

nur auf quantitative Analyse gegründeten Massengesteinsklassifikation stehen, wenigstens solange die Ergebnisse so großer Arbeitsprogramme noch nicht ganz die zu erwartende geologisch interessierende Form gewonnen haben.

In der Tat hat auch Zirkels äußere Laufbahn sich nicht nur innerhalb von Museen und Laboratorien bewegt. Dem in Bonn 1838 Geborenen und anfänglich bergmännisch Gebildeten war es gegönnt, schon als zweiundzwanzigjähriger Jüngling eine Reise nach Island mitzumachen, nach dem noch immer wirksamen berühmten Ziele der Reisesehnsucht vieler Fachgenossen. Nach seiner Rückkehr kam Zirkel empfohlen durch Nöggerath nach Wien und war dort durch zwei Jahre (1861—1862) ein stets willkommener und anregender Teilnehmer an den Arbeiten der k. k. geologischen Reichsanstalt. Dies waren Haidingers Worte, als Zirkel nach Publikation zweier größerer Arbeiten über die Kristallformen des Bournonits und über die Struktur der Gesteine (in den Sitzungsberichten der kais. Akademie) als junger Professor nach Lemberg ging, den Zurückbleibenden ein „trefflicher Freund, durch gründliche Studien und Reisen hochgebildet“ und in seiner neuen Stellung bereits als ein „wichtiges Glied im wissenschaftlichen Fortschritt“ begrüßt. Von Lemberg, wo er außer Mineralogie das erste dort jemals gelesene Kolleg über ausgewählte Kapitel der Geologie las, folgte Zirkel 1868 einem Rufe nach Kiel, 1870 nach Leipzig, von wachsenden äußeren Ehrungen bis an sein Ende begleitet. Korrespondent der Reichsanstalt war Zirkel seit 1867. Größere Reisen brachten ihn nach Schottland und den Pyrenäen, und wohl verdankt er einen Teil der besonderen bei amerikanischen Fachgenossen gefundenen Hochschätzung der Lösung einer ehrenvollen Aufgabe in Nordamerika (Microscopical petrography, in Report of the U. S. geological exploration of the fortieth parallel, 1876).

Zirkel hat sich anläßlich der 50jährigen Bestandesfeier der k. k. geologischen Reichsanstalt (1900) auf das herzlichste des bedeutenden und dankenswerten Einflusses erinnert, welchen diese Anstalt unter des unvergeßlichen Haidinger Leitung auf seine wissenschaftliche Ausbildung genommen habe. Den lieben Freunden, welche er damals begrüßte, wird es obliegen, nunmehr seiner in Freundschaft zu gedenken, Aller Sache aber ist es, heute in Ferdinand Zirkel einen außergewöhnlich arbeits- und erfolgreichen Lehrer und Fachgenossen mit betrauernder Achtung für immer unter die Besten zu zählen.

Bruno Sander.

### **Eingesendete Mitteilungen.**

**O. Ampferer.** Über einige Grundfragen der Glazialgeologie.

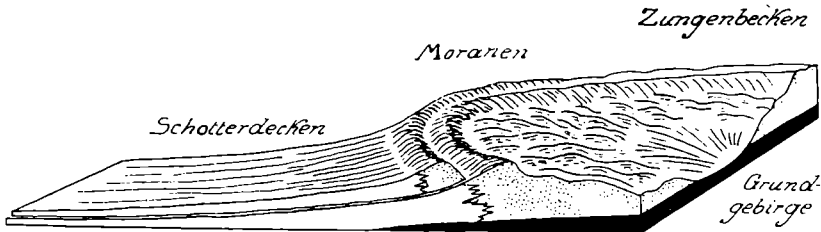
Die Stratigraphie der eiszeitlichen Ablagerungen wurde von Penck und Brückner auf die genetische Verbindung von Endmoränen und Schotterdecken gegründet.

Das Schema Fig. 1 gibt ein deutliches Bild dieser Art von Verbindung, welche für das große Werk „Die Alpen im Eiszeitalter“ gewissermaßen die Rolle eines Leitmotivs bedeutet.

Der Eisstrom wirkt danach im allgemeinen bis an sein unteres Ende erodierend, er schafft ein übertieftes Tal, welches im sogenannten Zungenbecken ausläuft. Dieses selbst wird von einem oft mehrfachen Kranz von Endmoränenwällen umschlungen, von denen eine meist weitgedehnte Schotterdecke ihren Ursprung nimmt.

Endmoräne und Schotterdecke entstehen ungefähr gleichzeitig aus dem vom Eise herbeigeschleppten Schuttmaterial. Jeder Eiszeit entspricht eine Endmoränenzone, jeder Endmoränenzone eine dazugehörige Schotterdecke. Die rings um die Alpen gebreiteten Schotterdecken, welche sehr konstante Niveaus einhalten, bilden so die wichtigsten sedimentären Gebilde des Eiszeitalters, mit deren Hilfe von Penck und Brückner hauptsächlich ihre Glazialstratigraphie aufgestellt wurde.

Fig. 1.



Kopie aus dem Werke „Die Alpen im Eiszeitalter“ von Penck und Brückner.

Das Schema soll die enge Verbindung von Endmoränen und Schotterdecken zeigen. Es enthält insofern eine Unmöglichkeit, als die jüngere Moräne mit ihrer Schotterdecke nicht gebildet werden kann, ohne daß vorher die Wellform der älteren Vergletscherung eingeebnet wird.

Ich bin nun durch viele Feldbeobachtungen und Nachprüfungen allmählich zu der Anschauung gekommen, daß diese Verbindung zwischen Endmoräne und Schotterdecke nicht in solcher Weise besteht und deshalb alle darauf gebauten Folgerungen einer Revision unterzogen werden müssen.

In einem ähnlichen Sinne hat sich bereits Prof. V. Hilber (Geogr. Anzeiger 1908, Bildungszeiten der Fluß-Baustufen, Taltreppe, Graz 1912) geäußert, welcher, von ganz anderen Überlegungen ausgehend, zu teilweise gleichen Schlüssen gelangt ist.

Im folgenden sollen kurz einige Gedanken zu einer Reformation der Glaziallehre entwickelt werden.

Wenn wir das von Penck entworfene Schema Fig. 1 betrachten, so fällt uns auf, daß die Endmoränenzone eine für sich völlig abgeschlossene Bildung darstellt.

Die Endmoränenzone bildet zwischen Gletscherende und Vorland einen erhabenen, mehrfachen Ring, welcher den Abzug der Schmelzwässer hindert. Die Schmelzwässer müssen daher stellenweise diesen

Damm durchbrechen. Nur an solchen Stellen kann der Gletscherschutt durch die Schmelzwässer unmittelbar ins Vorland getragen werden.

Sind nun zahlreiche solche Durchbruchsstellen vorhanden, so würde der Damm und damit der Charakter einer Endmoräne zerstört, das heißt, es könnte gar nicht zur Ausbildung eines typischen Moränengürtels kommen. Sind aber wenige Durchbrüche da, so kann die davon auslaufende Schotterdeckenbildung nur einen geringen Umfang annehmen. Die Größe und Regelmäßigkeit der Endmoränenzone steht somit im umgekehrten Verhältnis zur Größe und Regelmäßigkeit der aus ihr entsprungenen Schotterdecke. Einer reich entwickelten, vielwelligen Endmoräne können nur kleine, kümmerliche Schuttkegel zugehören, eine mächtige, gleichmäßige Schotterdecke kann nur ohne deutlichen Endmoränengürtel gebildet werden. Ich nenne diese Beziehung das Reziprozitätsgesetz zwischen Endmoräne und Schotterdecke.

Fig. 2 gibt eine Karte des Moränenamphitheaters im Süden des Gardasees. Wir sehen einen breiten, reichgeflochlenen Moränenkranz, der nur an zwei Stellen durchbrochen erscheint. Vor ihm liegen die riesigen Aufschüttungen der oberitalienischen Ebene. Es ist unmöglich, daß diese beiden Bildungen von denselben Gletscherenden erzeugt wurden.

Die Endmoränenzone ist ihrer Struktur nach kein Durchzugsgebiet, sondern im Gegenteil ein fein entwickeltes Abschlußgebiet. Die mechanische Elementarwirkung dieser vielfach hintereinander gereihten Wälle und Gräben ist die eines sorgfältigen Abschlusses zwischen Gletscher und Vorland. Es ist eine großartig angelegte Verschlußlandschaft, welche geradezu für menschliche Schutzbauten vorbildlich wirkt.

Aber nicht nur für die Formen von Endmoränen und Schotterdecken besteht diese Reziprozität, sondern auch für ihre Massenverhältnisse. Die Endmoräne eines stationären Gletschers stellt den Unterschied zwischen der Zulieferung des Eises und der Abführung des Wassers dar. Da die Schuttabführung nun im allgemeinen im Bereiche der hohen alpinen Endmoränenzonen an wenigen Durchbruchsstellen erfolgt ist, so muß sie im Verhältnis zu der Endmoränenmasse ziemlich gering sein.

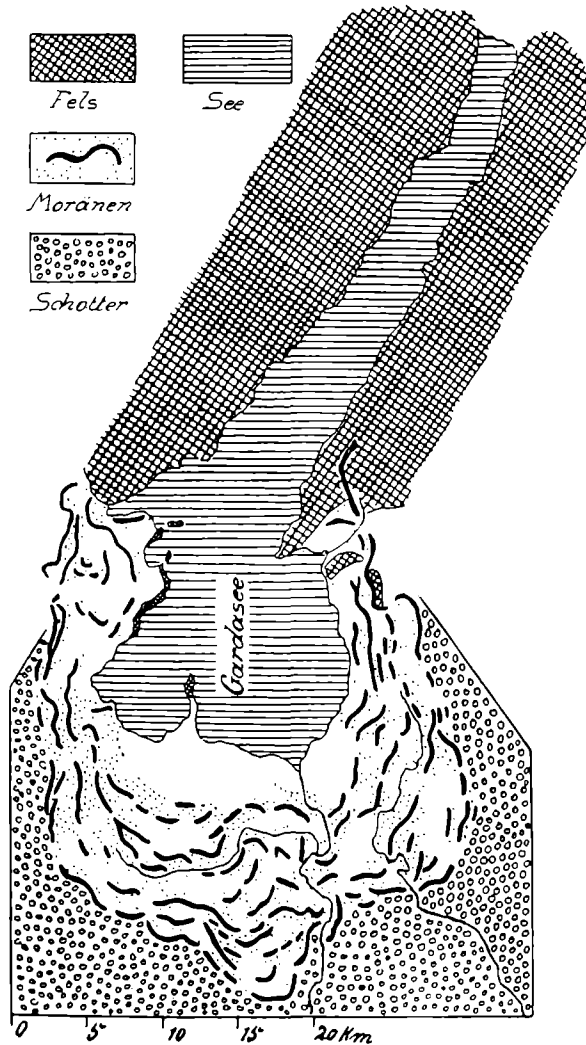
Die Schotterdecke könnte daher bei einer gut entwickelten Endmoränenzone nur einen kleinen Bruchteil von deren Masse enthalten. In Wirklichkeit ist die Masse einer Schotterdecke durchschnittlich vielmals größer als die der angeblich zu ihr gehörigen Endmoräne.

Wir erkennen auch aus dieser Überlegung die weitgehende Unabhängigkeit dieser Bildungen voneinander.

Wenn man die tiefe Lage der Zungenbecken gegenüber dem Endmoränenring und seinen Durchbruchsstellen ins Auge faßt, so kommt man zu der Vorstellung, daß wahrscheinlich ein wesentlicher Teil der Schmelzwässer unterirdisch durch die Moränenzone ihren Ausweg fand. Es müssen sich die Hohlräume im Leibe und an der Sohle der Eiszunge mit Wasser gefüllt haben, das einen starken Druck gegen die ansteigende Schwelle übte, und in diese, soweit sie aus durchlässigem Schutt bestand, eindrang. Dabei wirkte die Moränenzone wie ein Filter.

Diese Erscheinung habe ich an manchen Gletschern der Alpen beobachtet, besonders schön im Juli 1911 am Ende des Ödenwinkelkees in der Glocknergruppe. Dieser ungeheuer reich mit Schutt be-

Fig. 2.



Kopie aus dem Werke „Die Alpen im Eiszeitalter“ von Penck und Brückner.

Das Kartenbild dieses Moränenamphitheaters zeigt deutlich den Verschlusscharakter dieser Landschaftsform zwischen See und Vorland.

lastete Tauerngletscher hat an seinem Rande mehrere Moränenwälle aufgeworfen. Zwischen diesen liegt ein kleiner See, welcher von den Schmelzwässern gespeist wird, die vom Eise her durch die Moränen

sickern. Während die Schmelzwässer ganz trüb von Schlamm sind, enthält der See aus dem Moränenfilter reines, blauschimmerndes Wasser. Ich glaube, daß für die Wasserwirtschaft am Ende der großen eiszeitlichen Gletscher ähnliche Verhältnisse eine Rolle gespielt haben.

Besteht nun aber die von Penck und Brückner formulierte Verbindung von Endmoränen und Schotterdecken nicht, können sie also nicht einfach als gleichzeitige Fazies begriffen werden, so müssen die Schotterdecken entweder älter oder jünger als die ihnen angeblich zugeordneten Endmoränen sein.

Prof. V. Hilber hat das bereits im Mai 1908 ausgesprochen, indem er (Geogr. Anzeiger 1908, Heft 6, Bildungszeiten der Flußbaustufen) erklärte, daß diese Flußaufschüttungen entweder prä-, inter- oder postglazial seien.

Das Verhältnis der Endmoränen und Schotterdecken kann also ziemlich vielgestaltig sein und muß von Fall zu Fall neuerlicher genauer Prüfung unterworfen werden. Ich habe für einige Endmoränenzonen der Ostalpen bereits eine solche Untersuchung eingeleitet und dabei gefunden, daß die Schotterdecken sich meistens unter der Endmoränenzone hindurchziehen, im Zungenbecken größtenteils wegerodiert sind, sich aber dann häufig als Terrassen weit talauf noch verfolgen lassen.

In Fig. 3 sind diese Verhältnisse zwischen Endmoräne und Schotterdecke schematisch wiedergegeben.

Am häufigsten dürfte der Fall sein, daß die Endmoräne einer nur teilweise erodierten Schotterdecke aufgelagert wurde.

Dabei sind die von Du Pasquier näher studierten Übergangskegel höchst wahrscheinlich gleichzeitig mit der Endmoräne entstandene Schuttkegel, welche eine oft recht innige Verbindung mit den mehrfach umgeschwemmten älteren Schottern zustande bringen können. Die Übergangskegel verlöten gewissermaßen die Endmoränen mit den Schotterdecken.

In vielen Fällen ist die Endmoräne in den vordersten Teil des Zungenbeckens eingefüllt.

Wenn nun die enge Verwandtschaft zwischen Endmoränen und Schotterdecken nicht besteht, so kann man aus dem Vorhandensein von vier Schotterdecken nicht unmittelbar auf die Existenz von vier Eiszeiten schließen. Die Frage nach der Entstehung der Schotterdecken muß daher für sich behandelt werden.

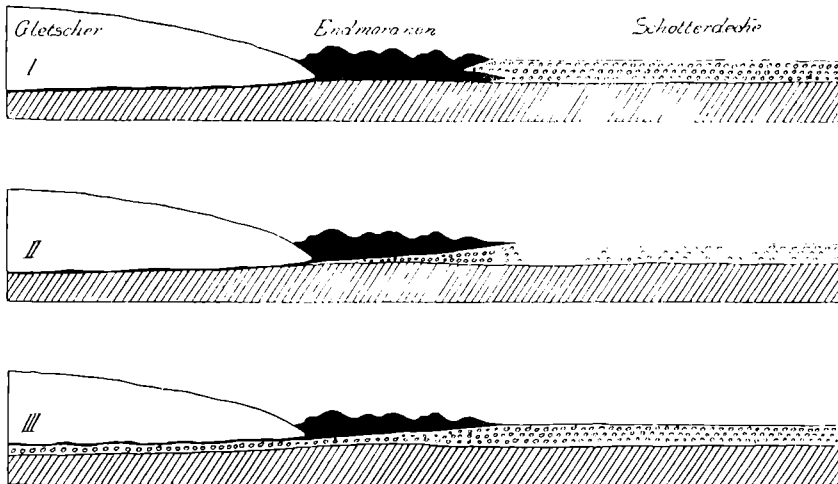
Es kommen hier für den mehrmaligen Wechsel von Aufschüttungs- und Erosionsperioden einerseits klimatische, andererseits tektonische Veränderungen, vielleicht auch Kombinationen von beiden in Betracht. Penck und Brückner haben vor allem mit klimatischen Schwankungen auf starrer Erdbühne gerechnet ebenso V. Hilber, wogegen Lepsius in letzter Zeit für eine bewegliche Bühne eingetreten ist.

Bei der Annahme von klimatischen Veränderungen gehen die Meinungen über die Wirkung von reicheren oder ärmeren Niederschlägen sehr auseinander.

Nach Penck und Brückner reibt ein feuchteres, kühleres Klima die Gletscher in die Täler und ins Vorland, Moränen und riesige Schottermassen werden abgelagert, ein wärmeres Klima bringt den Rückzug des Eises und die Interglazialzeiten sind durch lebhaftere Erosion ausgezeichnet. Nach V. Hilber verläuft der Vorgang umgekehrt. Die Aufschüttungen erfolgen in den Interglazialzeiten bei geringen Niederschlägen, während die niederschlagsreichen Eiszeiten starke Erosionswirkungen hervorrufen.

Bei tektonischen Veränderungen sind die Beziehungen eindeutig, indem einer Hebung gesteigerte Erosion, einer Senkung gesteigerte Schuttablagerung entspricht.

Fig. 3.



I = Endmoräne und Schotterterrasse als gleichzeitige Fazies.

II, III = Endmoräne und Schotterterrasse als getrennte Bildungen.

Die Endmoränen ruhen auf der erodierten Schotterterrasse.

Der Gletscher liegt auf Fels oder auf Resten von der Schotterterrasse.

V. Hilber hat sich gegen eine tektonische Erklärung gewendet, hauptsächlich, weil die Erscheinung der Schotterterrassen allenthalben verbreitet sei und deshalb eine allgemeinere Ursache haben müsse. Ich glaube, daß man hier vorsichtig sein muß und nicht alles unter einen Hut gebracht werden darf.

Was jedoch die Meinung Hilbers anlangt, daß durch eine Senkung nur Flüsse in einer bestimmten Richtung betroffen werden (Taltreppe, Graz 1912), so ist dieselbe irrig, da innerhalb des gesenkten Gebietes die Stauwirkung in allen Richtungen zur Geltung kommt. Man braucht sich nur den gesenkten Raum mit Wasser gefüllt zu denken, um sofort die Unabhängigkeit des Staus von einer bestimmten Richtung und

seine Abhängigkeit von der Form und dem Ausmaß der Senkung zu erkennen.

Für die Beurteilung der Frage, ob die Schotterdecken bei geringer Wasserführung oder bei starker aufgeschüttet wurden, hat das Studium der Inntalterrassen und der Gehängebreccien (Zeitschrift für Gletscherkunde 1908, Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. 1907) insofern wichtige Beiträge geliefert, als sich hier eine bei geringen Niederschlägen erfolgte allgemeine Gebirgsverschüttung von einer bei reicher Wasserführung entstandenen Talauftschüttung deutlich scheiden ließ.

Bei geringer Wasserführung schreitet die Verschüttung von den Gebirghängen, von den Seitentälern gegen die Haupttäler vor. Der Schutt ist schlecht gerollt, schlecht sortiert, sehr wenig gemischt, arm an feinem Sand und Bändertonen. Die Trockenschuttkegel zeigen eine meist sehr steile Schüttung. Die enge Beziehung zwischen den Gesteinsarten der Umgebung und der Schutzzusammensetzung bleibt aufrecht.

Bei reicher Wasserführung erscheint der Schutt dagegen gut gerollt, nach Härte und Zähigkeit wohl ausgelesen, gut geschichtet, oft mit Sandlagen und Bändertonen ausgestattet.

Die Schuttführung der Haupttäler ist weit überwiegend und sie dringt aus ihnen in die Seitentäler hinein vor.

Während bei geringer Wasserführung die einzelnen Schutthänge, Schuttkegel . . . weitgehend voneinander unabhängig bleiben, isolierte, individuelle Gebilde vorherrschen und daher keinerlei durchgreifendes Niveau geschaffen werden kann, zeichnen sich die Ablagerungen bei reicher Wasserführung durch gut durchgeführte Nivellierungen aus.

Wenden wir diese Kriterien auf unsere Schotterdecken an, so müssen wir annehmen, daß bei ihrer so außerordentlich gleichmäßigen Aufschüttung reichliche Wassermengen tätig waren.

Wenn man zudem die bedeutende Mächtigkeit der alpinen Terrassen und Schotterdecken bedenkt, so liegt der Gedanke nahe, daß es sich hier um Schuttabladungen bei starker Wasserführung in ausgedehnten, tektonisch belebten Gesenken handelt.

Das großartigste Beispiel eines lang andauernden derartigen Gesenkes bildet die oberitalienische Ebene, deren ungeheure Schuttauflagerungen uns durch zahlreiche Bohrungen erschlossen worden sind.

Die Mechanik von Hebungen und Senkungen kann eine außerordentlich mannigfache sein. Es würde mich hier zu weit führen, darauf näher einzugehen.

Während für Penck und Brückner häufig Niveauunterschiede zweier Schotterdeckenreste von 20—30 m und darunter schon ausschlaggebend sind für eine verschiedene Zeiteinordnung derselben, wird man bei prinzipieller Anerkennung der Möglichkeit eines beweglichen Untergrundes mit solchen Scheidungen viel vorsichtiger sein. Ich habe in vielen Teilen der Ostalpen gefunden, daß man nicht vier, sondern nur zwei Schotterdecken, eine ältere, feste Nagelfluh und eine jüngere, meist nicht oder nur lose verkittete Schotterdecke unterscheiden kann, von denen aber jede durch Erosion gestaffelt erscheint.

Dazu kämen dann noch die viel unbedeutenderen, sicher post-glazialen Aufschüttungen mancher Strecken. Es ist ja von vornherein ziemlich wahrscheinlich, daß eine Aufschüttung ein Höchstniveau in mehreren Rücken erreicht und dann auch wieder ruckweise erodiert wird, wobei eine gestufte Abtragung entsteht.

Dazu ist hier noch mit einer anderen Erscheinung, nämlich dem Wandern von Aufschüttungen zu rechnen. Es kann sich zum Beispiel bei einer im Gebirge beginnenden Einsenkung in den Tälern eine Aufschüttung anlegen. Verschiebt sich nun die Senkung gegen außen, während innen Hebung nachfolgt, so wird dieselbe Aufschüttungsmasse größtenteils aus dem Gebirge ins Vorland getragen und dort neu aufgerichtet. Figur 4 gibt ein Schema dieses Vorganges. Wir sehen, wie mannigfach die Bedingungen der Aufschüttungen sein können und wieviel hier noch Raum für künftige Forschung offen steht.

Von R. Lepsius ist in seiner Arbeit „Die Einheit und die Ursachen der diluvialen Eiszeit in den Alpen“ (Abhandl. d. Großh.

Fig. 4.



In dem Gefälle  $a-b$  wird an einer Senkung der Schuttkörper  $A$  eingebaut. Das Gefälle  $a-b$  verändert sich in  $a_1-b_1$ , wobei der Schuttkörper  $A$  zum Schuttkörper  $B$  umgelagert wird.

Hessischen geol. Landesanstalt, Darmstadt 1910) der Gedanke ausgesprochen worden, daß die Eiszeit durch ein bedeutendes Höher-schwellen der Alpen herbeigeführt wurde.

Fassen wir diesen Gedanken etwas allgemeiner, so kann man den Rhythmus der Eiszeiten mit dem Rhythmus der Aufschüttungen durch Vertikalschwankungen des Gebirgskörpers in eine leicht über-sehbare Beziehung bringen, die jedenfalls einer Prüfung wert er-scheint. Es würde dem Aufsteigen des Gebirges die Entsendung von Eisströmen, dem Niedersinken Rückzug derselben entsprechen. Das Aufsteigen wäre mit lebhafter Erosion, das Niedersinken mit Auf-schüttung verbunden. Figur 5 gibt in Kurven eine Darstellung dieser gegenseitigen Beziehung. Es ist die denkbar einfachste Erklärung der Vergle-tschung und Verknüpfung von Eiszeiten und Auf-schüttungen.

Die hier zugrunde gelegte tektonische Kurve kann man auch durch eine klimatische Kurve ersetzt denken. Das würde ungefähr der Anschauung Hilbers entsprechen, indem mit stärkeren, kühleren

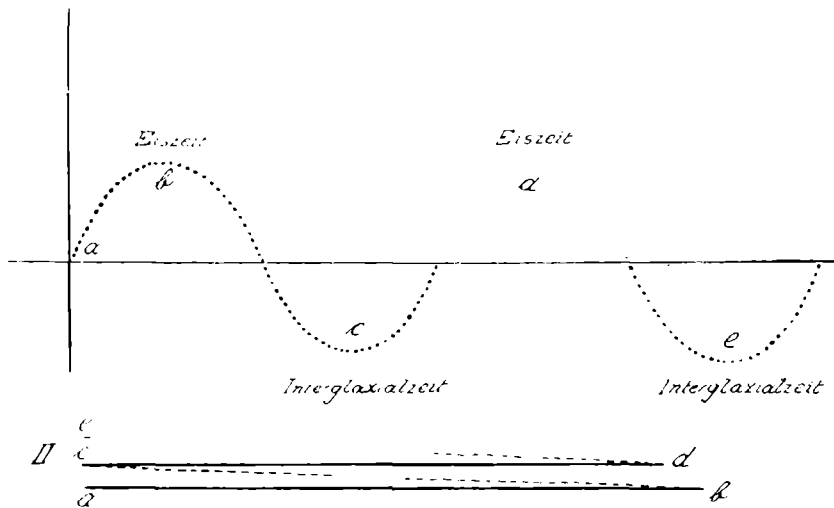


Niederschlägen Vorrückung des Eises und Erosion, mit schwächeren, wärmeren Zurückweichen des Eises und Aufschüttung verbunden wäre. Über die Zahl der Eiszeiten braucht dabei ja vorläufig gar nichts ausgesagt zu werden.

Nach Penck und Brückner wäre die klimatische Kurve natürlich ebenso mit Vor- und Rückgehen des Eises gekuppelt, aber die Aufschüttungen würden der Hauptsache nach von den Tiefsträndern der Eisströme ausstrahlen.

Die Verknüpfung von Endmoränen und Schotterdecken spricht aber nicht nur bei der Abfassung der ganzen Glazialstratigraphie mit,

Fig. 5.



Die Kurve *abcd* soll vertikale Änderungen der Höhenlage eines Gebirges im Verlaufe einer bestimmten Zeit andeuten.

Die unter II gezeichneten Linien versinnbildeln die diesen Änderungen entsprechenden Vor- und Rückmärsche der Gebirgsvergletscherung.

sie ist auch für die Auffassung der glazialen Raumgestaltung der Talformen von entscheidender Bedeutung.

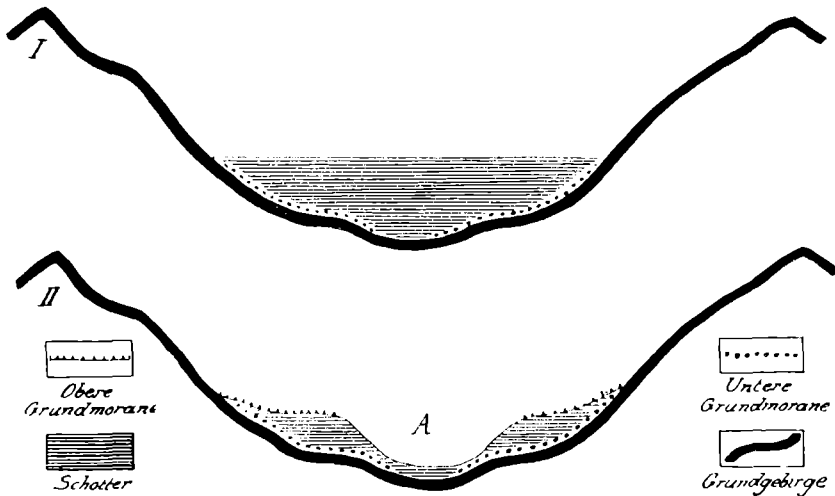
Von Penck und Brückner wird den Eisströmen eine stark erodierende Tätigkeit zugemessen. So sollen die größeren Alpentäler um mehrere hundert Meter vom Eise übertieft worden sein. Obwohl ich durchaus kein Gegner der Eiserosion bin, halte ich diese großartigen Wirkungen für eine Überschätzung.

Einen wichtigen Beweis dafür, daß die Erosionsbeträge lange nicht solche Ausmaße erreichen, liefern uns die Fortsetzungen der voralpinen Schotterdecken, die Terrassen der Alpentäler. Wir finden nun zum Beispiel im Inntale von Imst abwärts an mehreren Stellen die unter den Terrassensedimenten liegende ältere Grundmoräne in sehr tiefer Lage nahe dem heutigen Inniveau. Darüber lagern bei

300 m mächtige Lehme, Sande, Schotter und auf diesen die hangende Grundmoräne.

Aus diesem Befunde geht nun einmal hervor, daß das Tal bereits zur Zeit der ersten Vergletscherung ziemlich ebenso tief oder tiefer war wie heute und daß die zweite Vergletscherung nicht imstande war, die Schotterdecke einigermaßen vollständig hinauszuräumen. Dabei ist zu bedenken, daß ihr bei dieser Arbeit sowohl die Wassererosion vor ihrem Vorrücken als nach ihrem Rückzug wesentlichen Beistand geleistet hat. Diese Erscheinung, deren Typus Fig. 6 versinnlichen soll, finden wir in vielen Tälern der Alpen.

Fig. 6.



I = Die Talform ist mit Resten der älteren Vergletscherung sowie mit den Sedimenten einer interglazialen Aufschüttung erfüllt.

II = Nach dem Rückzug der jüngeren Vergletscherung sind unter der Hangendmoräne noch große Massen der Aufschüttung und der Liegendmoräne erhalten.

Die letzte Vergletscherung vermochte nicht die vorhergegangene Aufschüttung bis ins Niveau der älteren Grundmoränen, geschweige denn tiefer auszukehren. Aus der Höhenordnung der älteren und jüngeren Grundmoränen in den Alpentälern kann daher auf keine wesentliche Gesamtübertiefung geschlossen werden.

Dabei ist an der Erosionsfähigkeit des Eises durchaus nicht zu zweifeln, wie die ungeheure Menge von Felswannen und Trögen in jedem einst vergletscherten Gebirge unzweideutig erweist. Auch an den Hohlformen der größeren und großen Alpenseen dürfte die Eiserosion Anteil genommen haben.

Wenn zum Beispiel die Schotterdecken der oberitalienischen Ebene nicht erst vor den Endmoränen gebildet, sondern direkt von den Alpenflüssen aufgeschüttet wurden, so müssen die Seewannen, vorausgesetzt, daß sie bereits von der älteren Vergletscherung geschaffen waren, von den Schottern erfüllt gewesen sein.

Die jüngere Eiszeit hätte dann die Schotter wieder herausgefegt und als Endmoräne abgelagert. Nach dieser Auffassung würden die Endmoränen vorzüglich aus dem Aushubmaterial der vorher verschütteten Seewannen bestehen und nicht aus einer Anhäufung von weit herbeigeschlepptem Gletscherschutt.

Im Gebiete des Gardasees spricht für diese Deutung die reiche Beteiligung von Schotter am Aufbau der Moränen sowie die Erscheinung, daß an der Veroneserklause, der Austrittsstelle des Etschtales, nur ein verhältnismäßig sehr kleiner Moränenring, südlich vom Gardasee dagegen ein auffallend großer und breiter angelegt wurde.

Heim und in neuester Zeit Lepsius halten daran fest, daß die Seewannen durch Einsinken des Alpenkörpers ertrunkene Flußtäler vorstellen. Diese Erklärung kann vielleicht für die Randseen in Betracht gezogen werden, jedoch nicht für die weit zahlreicheren kleineren Seen und Wannen im Innern des Gebirges, welche wohl vom Eise ausgeschürft sein müssen.

Durch das Eiszeitwerk von Penck und Brückner ist auch die morphologische Forschung in großartiger Weise belebt und angeregt worden. H. Heß hat im Anschluß an die vier Eiszeiten dieses Buches seine vier ineinander gesenkten Tröge konstruiert und R. Lucerna ist im konsequenteren Ausbau derselben Idee noch weit darüber hinausgegangen, indem er auch noch jedes der Rückzugsstadien mit einer eigenen Trogform ausstatten will.

Mit Hilfe dieser Trogformen und der dazugehörigen Kare läßt sich dann die ganze Oberfläche des heutigen Gebirges in Reihen von sehr verschiedenaltigen Flächenstücken auflösen. In seiner Arbeit über die Trogfrage (Zeitschr. für Gletscherkunde Band V, 1911) kommt Lucerna zu folgender Ansicht: „Hat bereits die Anschauung von Heß den präglazialen Talboden Pencks um mehrere Stockwerke emporgerückt, so wird durch die Ersetzung der Heßschen eiszeitlichen Tröge durch meine stadialen die präglaziale Gebirgs-oberfläche mit den präglazialen Talböden in eine Höhe emporrücken, die von der heutigen Gebirgs-oberfläche durch ganze Schichten zerstörter Gipfelregionen getrennt ist.“

Es ist bezeichnend, daß sich die Redaktion der Zeitschrift für Gletscherkunde durch diese Enthüllungen eines völlig unkritischen Glazialschriftstellers veranlaßt sah, einer solchen Trogideenversteigerung entgegenzutreten.

Die Morphologie muß als reine Formenlehre für sich aufgebaut werden und darf nicht an irgendein bestimmtes Schema der Glazialstratigraphie angelehnt werden.

Eine Übereinstimmung der Resultate hat erst dann ihren Wert, wenn Stratigraphie und Morphologie auf ganz unabhängigen Wegen zu denselben gekommen sind.

Der Irrtum in der Trogfrage liegt nach meiner Einsicht vor allem darin, daß den einzelnen Gehängestufen eine zu weitgehende Bedeutung gegeben wird. Ein und derselbe Eisstrom kann bei seinen verschiedenen, vielleicht oft lange Zeit stationären Ständen im Wachsen und Schwinden sowie mit seinen bald schuttreicheren, bald schuttärmeren Zuflüssen leicht in verschiedenen Niveaus gleichzeitig Einkerbungen erzeugen. So wie das Eis den Untergrund äußerst ungleichmäßig angreift, so auch die begleitenden Seitenhänge. Die Ergebnisse Lucernas beweisen, wohin man verführt wird, wenn jede etwas konstante Gehängeknickung für das Anzeichen eines neuen Trograndes genommen wird.

Wien, im Juni 1912.

**F. v. Kerner.** Das angebliche Tithonvorkommen bei „Sorgente Cetina“.

In der älteren Literatur ist als Fundstätte von fossilführenden Lemeßschichten auch die Lokalität „Sorgente Cetina“ erwähnt. Bei den in den letzten Jahren vorgenommenen Begehungen der näheren und weiteren Umgebung des Quellteiches der Cetina konnte diese Angabe jedoch nicht bestätigt werden. Dagegen führte ein im Vorjahre dem Dabartale abgestatteter Besuch zur Auffindung von unteren Lemeßschichten, und heuer erwies sich die damals gehegte Vermutung als berechtigt, daß es sich hier um jenes Tithonvorkommen handle, dessen Nachweis in jener Gegend auf Grund einer Angabe von Kittl zu erwarten stand. Kittl hatte (1895) angegeben, in der kleinen Sammlung des Gymnasiums von Sinj Aptychen aus dem Vucje polje bei Zasiok gesehen zu haben. Das Vorkommen stellt sich, wie die diesjährigen Detailaufnahmen ergaben, als ein Periklinalaufbruch dar, welcher nahe seinem Nordende im Dabartale am tiefsten angeschnitten ist. Die Gewölbekuppel besteht aus den höheren Partien der Schichtserie: Furlanis Fleckenkalk und Oppelienhorizont.

Da auf der Talstrecke vom Dabar potok bis zum Ursprunge der Cetina mit der Entdeckung eines neuen Vorkommens von Lemeßschichten kaum mehr zu rechnen ist, dünkt es mir nun sehr wahrscheinlich, daß das Tithon von Zasiok mit dem eingangs genannten identisch sei und daß die „Sorgente Cetina“ der alten Fundortsangaben eine Kollektivbezeichnung für die ganze vier Deutsche Meilen lange quellenreiche linke Flanke des oberen Cetinates war.