachdem insbesondere die ottomanische Pforte sich veranlasst sah, dem Andringen der Diplomatie Gehör zu geben, demzufolge schon im Jahre 1856 die öffentlichen Sklavenmärkte in ganzer Reihe abgestellt wurden, und die bezüglichlichen Erlässe von Fall zu Fall in Erinnerung bringt: so liegt die gänzliche Vernichtung des „Geschäftes mit Menschenfleisch“ nur in den Händen der ausübenden Gewalt. So lange diese nicht einen ehrlichen und energischen Willen für die gute Sache entfaltet, so lange die Grenzstationen der Schleichwege nicht aufmerksam überwacht, und über das Verbrechen des Sklavenhandels nicht schwere Strafen verhängt werden: so lange werden die vom modernen Völkerrecht geforderten humanen Maßregeln und Verordnungen problematisch, und die große Frage zu Gunsten der persönlichen Freiheit wird unentschieden bleiben. „Es gibt kein Eigentum des Menschen am Menschen. Die Sklaverei ist im Widerspruch mit dem Rechte der menschlichen Natur und mit dem Gemeinbewusstsein der Menschheit.“

Gletscher- und Flussschutt

als Object wissenschaftlicher Detailforschung.

(Vorgetragen in den Versammlungen der geographischen Gesellschaft am
23. Jänner und 27. Februar l. J.)

Von Prof. F. Simony.

Unter den mannigfach beschaffenen Bodenmassen, welche das vielgestaltige Terrain der Festländer zusammensetzen, gehören die verschieden-

artigen Schutt-, Sand- und Schlammablagerungen der jüngsten geologischen Perioden zu jenen Gebilden, welche ungeachtet ihrer weiten räumlichen Verbreitung bisher nur in verhältnismäßig beschränktem Maße sich eines eingehenderen Studiums von Seite der Forscher zu erfreuen hatten. Und doch erscheinen detaillirte Untersuchungen der erwähnten Ablagerungen um so mehr angezeigt, als hier nicht nur für den Geologen, sondern auch für den Anthropologen und den Geographen eine unerschöpfliche Fundgrube der lehrreichsten Ergebnisse zu hoffen ist.

Wenn irgendwo die drei eben bezeichneten Richtungen menschlicher Forschung sich zu begegnen, ja noch mehr, wenn dieselben sich irgendwo innig zu verbinden und gegenseitig zu unterstützen vermögen, so ist dies in dem allverbreiteten Terrain des sogenannten Diluviums und Alluviums der Fall. Hier treffen wir durchwegs Gebilde, deren Entstehungsweise sich unzweifelhaft auf Thätigkeiten der Natur zurückführen lässt, welche noch jetzt in gleicher Art und Weise, wenn auch zum Theil nur mit geringerer Intensität und in beschränkterem Umfange wirksam sind und deren Betrachtung eben so gut der physicalischen Geographie wie der Geologie anheimfällt.

Für den Geographen gewinnen die erwähnten Gebilde überdies eine erhöhte Bedeutung deshalb, weil sie bereits Spuren menschlichen Daseins bergen in Schichten, deren Alter von der Mehrzahl der Forscher übereinstimmend weit zurück hinter den traditionellen Anfang aller Menschengeschichte verlegt wird.

Wer wird nun läugnen wollen, dass eben so gut, wie es in der Aufgabe der Geographen liegt, sich all' jene mannigfachen physischen Verhältnisse gegenwärtig zu halten, unter welchen der Mensch der Jetztzeit in den verschiedenen Räumen unseres Planeten existiert, es für ihn auch von Interesse sein muss, einen wenigstens theilweisen Einblick in die vorausgegangenen physischen Zustände der Erde bis zu jenen fernen Zeiten zu gewinnen, in welchen der Mensch von der Stätte seiner künftigen Entwicklung Besitz zu ergreifen begann.

Scheint nun das in dieser Beziehung bisher Entdeckte es ziemlich wahrscheinlich zu machen, dass es nichts weniger als paradiesische Zustände waren, welche das erste Auftreten unserer Urahnen, wenigstens auf dem europäischen Continente, begleiteten, so sind doch alle bisherigen Vorkommnisse viel zu vereinzelt und häufig auch von so zweifelhafter Natur, dass das bis jetzt zur Beurtheilung vorliegende Material kaum ausreicht, um damit über das Bereich schwankender Hypothesen hinauszukommen.

Nur so viel scheint sicher, dass Wesen menschlicher Art, welche bereits selbstverfertigte, wenn auch höchst rohe Waffen zu hand-

haben verstanden, unseren Welttheil, wenn nicht schon vor und während der sogenannten Eiszeit, so doch jedenfalls sehr bald nach derselben bewohnt haben. Damit erscheint es aber nach dem oben angedeuteten Standpunct fast selbstverständlich, dass all' jenen geologischen Gebilden, welche der bezeichneten Phase der Quartärperiode angehören oder dieselbe begrenzen, auch von Seite der Geographen eine erhöhte Aufmerksamkeit zugewendet werde.

Die Aufgabe nun, deren Verfolgung hier in's Auge gefasst ist, hat den Zweck, jene Erscheinungen dem allgemeinen Verständniß näher zu bringen, welche es ermöglichen, einerseits die verschiedenen vorkommenden Quartärgebilde, insbesondere die den merkwürdigsten Abschnitt der Diluvialzeit in bestimmter Weise kennzeichnenden erratischen Ablagerungen nach ihrem Ursprung richtig zu deuten, anderseits aber auch aus den verschiedenen Vorkommnissen die physischen Zustände wenigstens annähernd zu entziffern, welche während der Ablagerung jener Gebilde geherrscht hatten.

Dass es innerhalb der Diluvialperiode eine lange Zeit gab, während welcher mächtige Gletscher von allen höheren Gebirgen durch die Thäler bis in die angrenzenden Niederungen herabstiegen, ist gegenwärtig als völlig erwiesen hinzunehmen. Damit sind jedoch noch lange nicht alle anhängenden Fragen gelöst.

Abgesehen davon, dass möglicher Weise auch schon in älteren geologischen Perioden analoge temporäre Temperaturerniedrigungen stattgefunden haben mögen, ist es bisher noch unentschieden, ob die erwähnte außerordentliche Gletscherentwicklung, von welcher alle Zonen, selbst jene der Tropen nicht ausgenommen, unverkennbare Spuren aufzuweisen haben, gleichzeitig auf der ganzen Erde stattfand, oder ob sie zwischen der nördlichen und südlichen Hemisphäre abwechselte, oder endlich, ob selbst innerhalb eines und desselben Breitengürtels in der gleichen Zeit die Gletscherentwicklung hier mehr, dort weniger begünstigt war. Auch über die Ursachen der Eiszeit herrschen unter den Gelehrten nichts weniger als übereinstimmende Ansichten. Während die einen die für diese außerordentliche Gletscherentwicklung nothwendige Depression des Klimas in der Hauptsache auf eine, die Meeres- und Luftströmungen so wie die Menge des Niederschlages im entsprechenden Sinne beeinflussende Vertheilung von Land und Wasser zurückführen zu können vermeinen, glauben andere dazu auch noch eine im Vergleich zur jetzigen größere Erhebung der verschiedenen Gletscherherde zu Hilfe nehmen zu müssen. Endlich wurden auch die vorangeführten Ursachen nicht für völlig ausreichend zur Erklärung der rätselhaften Erscheinung erachtet und die gelehrte Speculation suchte dieselbe in den kosmischen Verhältnissen.

Hier glaubte man die völlige Lösung des Problems vor allem in der bekannten Excentricität der Erdbahn und der sich stets ändernden Lage des Perihels und Aphels zur Ekliptik gefunden zu haben, durch welche für die entgegengesetzten Hemisphären innerhalb eines durch mehrere Jahrtausende dauernden Zeitraumes ein längeres, dann eben so wieder ein um gleich viel kürzeres Winterhalbjahr bedingt wird. Aber auch der aus diesem Verhältnisse sich möglicher Weise ergebende Einfluss auf die klimatischen Zustände der in dem langen Winterhalbjahr stehenden Erdhälfte wurde wieder von anderer Seite als viel zu gering, ja als geradezu verschwindend erachtet, um als entscheidender Factor bei der Lösung des vorliegenden Problem's in's Gewicht zu fallen; namentlich so lange, als eine bedeutend größere Excentricität der Erdbahn, wie die gegenwärtige, welche beiläufig $\frac{1}{60}$ des halben großen Bahndurchmessers beträgt, nicht nachgewiesen werden konnte.

Nun hat aber die, auf das erwähnte kosmische Verhältnis sich stützende Erklärung der Eiszeit während der letzt verflossenen Jahre in so fern eine breitere Grundlage gewonnen, als die Berechnungen der Astronomen Stone, James Croll und Carrick Moore für die Excentricität der Erdbahn innerhalb eines längeren Zeitraumes sehr bedeutende Schwankungen constatieren, derart, dass dieselbe beispielweise innerhalb der letztverflossenen Million Jahre zwischen $\frac{1}{100}$ und $\frac{1}{13}$ der halben großen Axe oscillierte und dass sie während dieser Zeit wiederholt dreimal größer, ja vor beiläufig 850,000 Jahren sogar über viermal so groß war als gegenwärtig. Daraus würde sich, die Richtigkeit aller in Rechnung gezogenen Factoren vorausgesetzt, ergeben, dass, während nach der jetzt bestehenden Excentricität nur ein Maximalunterschied von 8·1 Tagen zwischen Sommer- und Winterhalbjahr in den entgegengesetzten Hemisphären stattfinden kann, derselbe innerhalb der vorausgegangenen Million Jahre sich mehreremal auf 20 bis 36 Tage gesteigert hatte. So soll dieser Unterschied nach Carrick Moore vor 50,000 Jahren 6·3 Tage, vor 100,000 Jahren dagegen 23 Tage, vor 150,000 Jahren 16·1 Tage, vor 200,000 Jahren nahe 28 Tage, vor 250,000 Jahren wieder nur 15·5 Tage u. s. w. betragen haben. Der größte Längenunterschied fand angeblich statt in der Zeit von 900,000 auf 850,000 Jahre vor Beginn unseres Jahrhunderts, indem derselbe — von den zwischenliegenden völligen Gleichheiten während des Zusammenfallens der Absidenlinie mit der Aequinoctiallinie abgesehen — in dem erstgenannten Jahre nur 4·9 Tage, in dem zweiten dagegen nicht weniger als 36·4 Tage betragen habe.

Diese aus dem astronomischen Calcul hervorgegangene Annahme einer periodisch wiederkehrenden, die gegenwärtige um das mehrfache

übertreffenden Excentricität der Erdbahn hat nicht nur, wie schon angedeutet wurde, den Anhängern des kosmischen Ursprungs der Eiszeit einen erwünschten Beleg für ihre Ansicht geliefert, sondern es schien damit zugleich der durch manche Erscheinungen angeregten und bereits erwähnten Meinung, dass es auch schon in älteren Perioden, wenn nicht wiederholte Eiszeiten, so doch analoge Temperaturdepressionen gegeben haben dürfte, eine nicht geringe Unterstützung und zugleich die scheinbar natürlichste Erklärung geboten zu sein.

Doch es würde zu weit führen, das Gebiet der zahlreichen einschlägigen Hypothesen weiter zu verfolgen, das zu Sagende soll sich vielmehr auf rein thatsächliche Erscheinungen beschränken und zwar in erster Reihe jene Schuttgebilde zum Gegenstande der Darlegung haben, welche uns als untrügliches Document einer wahren Eiszeit an zahllosen Orten der Erde aufbewahrt geblieben sind.

Nun dürfte es vielleicht als ein überflüssiges Beginnen erscheinen, über glaciale Schuttmassen sprechen zu wollen, deren Merkmale ja doch wol längst festgestellt sind, so dass, wo immer sie auftreten mögen, wenigstens für den Geologen kein Zweifel über deren Natur mehr obwalten kann. Dem entgegen sei jedoch gleich bemerkt, dass die Unterscheidung des Glacialschuttes von anderen Schuttarten in vielen Fällen selbst für den mit derlei Erscheinungen vertrauten Forscher nicht geringe Schwierigkeiten bietet. Oft genug werden Ablagerungen vorweltlicher Gletscher für Flusskies und eben so wieder fluviale Schuttmassen für alte Moränen angesehen, eine Verwechslung, zu welcher häufig die alleinige Berücksichtigung der äußeren, erst durch spätere Einfüsse hervorgebrachten Form ohne nähere Untersuchung der inneren Beschaffenheit des fraglichen Materials Anlass gibt.

Den schlagendsten Beweis, wie spät man daran gedacht hat, die verschiedene Natur des Schuttes einem eingehenden Studium zu unterziehen, liefert die Thatsache, dass vor vier, ja selbst vor drei Decennien die Existenz einer diluvialen Eiszeit noch von manchem Geologen ersten Ranges hartnäckig bestritten, von anderen wieder das einstige Vorhandensein großer Eisströme nur dort für erwiesen angesehen wurde, wo dieselben Spuren ihrer erodierenden Thätigkeit in zweifellosen Gletscherschliffen hinterlassen hatten. Erratische Blöcke und Moränenschutt waren und blieben noch fort ein streitiges Object, mochte auch deren wahre Natur von den Gletscherkundigen noch so sicher erkannt worden sein. Gewiss aber wäre die ganze Frage schon viel früher, als dies geschehen ist, dem Bereich der Hypothese entrückt geworden, wenn gleich vom Anfang ein gründliches Studium der verschiedenen Schuttarten platzgegriffen hätte. Denn es sei gleich hier bemerkt, dass Ablagerungen von altem Moränenschutt

ungleich häufiger vorkommen, als alte Gletscherschliffe. Man kann ganze lange Thäler durchwandern, ohne nur einen einzigen sicheren Gletscherschliff zu entdecken, schon aus dem Grunde, weil dieselben, auch wo sie existieren, mit allerlei Detritus oder auch mit Vegetation bedeckt sind, während Moränenschutt, und zwar in ursprünglicher Ablagerung, sich oft auf weite Strecken in einer Weise des Auftretens beobachten lässt, dass es in vielen Fällen sogar möglich wird, nicht nur die einstige Anwesenheit eines Gletscherstromes überhaupt zu constatieren, sondern auch die Grenzen seiner verticalen und horizontalen Ausbreitung zu erkennen.

Der echte, durch keine fluviale Strömung translocierte Gletscherschutt ist in der Regel durch so bestimmte, ihm allein zukommende Merkmale gekennzeichnet, dass es für denjenigen, welcher sich eingehender mit den verschiedenen Gletschererscheinungen befasst hat, nicht schwer hält, auf den ersten Blick die wahre Natur des fraglichen Materials zu erkennen, mag dasselbe auch an Orten deponiert sein, welche von den Gletscherbezirken der Jetztzeit weit abliegen.

Außerdem gibt es aber auch eine nicht geringe Zahl von Schutt-
ablagerungen, deren glacialer Charakter stets mehr oder minder schwierig nachzuweisen bleibt; namentlich gilt dies überall dort, wo Eis und fließendes Wasser abwechselnd an dem Transport des Materials theilgenommen haben.

Um bei derartigen complicierteren Vorkommnissen sich orientieren zu können, ist es zunächst unerlässlich, die glacialen sowol, als die fluvialen Schuttmassen an solchen Stellen zu studieren, wo sie unvermischt auftreten, was zweifellos am sichersten an den Moränen der gegenwärtig bestehenden Gletscher und an den Ablagerungen unserer Bäche, Flüsse und Ströme geschehen kann.

Nachfolgend soll nun versucht werden, eine Charakteristik der beiden Hauptarten des Schuttes und zwar zunächst des der Beobachtung weniger zugänglichen Gletscherschuttes zu geben, wobei zugleich, so weit als nöthig, die bei der Entstehung der verschiedenen Moränen stattfindenden Vorgänge berührt werden sollen. Aus der Betrachtung der letzteren wird sich dann von selbst das Maß der Veränderung entnehmen lassen, welche der ursprüngliche Detritus des Gebirges unter der längeren oder kürzeren, mehr oder weniger intensiven Einwirkung einer Gletschermasse in seinem äußeren Aussehen erleiden kann, eine Veränderung, die bei der weitaus größeren Masse alles Moränenschuttes ausgiebig genug ist, um demselben einen specifischen, vor jeder Verwechslung bewahrenen Charakter zu verleihen.

Zum Studium der bezüglichlichen Erscheinungen sind vor allem jene Ferner geeignet, welche zwischen Kalkfelmassen gebettet sind, da an den

meist homogenen, mäßig harten, dabei aber den zersetzenden Einflüssen dennoch weniger unterliegenden Gesteinen der verschiedenen Kalkformationen die Merkmal^{er} des Gletscherschuttes sich im allgemeinen deutlicher und dauernder ausprägen, als an den Felsarten des sogenannten Urgebirges.

Um diese Verhältnisse in ihrer vollen Entwicklung verfolgen zu können, wollen wir uns auf einen größeren, ringsum von hohen, brüchigen Kalkwänden umgürteten Gletscher und zwar zunächst auf einen Punct der sogenannten „Schneelinie“, also in jene Höhe versetzen, über welcher in der Regel die jährliche Summe der Wärme und Verdampfung nicht mehr ausreicht, um den im Verlaufe des Jahres gefallenen Schnee vollständig zu beseitigen, wo also Jahr um Jahr eine bald mehr, bald minder mächtige Schichte des allmählich in Firn umgewandelten Schnee's zurückbleibt und wo diesem zufolge die Gletschermasse continüierlich an Mächtigkeit zunehmen müsste, wenn nicht durch die bekannte, allen Theilen des Gletschers innewohnende Bewegung wieder eine Ausgleichung, beziehungsweise die Herstellung eines constanten oder doch verhältnismäßig nur wenig ändernden Niveaus bewirkt würde.

Wenn wir von unserem Standpuncte aus den Blick über die höheren, der Schneeregion des Gebirges angehörenden Theile des Gletschers schweifen lassen, so werden wir von Moränenbildungen noch wenig oder gar nichts wahrnehmen, denn wenn auch Schuttablagerungen von den umgränzenden Felswänden aus stattfinden, so werden dieselben immer wieder von den alljährlich neu zurückbleibenden Firnschichten überdeckt, und nur jener Schutt, welcher während des laufenden Sommers auf den Firnsaum herabgestürzt ist, mag sich da und dort bemerkbar machen.

Nichtsdestoweniger ist in dieser oberen oder Firnregion des Gletschers schon reichliches Moränenmaterial vorhanden, jedoch vorläufig noch in den übereinander gelagerten Schichten des Firnmeeres begraben.

Fassen wir nun einen der höchst gelegenen Puncte der einen oder der anderen Gletscherflanke ins Auge, etwa einen Punct, welcher beiläufig ein Jahrhundert benöthigt, um bei der Abwärtsbewegung der Firnmassen bis zur Schneelinie herabzugelangen, und nehmen wir an, dass auf diesen Punct von der nächstliegenden Felswand eine Partie Schutt herabgefallen sei. Nach einem Jahre wird der letztere bereits von einer Firnschichte, und wenn der Punct endlich die Schneegränze erreicht hat, von nicht viel weniger als hundert Firnschichten überlagert sein (von den Störungen der Lagerung während des Abwärtsbewegens der Gletschermasse sei hier abgesehen).

Aber diese Jahr um Jahr neu zuwachsenden Niederschlagsreste bestehen nicht durchaus aus reinem Firn, vielmehr enthält die eine und

die andere Schichte über dem gedachten Punkte gleichfalls mehr oder weniger Schuttheile, und zwar wird die Zahl der schutthaltenden Schichten um so größer sein, je häufiger in der Aufeinanderfolge der Jahre über dem abwärts rückenden Punkte von den jeweiligen Felsbegränzungen Schuttfälle stattgefunden hatten.

Wir haben uns sonach den über der Schneeegränze gelegenen Theil des Gletschers aus einer großen Zahl von übereinander gelagerten Firnschichten, in der Tiefe nach Umständen wol auch schon aus Eisschichten bestehend vorzustellen, welche in ihren Rändern die während der Abwärtsbewegung der Massen von den Felsbegränzungen niedergestürzten Schuttheile eingeschlossen euthalten.

Unterhalb der Schneeegränze ändern sich die Erscheinungen. Wegen der zunehmenden Wärme wird nicht nur der im Verlauf des Jahres gefallene Schnee wieder vollständig beseitigt, sondern auch von den älteren oberflächlichen Massen des Gletschers um so mehr abgeschmolzen, in je tiefere Niveaus Theil um Theil des ersteren herabrückt. (Der Abtrag am Grunde mag hier vorläufig unberücksichtigt bleiben.)

Wenn wir nun den früher besprochenen, aus der oberen Firnregion bis zur Schneeegränze herabgerückten Punkt des Gletscherrandes in seinem weiteren Vorschreiten abwärts bis zum Gletscherende verfolgen, so wird sich ergeben, dass alle von der jeweiligen seitlichen Felsbegränzung noch ferner auf ihn herabfallenden Schuttmassen, wenn auch während der Winterperiode mit Schnee überdeckt, im Sommer wieder zu Tage liegen, ferner, dass über dem Punkte um so größere, durch keine Firn-Zwischenlagen mehr geschiedene Schuttaufhäufungen vorkommen müssen, je zahlreichere und ausgiebigere Schuttfälle ihn noch bis zum Schlusse seiner langen Wanderschaft erreicht haben.

Dass das gleiche auch von allen nachrückenden Punkten des Gletscherrandes gilt, ist selbstverständlich, und dieser Vorgang erklärt es schon zum guten Theile, warum die auf den beiden Seitenrändern des Gletschers lagernden Schuttmassen (Seitenmoränen) in laugen, fortlaufenden Streifen, Wällen, Kämmen oder einseitigen Hängen angeordnet erscheinen, welche je weiter hinab, desto breiter werden und an Mächtigkeit stetig zunehmen.

Der in eben beschriebener Weise auf dem Gletscherrande unterhalb der Schneeegränze sich aufhäufende Schutt, welcher von dem gewöhnlichen Bruchschutt des Gebirges äußerlich in keiner Weise, petrographisch aber nur dann verschieden ist, wenn er anderen Formationsgliedern angehört, als die unmittelbar angränzenden Felsmassen, bildet jedoch bei weitem nicht das ganze Material der Seitenmoräne. Zu ihm gesellt sich auch all' jener früher im Firn und Eise eingeschlossene Detritus, welcher durch das bei dem stetigen Tieferrücken des Gletschers immer ausgie-

bigere Abschmelzen des letzteren nach und nach zu Tage tritt. Selbstverständlich werden diese herausgeschmolzenen Gebirgsabfälle einen um so größeren Theil der Moränenmasse bilden, je tiefer der oberflächliche Abtrag des Eises gegriffen hat, so dass gegen das Ende des Eisstromes diese letztere Art des Schuttes im Vergleich zur ersteren gewöhnlich überwiegt.

Selbstverständlich hängt das quantitative Verhältnis der beiden, durch die Art des Transportes unterschiedenen Schuttarten wesentlich ab von dem Verhältnisse der Länge der zwei Hauptabschnitte des Gletschers über und unter der Schneelinie, sowie von den mehr oder minder zahlreichen und ausgiebigen Schuttfällen in der Firn- und Eisregion desselben. *)

Es handelt sich darum nun weiter zu untersuchen, ob die aus dem Gletscher herausgeschmolzenen Schuttheile gleich jenen, welche mit den letzteren in keinen anderen, als nur ganz oberflächlichen Contact gekommen sind, gleichfalls ihr ursprüngliches Aussehen beizubehalten vermochten oder nicht.

Wir haben uns für diese Erörterung vor allem ins Gedächtnis zurückzurufen, dass der Gletscher schon von der obersten Firnregion an in den übereinander lagernden Schichten seiner Flanken mehr oder weniger Schutt eingestreut enthält. Von diesen regellos vertheilten Steinfragmenten befinden sich die einen schon vom Anfange der Wandung des Gletscherbettes nahe, während die anderen weiter davon abliegen.

*) Dass die noch auf dem Gletscher ruhenden Theile der Seitenmoränen, welche bei großen, mehr oder minder bedeutenden Schwankungen unterworfenen Fernern die nächstliegenden schutfreien Partien des Gletscher rückens mit ihrem Scheitel oder Kamme nicht selten um 50 und mehr Fuß überragen, eben so wie die Mittelmoränen nicht nach ihrer vollen Höhe, sondern nur oberflächlich aus Schutt, nach unten dagegen aus Eis mit eingestreuten Schuttheilen bestehen, ist bekannt. Der Grund dieser Erscheinung liegt in der Schuttdecke der Moräne selbst, indem dieselbe, dem zunehmenden Grade ihrer Dichtigkeit entsprechend, die Einwirkung der äußeren Wärme gleich einem Schirm von dem unterlagernden Eise mehr und mehr fern hält, während die unbedeckten Gletschertheile dem oberflächlichen Abschmelzungsprozesse ungeschmälert preisgegeben sind. Die Entstehung der auf den Fernern zwischen den Moränen zerstreut vorkommenden, mitunter ziemlich hohen Sandkegel, wie auch der sogenannten „Gletschertische“ ist auf die gleiche Weise zu erklären. Die in Gassen und Straßen aufgeschichteten Schneehaufen aus welchen nach einigen warmen Tagen schon eine Schmutzdecke herausgeschmolzen ist, dicht genug, um den weiteren Angriffen von Luft und Sonne auf den darunter liegenden Schnee hartnäckigen Widerstand zu leisten, geben im Kleinen das Bild der schützenden Wirkung des Moränenschuttes auf das darunter befindliche Gletschereis.

Von den letzteren kann ein mehr oder minder beträchtlicher Theil der Fragmente die ganze, bei großen Fernern möglicher Weise mehrere Jahrhunderte dauernde Wanderung bis zum Gletscherende zurücklegen, und dabei fort und fort derart vom Eis umschlossen bleiben, dass dieselben keinerlei Veränderung erleiden, höchstens, dass ein und das andere Stück in Folge einwirkenden Druckes zersprengt wird. Anders verhält es sich dagegen mit jenen Schuttheilen, welche während der Abwärtsbewegung des Gletschers mit anstehenden Felsen, oder mit anderem bereits vorhandenen Detritus in länger oder kürzer dauernden Contact kommen. Von diesen Schuttheilen werden die einen bei ihrem Vorbeischleifen an der Wandung des Gletscherbettes nur ihre schärfsten Ecken und Kanten verlieren, während andere, der gleichen Wirkung länger ausgesetzt, höhere Grade der Abrundung erleiden.

Bei diesem Vorbeischleifen werden gleichzeitig immer mehr und mehr Schuttheile aus der nächstanliegenden, immer neu sich verschiebenden und so auch immer neue Contactflächen darbietenden Gletschermasse herausgebrochen, wol auch in Folge der durch die entstandenen Klüfte eindringenden warmen Luft oder des nagenden Schmelzwassers aus dem Eise frei gemacht und so die Menge der sich gegenseitig reibenden und schleifenden Elemente ständig vermehrt.

Nun besteht das Schleifen nicht mehr bloß in einem fortschreitenden Abrunden der einzelnen Stücke, es wird auch zugleich die ihrer Ecken und Kanten beraubte Oberfläche durch die theils sandigen, theils schlammigen Abfälle des Schleifprozesses immer mehr und mehr geglättet und theilweise förmlich poliert.

Selbstverständlich werden die verschiedenen Phasen des ganzen Vorganges sich um so eindringlicher vollziehen, je mächtiger die an- und überlagernde Gletschermasse ist, je intensiver die Bewegung der letzteren sich gestaltet, und je länger die bezeichneten Einwirkungen andauern. Daher werden auch die den seichteren Schichten des Gletschers entstammenden Theile des Moränenmaterials einen geringeren, die tiefer gelegenen dagegen einen stärkeren Grad der Abrundung und des Schliffes zeigen, das letztere schon aus dem Grunde, weil nach der Tiefe zu zwischen Gletscherbett und Eis die Menge des polierenden Schlammes und Saudes in Folge des Niederschwemmens durch Schmelzwässer immer zunimmt.

Außer den verschiedenen Graden der Abrundung und der oft bis zum völligen Glanze vorgeschrittenen Politur machen sich an den Moränengeschoben noch andere charakteristische Kennzeichen des Gletschertransportes bemerkbar. In den schon geglätteten, mitunter völlig glänzenden Oberflächentheilen erscheinen wieder raube, mattfärbige Reibungs-

stellen von verschiedener Größe, daneben kleine, gleichfalls mattfärbige Male, ähnlich wie sie entstehen, wenn auf einen Stein von rundlicher Oberfläche mit einem Hammer geschlagen wird. Das ausgezeichnetste Merkmal aber für Moränengeschiebe bilden die mehr oder minder häufigen Ritze oder Furchen, welche sich auf einer bald größeren, bald kleineren Zahl der Schuttstücke bemerkbar machen. Von diesen Ritzen sind die einen so fein, als wenn sie mit der Schneide eines Messers, die anderen, als wenn sie mit einer groben Feile eingeschnitten worden wären. Wieder gibt es welche, die gerade so aussehen, als wäre die rauhe, zackige Spitze eines abgebrochenen Nagels oder Meißels unter starkem Druck über die Oberfläche des Steines gezogen worden.

Die Mehrzahl dieser Ritze und Furchen erscheint geradlinig, andere dagegen zeigen leichte Krümmungen, aus welchen sich entnehmen lässt, dass während der Bildung der Furche der Stein in Folge der auf ihn einwirkenden Gewalt eine Aenderung seiner Lage erlitt. Von den Ritzen sind die einen mehr oder weniger parallel, die anderen durchschneiden sich unter verschiedenen Winkeln. In der Regel erscheinen die intensiveren und zahlreicheren Furchungen an größeren Geschieben und Blöcken, während kleine Stücke meist nur feine, oft erst mit der Loupe erkennbare Ritze aufweisen. Noch ist zu bemerken, dass die Ritze auf einem und demselben Steine nicht das gleiche Alter zeigen; während die einen noch ganz rauh und frisch erscheinen, als wenn sie eben eingeschnitten worden wären, sind die anderen in Folge des nachträglich auf sie einwirkenden Polierprozesses so geglättet, dass sie das ursprüngliche, von der Rauheit herrührende matte Aussehen völlig verloren und die gleiche Farbe wie die anderen glatten Oberflächentheile angenommen haben.

Was die Entstehung der besprochenen Ritze und Furchen betrifft, so ist dieselbe zweifelsohne dem Contact mit Felsmassen und Schuttheilen zuzuschreiben, welche während des allgemeinen Schleifprozesses noch eine oder die andere scharfe Kante oder Ecke erhalten oder auch durch partielles Absprengen neu gewonnen haben. Dass ein häufigeres Vorkommen härterer Gesteinsfragmente (wie z. B. von Hornsteineinlagerungen, wie sie sich in manchen Kalkformationen vorfinden) das Auftreten der besprochenen Ritze bedeutend vermehren muss, ist naheliegend. Dass übrigens der Grad der Ritzung auch von der Mächtigkeit des Gletschers und insbesondere von der Länge des Weges abhängt, auf welchem der Moränenschutt den Wirkungen der Gletscherbelastung ausgesetzt war oder ist, bedarf wol keiner Betonung.

Noch darf ein Zuwachs an Material bei den Seitenmoränen nicht unerwähnt bleiben, welcher deshalb beachtenswert ist, weil er unter

Umständen eine beträchtliche Vermehrung der ganzen Masse mit sich bringen kann. Dieser Zuwachs wird gebildet nicht nur von allen jenen größeren und kleineren Fragmenten, welche der Gletscher in Folge des Druckes bei seiner Abwärtsbewegung von den Wandungen des Bettes loszubrechen und mit sich fortzuschleifen vermag, sondern auch aus all' jenem Detritus, welcher der festen Wandung des Gletscherbettes ursprünglich angelagert war. Dieser Zuwachs kann insbesondere dort sehr belangreich werden, wo ein Gletscher im Wachsen begriffen ist und dabei ein Terrain occupiert, in welchem Schutt abgelagert vorkommt (z. B. Felshänge mit Schutthalden). Im großartigsten Maßstabe geschah dies während der sogenannten Eiszeit, wo zahllose Gletscher aus embryonalen Anfängen allmählich zu den riesigsten Dimensionen sich entwickelten und nun, Berge und Thäler unter ihren Firn- und Eislasten begrabend, Schuttmassen jeder Art in das Bereich ihrer transportierenden und schleifenden Thätigkeit zogen.

Nach dieser eingehenden Besprechung der Seitenmoränen wird es genügen, die Eigentümlichkeiten der übrigen mit den Gletschern in Verbindung stehenden Schuttmassen kurz zu kennzeichnen.

Die *Mittelmoränen* entstehen, wie bekannt, aus der Vereinigung der benachbarten Seitenmoränen zweier, ursprünglich durch eine mehr oder minder hohe Gebirgsrippe geschiedenen, später zu einem gemeinsamen Strome sich verbindenden Gletscherzuzflüsse. Hat die Vereinigung noch über der Schneelinie stattgefunden, so tritt aus den früher angeführten Gründen die *Mittelmoräne* dennoch erst unter derselben zu Tage, und zwar wird dieselbe anfangs nur durch einzelne Steinscherben oder linear angeordnete Schutthäufchen markiert, und erst allmählich nimmt die Masse an Breite und Höhe zu, in je tiefere Niveaus der vereinigte Eisstrom hinabsteigt. Dass trotzdem das vollständige Material der *Mittelmoräne* in den übereinander lagernden Firn- und Eisschichten der zusammenstoßenden Flanken der beiden Gletscherzuzflüsse bereits von deren erster Vereinigungsstelle an bewahrt liegt und erst in dem Verhältnisse mehr und mehr zu Tage tritt, je beträchtlicher das oberflächliche Abschmelzen des gemeinsamen Eisstromes wird, bedarf nach den vorausgegangenen Darlegungen keines weiteren Nachweises.

Die äußerliche Beschaffenheit des Materials der *Mittelmoräne* hängt in erster Linie von dem Bewegungsmomente der zwei vereinigten Gletscherzuzflüsse ab.

Bewegen sich dieselben mit völlig gleicher Geschwindigkeit, so wird an den Contactflächen der beiden nebeneinander abwärts rückenden Fernermassen keinerlei Reibung stattfinden, und demnach auch der zwischen demselben liegende Schutt im ganzen dieselbe Beschaffenheit

bewaren, welche er vor der Vereinigung der beiden Gletscherzufüsse hatte.

Eine völlig gleichmäßige Bewegung aber mag entweder gar nie oder doch nur äußerst selten stattfinden, vielmehr darf als Regel angenommen werden, dass das Maß der Bewegung ein ungleiches ist. Die letztere wird ja durch eine Summe von Factoren bedingt, von denen jeder für sich mit anderer Intensität auftreten kann. Zu den Factoren der Bewegung gehören vor allem die größere oder geringere Masse des Gletschers oder Gletscherzufflusses, welche einerseits durch die verticale Mächtigkeit, anderseits durch die horizontale Ausdehnung bestimmt wird, ferner die größere oder geringere Neigung des Bettes und das Verhältnis der Dimensionen der auf einander folgenden Querprofile, endlich der von der Besonnung und dem damit zusammenhängenden Schmelzen abhängige Grad der Plasticität der Masse. Dass die Summe der Wirkungen aller eben bezeichneten Factoren bei zwei zusammenfließenden Gletscherästen ganz äquivalent wäre, ist kaum denkbar und daher der Gedanke an ein vollkommen gleichen Schritt haltendes Abwärtsrücken der vereinigten Eisströme nahezu völlig ausgeschlossen.

Die Wirkung einer ungleichmäßigen Bewegung aber ist leicht einzusehen, sie wird sich vor allem als Reibung manifestieren und diese Reibung wird nothwendiger Weise in minderm oder höherem Grade an all' jenem Schutte bemerkbar werden, welcher zwischen die zwei an einander vorbeischleifenden Gletschermassen geraten ist.

Der Schutt der Mittelmoränen wird demnach, was die verschiedenen Phasen des Schleifprocesses betrifft, im allgemeinen ähnliche Erscheinungen darbieten, wie jener der Seitenmoränen, nur in minder scharfer Ausprägung, weil einerseits der ausgiebigste Reibungsfactor, die feste Wandung des Gletscherbettes fehlt, anderseits an den Berührungstellen der vereinigten Gletscherzufflüsse Verschiebungen der Massen nicht so oft und von solchem Umfange vorkommen, wie an den fortgesetzt wechselnden Unebenheiten der felsigen Begränzungen.

Dass die Masse der Mittelmoränen jener der Seitenmoränen quantitativ nachstehen muss, ist einleuchtend, sobald erwogen wird, dass von der Vereinigungstelle zweier Gletscherströme an entweder gar keiner, oder doch nur ein höchst unbedeutender Schuttwuchs stattfinden kann. Das letztere wird nur möglich, wo der die zwei Gletscherzufflüsse ursprünglich trennende Scheiderücken nach deren oberflächlicher Vereinigung noch unter dem Firn oder Eise sich eine Strecke fortsetzt. Das nichts weniger als seltene Eintreten des letzteren Falles erklärt es, dass manche Mittelmoränen umfangreicher sind, als nach der geringen Höhe oder Länge des die zugehörigen Gletscheräste überragenden Scheidekammes zu erwarten gewesen wäre.

Eine für den Unkundigen fast noch rätselhaftere Erscheinung, als die Mittelmoränen, sind die kleinen Sand- oder Schuttpartien, dann die ganz vereinzelt Steinscherben und Blöcke, welche zerstreut zwischen den Moränen aus dem sonst reinen Eise zu Tage treten. Die ersteren beiden erscheinen entweder ganz flach liegend, gleich den obersten Anfängen der Mittelmoränen, oder sie bilden Haufen oder Kegel von einigen Zoll bis gegen zwei Fuß und mehr Höhe; jedoch bestehen die letzteren gleich den höchsten Moränen wieder nur aus einer oberflächlich auflagernden Schutthülle, während das Innere einen mehr oder minder schutfreien Eiskörper bildet, welcher das Niveau der nächst-umliegenden Gletscherfläche um die angegebene Höhe überragt. Von den vereinzelt Blöcken schauen die einen nur mit dem obersten Theil aus dem Eise, andere sind schon zur Hälfte oder ganz herausgeschmolzen, ja einzelne der Trümmer werden sogar von einer erhöhten Eisunterlage getragen.

Bei größeren, eine breite Basis bietenden Blöcken, insbesondere von mehr plattenförmiger Gestalt, wie sie im Gebiete der krystallinischen Schiefer häufig vorkommen, wächst die Unterlage manchmal zu einer 2—3 Fuß hohen Eissäule an und bildet dann mit der aufliegenden Felsplatte den *Gletschertisch*. Nebenbei sei bemerkt, dass extrem große Blöcke, wenn deren Dimensionen nach Höhe und Breite wenig differieren, wie dies bei Kalkfelstrümmern meist der Fall ist, der Bildung eines Eisfußes nicht förderlich sind, weil der cubische Inhalt, mithin auch das Gewicht des Steines im Vergleich zu dessen Basis so überwiegend ist, dass die von der Größe der letzteren, beziehungsweise von der Größe der Beschattungsfläche abhängige Stärke des entstehenden Eisfußes in Folge der Plasticität des Eises nicht ausreicht, der continuierlich wirkenden Last Widerstand zu leisten und daher die sich entwickelnde Eissäule immer wieder und zwar um so ausgiebiger niedergedrückt wird, je dünner sie unter dem Einflusse der seitlich operierenden Luftwärme zu werden strebt.

Die Mehrzahl der erwähnten Blöcke erscheint völlig scharfkantig, einzelne jedoch zeigen mehr oder minder deutliche Spuren der Abrundung und des Schliffes, so dass man anzunehmen genöthigt ist, sie seien während ihrer Wanderung temporär entweder mit anderen ihres gleichen oder mit dem festen Gletscherboden selbst in Conflict geraten.

Aehnlich den Moränen beginnen die zerstreuten Schuttheile sich unterhalb der Schneelinie und zwar regelmäßig erst in den tieferen Niveaus bemerkbar zu machen, ja ein häufigeres Auftreten findet gewöhnlich erst gegen das Ende des Gletschers zu statt.

Unter Hinblick auf die besprochene Entstehungsweise der Moränen hält es nicht schwer, auch die Abstammung dieser zerstreuten Gesteinsfragmente richtig zu deuten. Sie sind nämlich nichts anderes, als die von den hintersten Wänden, Graten oder Hörnern auf den jeweilig angränzenden Saum des Firnfeldes herabgestürzten Schuttheile, welche, Jahr um Jahr von neuen Firnschichten überlagert, mit den abwärts-rückenden Massen in immer tiefere Niveaus gelangen, bis sie endlich mehr oder weniger weit unterhalb der Schneelinie in Folge des stetig wachsenden, oberflächlichen Gletscherabtrages wieder zu Tage treten.

Das Vorkommen einzelner abgerundeter Gesteinsfragmente zwischen den Moränen ist ein lehrreicher Beleg dafür, dass die Massen des Gletschers bei dessen Abwärtsströmen ihre Lage zur Oberfläche nicht bloß in dem Sinne ändern, dass anfänglich tiefer gelegene Partien in Folge des oberflächlichen Abschmelzens der letzteren immer näher gebracht werden, sondern dass selbst Verschiebungen stattfinden können, so dass ursprünglich zu unterst liegende Gletschertheile nach und nach bis an die Oberfläche des Ferners emporgedrängt werden.

Abrundung, Schliff, Ritzung und Zerkleinerung des Materials werden nothwendig dort am stärksten sein, wo der Gletscher mit der Wucht seiner ganzen Mächtigkeit die am Boden des Bettes lagernden Schuttheile bearbeitet, nämlich in der Grundmoräne.

Die Natur der letzteren zu studieren, bieten insbesondere Gletscher Gelegenheit, deren Schmelzwässer aus einem sogenannten „Gletscherthor“ ihren Abfluss finden. Durch ein solches vermag man, während des Spätwinters meist völlig trockenen Fußes, wenn auch nicht durchaus in bequemer Stellung, eine mehr oder minder weite Strecke unter dem Eise vorzudringen. Hier nun zeigt sich, dass die Grundmoräne im Vergleich zu den anderen Moränen die relativ größte Zahl abgerollter und polierter Geschiebe aufzuweisen hat, dass große Blöcke nur verhältnismäßig spärlich auftreten, dass dagegen die weitaus vorwiegende Masse aus Schlamm, Sand und kleinen Steinsplittern, dem Zermalmungs- und Schleifproduct des hier mit voller Kraft operierenden Gletschers besteht. Nebenbei kann man bemerken, dass der so beschaffene Schutt sich nicht ausschließlich auf den Grund des Gletscherbettes beschränkt, sondern dass auch Theile desselben, durch gefrorenes Wasser gekittet, eine und die andere der das Gewölbe hoch hinauf durchsetzenden Spalten erfüllen, ferner, dass alles dem Grunde nahe liegende Eis von Sand, Schlamm und Steinsplittern durchdrungen ist — Erscheinungen, welche auf zum Theil sehr complicierte Vorgänge in den Gletschermassen schließen lassen.

In Bezug auf die Frage, woher der reichliche Schutt der Grundmoräne herrühre, ist darauf hinzuweisen, dass erstens der Grund des Gletscherbettes selbst theils unmittelbar, theils mittelbar größere oder geringere Mengen von Schutt liefert; das letztere insofern, als durch den über den Fels hinschleifenden, häufig mit eingekittetem Gestein armierten und dadurch in seiner erodierenden Thätigkeit wesentlich unterstützten Ferner die vorspringenden oder gelockerten Theile des Felsgrundes losgerissen werden, weiter, dass durch das auch von unten stattfindende Abschmelzen der Gletschermasse immer neue, in der letzteren eingeschlossen gewesene Schuttpartikel frei werden, endlich, dass auch durch die vielen Klüfte von der Oberfläche des Gletscher's fortwährend Moränetheile in die Tiefe gelangen und so zu einer ständigen Vermehrung des Grundschuttes beitragen.

Zur Vervollständigung der Characteristik des Gletscherschuttes mag nun im nachfolgenden eine directe Vergleichung mit fluvialen Schuttmassen versucht werden.

Wenn wir uns in das oberste Gerinne irgend eines alpinen Wildbaches begeben, so finden wir am Grunde desselben, vorausgesetzt, dass er nicht alte Moränenmassen, sondern felsige Gehänge zur Begränzung hat, größere oder geringere Mengen von Schutt aufgehäuft, welcher sich von dem ganz gewöhnlichen Bruchschutt des Gebirges noch wenig oder gar nicht unterscheidet, höchstens dass an einzelnen Fragmenten hie und da eine Ecke oder eine Kante schwache Spuren der Abstoßung zeigt. Strecke um Strecke abwärts werden jedoch diese Spuren immer deutlicher, bis auch schon einzeln wirkliches Gerölle zum Vorschein kommen.

In diesem ersten Stadium der Abrollung haben viele Stücke des Wildbachschuttes für den ersten, oberflächlichen Anblick eine bedeutende Aehnlichkeit mit Geschieben aus Seiten- und Mittelmoränen; indes wird sich bei etwas genauerer Betrachtung ein Unterscheidungsmerkmal je ebenfalls bemerkbar machen. Wo in einem Wildbachbett die Abrollung des Schuttes bis zu dem angedeuteten Grade vorgeschritten ist, hat auch der Schlemmungprocess bereits seine Thätigkeit begonnen. Liegen auch noch feiner Grus und Blöcke jeder Größe wirt durcheinander, so wird man doch kaum an irgend einem der größeren Gerölle einen ähnlich feinen Schlamm kleben sehen, wie derselbe regelmäßig die Geschiebe der tiefer gelegenen Moränentheile umhüllt.

Ist der regellos niederrauschende Wildbach endlich zum ruhiger fließenden Thalwasser geworden, so hat auch der Kies seines Rinnsals die letzten Spuren der ungeschlachten Vieleckigkeit des Gebirgsschuttes abgestreift und kleidet nun das Bett je nach der Strömungsgeschwindig-

keit der einzelnen Punkte des Wasserprofils hier mit größeren oder kleineren Rollsteinen, dort mit feinerem Kies oder Sand aus, während die leichter schwebend erhaltenen Schlammtheilchen irgend einem ferneren Flusse des Landes zugeführt oder auch in einem nahen See abgelagert werden.

Vergleichen wir nun den Kies eines derartigen Thalwassers mit dem Schutte etwa einer Grundmoräne oder der dem Abrundungs- und Schleifprocess am stärksten ausgesetzt gewesenen unteren Theile einer Seitenmoräne, so werden sich alsbald Unterschiede ergeben, dass eine Verwechslung beider kaum mehr möglich ist.

Abgesehen davon, dass in dem Kiese des Thalbaches jener eigentümliche Reibungsschlamm vollständig fehlt, welcher in den eben bezeichneten Theilen der Moränen stets in ansehnlicher Menge vorhanden ist, wird man sich vergeblich bemühen, in dem ersteren ein Gerölle aufzufinden, welches auch nur eine Spur jener polierten, mit Ritzen durchzogenen Oberfläche zeigt, wie sie stets ein beträchtlicher Theil der Geschiebe jeder größeren Moräne aufzuweisen hat.

Die Gerölle eines Baches oder Flusses, mögen sie was immer für einer Gesteinsart angehören, und mag auch der Grad ihrer Abrollung noch so weit vorgeschritten sein, haben stets eine völlig glanzlose oder höchstens (bei sehr harten Gesteinen, z. B. Quarz) eine schwach schimmernde Oberfläche von trüber oder matter Färbung. Diese Glanzlosigkeit und Mattfärbigkeit rührt von zahllosen, oft unendlich kleinen, dicht neben einander liegenden Reibungsstellen her, welche durch das leise, aber unaufhörliche Aneinanderschlagen und Vorbeigleiten von Stein an Stein in dem rastlos vorwärts schiebenden Wasser hervorgebracht werden.

Die ganze Art des fluvialen Transportes schließt an sich die Möglichkeit eines derartigen Schliffes und namentlich jener so charakteristischen Bildung von Ritzen aus, wie sie an den Gletschergeschieben fast regelmäßig, in ausgezeichneter Weise aber in den mächtigen Moränen der Eiszeit und hier mitunter auch noch an sehr harten Gesteinen z. B. an Hornblendschiefern, an Graniten u. dgl. wargenommen werden.

Nur in einem Falle können geritzte Geschiebe im Kiese fließender Gewässer angetroffen werden; wenn nämlich ein Bach oder Fluss auf seinem Wege Ablagerungen von Moränenschutt bespült oder bespült hat

Indes bedarf es nur eines verhältnismäßig kurzen Weges, dass alle Spuren des früher vorhandenen, glacialen Schliffes durch die Wasserbewegung bis zur Unkenntlichkeit verwischt werden. Zuerst geht der

Glanz der polierten Oberfläche verloren und dieselbe erhält das früher erwähnte, mattfärbige Ansehen, dann werden die Ritze immer seichter, bis sie schließlich spurlos verschwinden.

Noch möge ein weiterer, nicht zu übersehender Unterschied zwischen Glacial- und Fluvialschutt betont werden. Der Moränenschutt entbehrt im großen und ganzen jedweder Schichtung. Nur ausnahmsweise und auch dann immer nur in beschränkter Ausdehnung findet eine partielle Schichtung des Moränenmaterials statt. Wenn größere Mengen von Schmelzwasser ihren Weg unter dem Gletscher durch die schlammreichen Massen der Grundmoräne nehmen und reich beladen mit den fortgeschwemmten Reibungsproducten in einer nahen Bucht am Gletscher sich zu einem temporären See aufstauen, so entstehen am Grunde des letzteren feinerdige, an Kalkalpenfernern kreideähnliche Sedimente, welche mitunter eine ganz deutliche Schichtung erkennen lassen, je nachdem die einzelnen Ablagerungen bald etwas feineres bald etwas größeres Korn haben, oder aus hier lichter, dort dunkler gefärbten Theilen der Grundmoräne herrühren. Von steilen Moränenflanken, wie sie bei stark in Abnahme begriffenen Gletschern nicht selten vorkommen, rollen, wenn die Schuttschichte so dünn ist, dass das Eis unter derselben an allen wärmeren Tagen etwas abschmilzt und so der während der Nacht durch Frost hergestellte Zusammenhang zwischen Eis und Schutt wieder aufgehoben oder doch gelockert wird, die lose gewordenen, größeren, abgerundeten Steine zur nächsten Vertiefung herab und sammeln sich da an, ein Lager oder einen schichtähnlichen Streifen groben Schuttes bildend, während der feinere Grus in dem Hange kleben bleibt, der feinste Schlamm und Sand aber gelegentlich durch Regen- oder Schmelzwasser fortgeschwemmt und erst an ferneren Stellen abgesetzt wird. Derartige Vorkommnisse bleiben jedoch stets nur auf einen verhältnismäßig kleinen Raum beschränkt, während völlige Schichtenlosigkeit die Regel bildet.

Gegenüber dem wirren, höchstens nur sehr locale Spuren von durchgreifender Schlemmung verratenden Gemengsel des Moränenschuttes lässt der fluviale Schutt nicht nur im Gerinne selbst die Wirkungen des ununterbrochenen Waschprocesses, sondern auch in allen Ablagerungen, wie schon gesagt wurde, eine entsprechende Schichtung nach dem verschiedenen Korn erkennen, derart, dass die Lagen des größten Schuttes der stärksten Strömung, jene des feineren Kieses, des Sandes und endlich des Schlammes den abnehmenden Graden der Flussgeschwindigkeit und der damit zusammenhängenden Abnahme der bewegenden Kraft entsprechen.

Das Verhältnis der Größe der in Schuttablagerungen vorkommenden Gesteinsstücke zu der transportierenden Kraft, welche dieselben

an die Stelle ihres letzten Vorkommens versetzt hat, bleibt bei der Beurtheilung von Schuttmassen zweifelhafter Natur stets ein nicht aus dem Auge zu lassendes Moment. So wird das Auftreten von vereinzelt, ungewöhnlich großen Blöcken inmitten von Schutt- oder Kiesmassen gewöhnlichen Kornes, wie es beispielweise in den Diluvialterrassen des unteren, außeralpinen Traungebietes häufig genug beobachtet werden kann, nothwendig derart gedeutet werden müssen, dass diese Blöcke (es wurden deren vom Verfasser von 10 bis zu 20 und mehr Cubikfuß Inhalt vorgefunden) trotz des vorherrschend fluvialen Charakters der umliegenden Schuttmassen nicht auf dem Wege gewöhnlichen Flusstransportes, sondern durch Gletschereis (ob durch festes oder schwimmendes, müssen erst eingehendere Untersuchungen feststellen) an ihren jetzigen Platz gebracht wurden. Die Annahme eines rein fluvialen Transportes dieser Blöcke ist völlig ausgeschlossen, weil nach der gegebenen Gestaltung aller Terrainsverhältnisse hier unter keinen Umständen eine Strömung von so intensiver Gewalt gedacht werden kann, dass dieselbe ausgereicht hätte, die fraglichen Blöcke, welche der Gesteinsart nach der alpinen Region des oberen Traungebietes entstammen, aus ihrer ursprünglichen Lagerstätte viele Meilen weit bis an ihren gegenwärtigen Platz zu schaffen, um so weniger, als zwischen der ersteren und dem letzteren auch noch die weiten, tiefen Becken des Gmundner- und Attersees liegen.

Ein weiteres, in zahlreichen Fällen nicht schwierig sicherzustellen- des Unterscheidungsmerkmal von Gletscher- und Flussschutt ist die petrographische Beschaffenheit des Materials.

In dem fluvialen Schutte finden sich stets Repräsentanten aller Gesteinsformationen des ganzen zugehörigen Ansammlungsgebietes des Flusses oder Stromes, ja, wenn der letztere seinen Weg durch Schutt- ablagerungen älterer Perioden nimmt, so kann es geschehen, dass man auch völlig fremdartige Geschiebe in seinem Gerinne vorfindet. Als Beleg des Gesagten möge die Anführung eines Beispieles genügen. In dem Flussbette der oberen Traun, und zwar schon von der Einmündung des Kainischbaches an, finden sich bald mehr bald minder häufig Urgebirgsgeschiebe, welche dem Gebiete der oberen Enns, beziehungsweise den niederen Tauern entstammen und in wahrscheinlich vordiluvialer Zeit durch eine Abzweigung des letztgenannten Flusses über die niedrige Wasserscheide, welche das Becken von Mitterndorf durchzieht, in das Gebiet der Traun gelangten. Noch häufiger finden sich die gleichen und auch anderartige Urgebirgsgeschiebe in der unteren, das oberösterreichische Alpenvorland durchschneidenden Strecke des Traungebietes. Hier betragen dieselben mitunter ein Fünftel, ja sogar ein Viertel der ganzen Kiesmasse, was

übrigens in diesem Abschnitte wenig befremden mag, da das untere Traungebiet schon jenem Theile des nördlichen Alpenvorlandes angehört, in welchem ältere Schwemmgebilde aus allen Theilen des oberen Donaugebietes auf bedeutende Strecken hin das Terrain zusammensetzen.

Bei dem Moränenschutte dagegen ist die petrographische Verschiedenartigkeit des Materials eine ungleich beschränktere. Jede Moräne für sich, welches Alter sie auch immer haben mag, wird stets nur Gesteine jener Gebirgstheile enthalten, an welchen vorbei der entsprechende Theil des Gletschers seinen Weg genommen hat. Diese völlig ausnahmslose Regel ermöglicht es auch, aus dem Material der vorhandenen Moränen, ja selbst nur kleiner Reste derselben den ganzen Verlauf eines einst vorhandenen Gletscherstromes und seiner Zuflüsse bis zu den obersten Anfängen zu erkennen, vorausgesetzt, dass jener Moränenschutt keine nachträgliche Translocation oder Mengung mit anderem fremden Schutt erlitten hat.

Ein leicht zu missdeutendes Vorkommen ist jenes von oberflächlich mehr oder weniger abgerundet erscheinenden Gesteinstrümmern auf solchem Terrain, wo nicht mehr an stärkere Wasserströmungen, wol aber an glaciale Ablagerungen gedacht werden kann. Namentlich innerhalb der Kalkalpen ist der Boden hie und da mit solchen abgerundeten Gesteinen bedeckt, dass man auf den ersten Blick leicht versucht werden kann, dieselben für Theile einer alten Moräne zu nehmen. Bei genauerer Untersuchung zeigt sich jedoch, dass die Abrundung dieser Gesteinsbrocken nur auf die bloßliegenden Theile der Oberfläche beschränkt ist, während die auf dem Boden ruhende Unterseite ihre ursprüngliche kantige oder eckige Beschaffenheit beibehalten hat. Ohne Zweifel ist hier die oberflächliche Abrundung ausschließlich dem erodierenden Einflusse der Athmosphärien zuzuschreiben. Allerdings schließt dies nicht aus, dass diese Gesteinstrümmern dennoch einer alten Moräne angehören können, nur hat nicht schon das eben angedeutete Ansehen als Merkmal glacialer Abstammung zu gelten, vielmehr können erst eine genauere Untersuchung des die Blöcke unterlagernden Bodens und die petrographischen Verhältnisse darüber sicheren Aufschluss geben.

Während partielle Abrundung loser Gesteine leicht verleitet, da Moränenschutt zu sehen, wo keiner vorhanden ist, kann wieder anderer Schutt, welcher sich bei oberflächlicher Betrachtung als durchaus scharfkantig darstellt, für gewöhnlichen Gebirgsdetritus genommen werden während man es thatsächlich mit Moränenschutt zu thun hat. Indes lässt sich auch da, wenigstens in manchen Fällen leicht eine sichere Orientierung gewinnen. Der gewöhnliche Bruchschutt, welcher sich in

großartigster Aufhäufung in den oft viele hundert Fuß hohen Halden der Felswände und schroffen Bergabstürze vorfindet, zeigt in allen seinen Theilen ein mehr oder minder gleich scharfkantiges Aussehen. Abgerundete Stücke, wenn sie nicht etwa alten Geschiebe-Conglomeraten der den Berg constituierenden Felsmassen entstammen, kommen hier nicht vor. Dagegen hält es nicht schwer, in echtem Moränenschutt, von den obersten, beziehungsweise jüngsten Lagen der Seiten- und Mittelmoränen etwa abgesehen, bald ein und das andere Stück aufzufinden, welches die Wirkungen des Gletscherschliffes unverkennbar an sich trägt, und die Zahl derselben wird um so größer werden, eine je tiefere Schichte des fraglichen Schuttes der Untersuchung unterzogen wird.

Noch ein Merkmal möge angeführt werden, welches sich unter Umständen, namentlich im Kalkterrain ganz gut eignet, für die Bestimmung von Schuttmassen fraglicher Natur einen Anhaltspunct abzugeben.

Manche Gesteinsarten der verschiedenen Kalkformationen sind der atmosphärischen Verwitterung in nicht geringem Grade ausgesetzt, derart, dass in Folge derselben sich reichliche Mengen feinerdiger Verwitterungsproducte zwischen dem übrigen Schutt ansammeln und demselben ein Ansehen geben, welches manchem schlammreichen, trockenen Moränenschutte nicht unähnlich ist. Eine mikroskopische Untersuchung dieser erdigen Substanz lässt jedoch darüber bald ins klare kommen. Bei derselben gewart man unter 50—100facher Vergrößerung lauter eckige und kantige Theilchen, Splitter kleinster Art, in welche das verwitterte Gestein zerfallen ist. Anders verhält es sich dagegen mit dem Schlamme der Kalkgebirgsmoränen. Bei diesem zeigen selbst noch Körnchen von $\frac{1}{100}$ Millim. Durchmesser eine mehr oder minder deutliche Abrundung, ja bei einzelnen ist die letztere schon so weit gediehen, dass sie völlige Ei- oder Kugelform angenommen haben.

Alles in dem Vorhergehenden in Bezug auf die charakteristischen Merkmale des recenten Glacialschuttes angeführte ist auch kennzeichnend für den Moränenschutt der alten Gletscher; ja gerade die hervorragendsten Eigentümlichkeiten des ersteren treten hier in dem Maße entschiedener und entwickelter auf, als der eigentliche active Factor seine Thätigkeit in mehrfach potenziertes Weise zu üben vermochte. Darum gewahren wir denn auch am alten Gletscherschutte eine ungleich weiter vorgeschrittene Zermalmung des Materials, eine viel häufigere und stärkere Abrundung, Polierung und Ritzung der Geschiebe in allen Grundmoränen, so wie in den tieferen Theilen aller Seiten- und Mittelmoränen, anderseits aber eben so wieder ein ungleich umfangreicheres und mächtigeres Auftreten unveränderten Bruchschuttes in den oberen, beziehungsweise jüngeren Lagen der letzteren.

Vergleicht man die Mächtigkeit mancher alten Moränen mit jener der recenten, so ist die letztere gegenüber der ersteren geradezu verschwindend zu nennen. Während aller Moränenschutt irgend eines unserer mächtigsten Alpengletscher zusammengenommen kaum einen Hügel von ein par hundert Fuß Höhe abgeben würde, und während die zu oberst abgesetzten Schuttheile der Seitenmoränen unserer stärkst oscillierenden Eisströme gegen deren Ende höchstens 300—400' über der Gletschersohle liegen, nehmen die oberen Grenzlinien mancher alten Seitenmoränen eine Höhe von 3000 bis 4000 und noch mehr Fuß über dem nächsten Thalgrunde ein und aller Schutt des zugehörigen Gletschers würde trotzdem dass ein großer Theil davon längst durch Gewässer in weite Fernen entführt worden ist, noch immer ausreichen, um daraus einen Berg aufzubauen, hoch genug, von ihm aus einen und den anderen Duodezstaat des deutschen Reiches vollständig überschauen zu können.

Zum Belege des letztgesagten sei hier der großen Granitblöcke erwähnt, welche auf dem Rücken des aus Kalk bestehenden Mendelgebirges nahezu viertausend Fuß hoch über dem Etschthale vorkommen, Blöcke, von denen der größte vom Verfasser beobachtete weit über 2000 Cubikfuß Inhalt hat. Diese Blöcke aber wurden nachweislich während der Eiszeit von dem großen Etsch-Gletscher abgelagert.

Ein anderes Beispiel möge uns die näher liegende Gosau bieten. Allen Besuchern des Salzkammergutes ist der kleine Gosauer Gletscher erinnerlich, welcher aus dem prachtvollen Hintergrunde des Gosausee's auf den schwarzgrünen Wasserspiegel herabschimmert. Dieser Gletscher schob während der Glacialperiode einen Eisstrom durch das Gosauthal herab, dessen oberste Moränenreste (zerstreute verschieden große Trümmer des korallenreichen Kalkes der Donnerkogel) auf den östlichen Gehängen der aus dunkeln Mergeln und Sandsteinen bestehenden Berge zwischen der Zwieselalpe und dem Hornspitz sich theilweise noch in einer relativen Höhe von mehr als 1800 Fuß abgelagert vorfinden.

Mehrere in den Umgebungen Gröbming's von dem Verfasser beobachtete Erscheinungen von Moränenschutt berechtigen zu der Annahme, dass der alte Enns-Gletscher während der Zeit seiner größten Anschwellung in dem bezeichneten Theile des Thales mindestens 1200 Fuß, möglicher Weise aber noch viel höher an den beiderseitigen Gehängen emporreichte.

In Bezug auf die Abschätzung der Mächtigkeit der alten Gletscher mag hier bemerkt werden, dass dieselbe bei weitem nicht immer nach der direct beobachteten Höhe der obersten Moränenreste vorgenommen werden kann. Dies gilt besonders überall da, wo ein Gletscher

von Steilhängen begränzt war. Es ist klar, dass in solchem Falle während des Ablaufes der Eiszeit, beziehungsweise während des allmählichen Zusammenschmelzens der Gletschermasse auch die Moränen sich immer mehr senken mussten, je mehr der Eisstrom an Höhe einbüßte, so dass das ursprünglich höchste Niveau einer Seitenmoräne sehr bedeutend reduciert wurde.

Kamen in einem derartigen Steilhange keine Abflachungen vor, auf welchen sich einzelne Schuttheile der Seitenmoräne abzusetzen vermochten, so blieb keine Spur des Gletschers in den höheren Theilen der Bettwandung zurück, außer etwa einzelne Schlift-Flächen, welche jedoch in Folge nachträglicher Verwitterung oder auch des Ansatzes von Vegetation längst völlig verwischt oder verdeckt sein können.

Weiter ist zu bemerken, dass theilweise schon während des Rückzuges der alten Gletscher, noch mehr aber nach demselben die zahllosen Wassergerinne der Berghänge, die Wildbäche und Thalfüsse einen großen Theil des Moränenmaterials fortgeschwemmt, dasselbe vielfach umgelagert und die ursprüngliche Form der Seiten-, Mittel- und Stirnmoränen mitunter bis zur Unkenntlichkeit verändert haben.

Abgesehen von dieser Umwandlung der äußeren Umrisse der ganzen Moränen hat aber auch eine Veränderung der einzelnen Moränentheile unter dem Einfluss der Atmosphärien stattgefunden. Wo nur kleinere Partien leicht verwitterbarer Gesteine durch einen Gletscher abgelagert waren, sind dieselben in Folge des durch Jahrtausende stetig an ihnen nagenden Zersetzungsprozesses völlig zu erdigen Massen zerfallen oder auch aufgelöst fortgeführt worden; andere der Verwitterung hartnäckiger Widerstand leistende Moränengeschiebe haben wenigstens ihre glatte, polierte und geritzte Oberfläche völlig eingebüsst, so dass sie für sich allein nicht mehr als Moränengeschiebe anerkannt werden könnten, wenn nicht neben oder unter ihnen liegende, weniger veränderte Moränentheile die glaciale Abstammung verrieten.

Dass endlich auch in Folge eines längeren Fortrollens von Gletschergeschieben durch fließendes Wasser dieselben ihren charakteristischen Glanz und mehr oder weniger auch ihre Ritzung einbüßen, wurde bereits erwähnt.

Aus dem angeführten lässt sich schon zur Genüge entnehmen dass einerseits durch die vielseitigen Translocationen des Moränenschuttes von seinen ursprünglichen Ablagerungsstellen, andererseits durch die Aenderung des Aussehens der einzelnen Moränentheile in Folge der mannigfachen äußeren Einflüsse es häufig sehr schwer, mitunter geradezu unmöglich wird, die einstige verticale Mächtigkeit und ebenso die horizontale Ausbreitung der einzelnen alten Gletscherströme in ihren verschiedenen Abschnitten mit Sicherheit anzugeben.

Namentlich gilt dies in dem unteren Theile der alpinen Thäler, wo locale Seebildungen und zeitweilige gewaltige Wasserausbrüche, insbesondere während der Rückzugsperiode der Gletscher große Mengen von Moränenmassen jeder Art fortgerissen und mit anderem nicht glacialen Schutt vermenget haben.

Noch unsicherer aber werden die Erscheinungen in den alpinen Vorländern, wo manchen Anzeigen nach die sich in dieselben hinauschiebenden Eisströme nicht überall auf festem Boden verliefen, sondern mit mehr oder minder ausgedehnten Wasserbedeckungen in Conflict kamen.

Wer sich die Verfolgung der Gletscherspuren zur Aufgabe gemacht hat, bedarf demnach eines lang geübten Blickes und nicht minder eines beträchtlichen Grades von Ausdauer. Oft genug bringt trotzdem ein tage-, ja wochenlanges mühevolltes Suchen und Forschen nur sehr dürftige Resultate.

Besonders compliciert und schwierig zu deuten werden die Erscheinungen dort, wo, wie dies in den Alpen an zahlreichen Stellen der Fall ist, Moränenreste der sogenannten Diluvialzeit von ersichtlich sehr verschiedenem Alter vorkommen, und da gewöhnlich in einer Weise auftreten, dass man den Gedanken kaum abweisen kann, es hier mit zwei mehr oder weniger weit auseinander liegenden Eisperioden zu thun zu haben.

Mögen indes auch die Schwierigkeiten der in Rede stehenden Untersuchungen in dem Maße wachsen, je präcisere Resultate angestrebt werden, so lässt sich doch sagen, dass es kaum ein zweites Terrain gibt, wo dem Forscher eine reichere Ausbeute interessanter Ergebnisse in Aussicht stünde, wie das Gebiet sowol des erratischen Schuttes als des Schuttlandes überhaupt, weil man es hier theilweise mit Gebilden und Erscheinungen aus einer Phase der Erdgeschichte zu thun hat, die mit allen ihren Zuständen völlig fremdartig, fast wie ein unlösbares Rätsel, in den normalen Verlauf der Entwicklung der terrestrischen Verhältnisse hereinragt.

Ohne hier auch nur entfernt an eine erschöpfende Aufzählung aller jener Fragen denken zu können, deren Lösung aus den Ergebnissen detaillierter Untersuchungen des verschiedenartigen Schuttlandes zu gewärtigen ist, möge wenigstens einiges in dieser Beziehung kurz berührt werden.

(Schluss folgt.)
