

DIE
IM JAHRE 1900
AUFGEDECKTEN
GLACIALERSCHEINUNGEN
AM
SCHWARZEN SEE.

VON

Professor Dr. A. TORNQUIST,



Besonderer Abdruck aus den Mittheilungen der geologischen Landesanstalt
von Elsass-Lothringen, Band V, Heft 3.



STRASSBURG 1/E.

Strassburger Druckerei und Verlagsanstalt,
vormals R. Schultz u. Comp.

1901.

Die im Jahre 1900 aufgedeckten Glacialerscheinungen am Schwarzen See.

Von Prof. Dr. **A. TORNUIST.**

Mit Tafel I bis V.

Die Hochseen der südlichen Vogesen besitzen als Wasserreservoir für die industriellen Anlagen in den unter ihnen gelegenen Thälern eine besondere praktische Bedeutung. Man hat diese Bedeutung im verflossenen Jahrhundert und auch schon im 18. Jahrhundert dadurch vielfach zu erhöhen gewusst, dass man durch das Aufführen von künstlichen Abschlussdämmen und von Schleusenvorrichtungen den Wassergehalt der Seen so vergrösserte, dass man aus ihnen das reichlich zufließende Wasser nicht nur im Frühjahr und im Herbst sondern auch während der trockenen Sommermonate entnehmen konnte.

Eine solche Arbeit wurde im verflossenen Jahre am Schwarzen See oberhalb Urbeis vorgenommen. Die Kaiserliche Meliorations-Bauinspektion zu Colmar liess eine neue, grosse Aufdämmung am Ausflusse des Schwarzen Sees ausführen. Im Verlauf dieser Erdarbeiten in grossem Maassstabe wurde das Wasser des Sees soweit abgelassen, wie wohl nie zuvor. Die Folge davon war, dass grosse, früher unter dem Spiegel des Sees gelegene Ufertheile nunmehr trocken gelegt wurden. Der Entstehung des Sees als Gletschersee entsprechend zeigten dieses Ufergelände und die grossen Aufschlüsse, welche durch die Erdarbeiten sichtbar wurden, eine Anzahl typischer Glacialphänomene, welche im Folgenden, auf Veranlassung des Direktors der Geolog. Landesanstalt, Herrn Professor Dr. **BENECKE's**, in Wort und Bild geschildert werden sollen — werden diese ausnahmsweise günstigen Aufschlüsse doch bald nicht mehr der Beobachtung zugänglich sein.

1. Die Gestalt des Seebeckens und die Abdämmungsarbeiten im Jahre 1900.

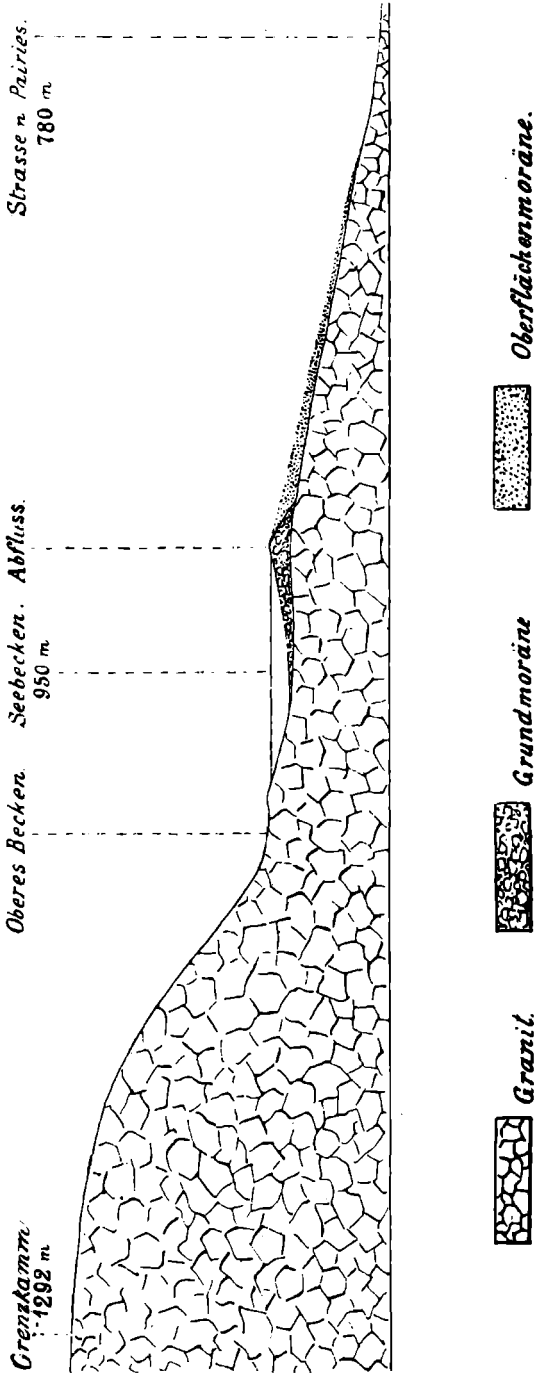
Der Schwarze See liegt in einer Höhe von 950 m fast unmittelbar unter dem dort im Durchschnitt 1300 m hohen Vogesenkamm; er besitzt eine Grösse von 14 ha und eine grösste Tiefe von 38,7 m unter dem bisherigen normalen Wasserstande. Seine Gestalt ist diejenige eines rechtwinkligen Dreiecks, in welchem die Hypothenuse von N nach S, parallel dem Vogesenkamm gerichtet ist. Die Katheten sind dabei nicht gleich lang; die sich von NW nach SO erstreckende Uferlinie ist erheblich länger als die von SW nach NO verlaufende. Im rechten Winkel liegt der Ausfluss des Sees. Wegen der Grösse des Sees erweckt derselbe aber beim Anblick vom Ufer aus den Eindruck eines kreisrunden Beckens.

Der Ausfluss ist ein enges Thälchen, welches zwischen den beträchtlichen Höhen, die den See umgeben, steil nach O, nach dem Gehöft Noirrupt (740 m) zu, hinabfällt, von wo das dem See entströmende Wässerchen in einem schnell breiter werdenden Thale über Pairies, Fonderies bis oberhalb Urbeis fliesst und dort den Weiss-Fluss erreicht.

Der steilste Abfall zu dem See ist im N von der Höhe des Reisberges (1272,2 m) herab vorhanden; im S und O wird der See durch zwei vom Ausfluss an schnell ansteigende Berglehnen abgeschlossen. Nach W zu ist sein Abschluss ein complicirterer. Hier legt sich zwischen den See und den Vogesenkamm noch eine etwa 30 m höhere Terrasse, welche die Form einer ganz flachen Wanne besitzt; im N, W und O ist sie von steilen, felsigen Abstürzen begrenzt, nach dem See zu ist eine Felsstufe ausgebildet. In Form von drei isolirten Felspartien, welche fast steil in den See abfallen und zwischen sich nur drei niedrige Felsriegel freilassen, fällt das Gelände zum See hinab. Wir wollen diese Wanne das obere Becken und den Seeboden des Schwarzen Sees das untere Becken benennen.

O.

W.



Querprofil vom Vogesenkamm (W) bis Pairies (O) durch das obere und das untere Becken des Schwarzen See-Gebietes.

Länge und Höhe ca. 1 : 14.000.

Zur allgemeinen Orientirung sei auf die beigegebenen Profile und auf die Tafeln verwiesen. Auf Tafel I ist der Blick auf den abgelassenen See vom Südufer nach dem Abfluss zu und auf Tafel III der Blick von dem Nordende des Sees nach dem Westufer, auf den nördlichsten Felsen des oberen Beckens zu, wiedergegeben. Hinter diesem Felsen befindet sich das obere Becken und im Hintergrunde ist der Vogesenkamm — zugleich die deutsch-französische Grenze — sichtbar.

Das Gebiet des Sees liegt durchaus im Bereiche des Kammgranits. Der Abfall zu den beiden Becken im W, N und z. Th. im S ist anstehender Granit, ebenso der Boden des oberen Beckens und die Felsabstürze zwischen diesem und dem unteren Becken. Alleine im O und S und zwar fast in der ganzen Länge der Katheten des Sees ist kein anstehender Fels sichtbar; hier bestehen die Höhen aus Blockanhäufungen und Schottermassen, welche, wie die jetzigen Aufschlüsse deutlich erkennen lassen, Moränenwälle sind. Diese Aufschüttungsmassen sind nicht leicht von dem anstehenden und oft verwitterten Granit abzutrennen. Sie beginnen aber an dem Abfall vom Reisberg nach S etwa dort, wo der Fusspfad, welcher vom Weissen See herüber führt, sich auf einer deutlichen Terrasse in einer Höhe von 1060 m endgültig dem dem Schwarzen See zugekehrten Gehänge zuwendet. Am Abfall der südlichen Höhe von Les Hêtres findet die An- und Auflagerung der Moräne auf den Granit vom Südwestzipfel des Sees aus in einer schräg den Berg hinauflaufenden Linie bis zu einer entsprechenden Höhe von ca. 1060 m statt.

Vordem wir auf die Glacialerscheinungen am Schwarzen See speciell eingehen, wollen wir noch einen Blick auf die am See z. Z. ausgeführten Abdämmungsarbeiten werfen, welche uns einerseits zum Verständniss der dort entstandenen Aufschlüsse von Interesse sind, die andererseits aber auch in späteren Jahren noch die unmittelbare Ursache von Veränderungen, welche im Gebiete des Sees eintreten würden, sein könnten.

Nach den freundlichen Mittheilungen des Herrn Bauinspektor BÜHLER in Colmar, dem ich hiermit noch besten Dank für die mir gewährte Auskunft ausspreche, befand sich am Ausfluss des

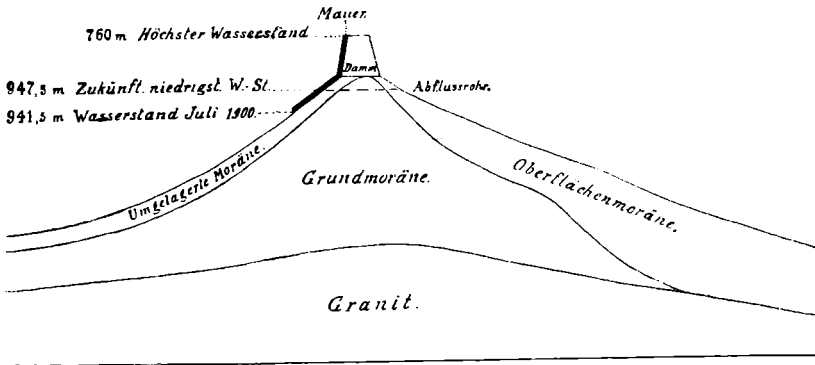
Sees bereits ein vor 30—40 Jahren aufgeschütteter Staudamm mit einer Kronenhöhe von ca. 10 m vor¹. Dieser Damm erwies sich bald als sehr undicht, schon bei einer Anstauungshöhe des Wassers von 4 m trat reichlich Wasser durch den Damm hindurch. Die Undichtigkeit des künstlichen Dammes wurde nun neuerdings durch die Aufführung einer festen Betonmauer an der nach dem See zugekehrten Flanke des alten, künstlichen Dammes behoben, und es wurde ein übriges gethan, indem man diese Mauer noch unter den Fuss des Dammes an der Flanke der Absperrungsmoräne hinabbrachte. Auf Tafel I ist der im Juli fertig gestellt gewesene Theil dieser Betonmauer (a) sichtbar. Da die Mauerarbeit nur im Trockenem ausgeführt werden konnte, so wurde der See zunächst mittelst eines Heberohres von 250—300 mm Weite bis auf 18,5 m unter der Dammkrone entleert; dabei wurden die Hänge des Sees um 8,5 m unter dem normalen Wasserstand entblöset und bei dieser Gelegenheit das später Beschriebene beobachtet. Es wurde zugleich in 12,5 m Tiefe ein neuer Rohrdurchlass durch den Moränenwall gezogen, der später den tiefsten Wasserstand, bis zu dem der See abgelassen werden kann, darstellt; dieser Wasserstand würde also 6 m über dem Wasserstand, welcher auf dem Lichtdruck Tafeln I und II dargestellt ist, liegen. Eine Anstauung des Sees könnte dann von dem Rohre bis zur Dammkrone, also um 12,5 m erfolgen².

Die Sandmassen für die Herstellung des Beton wurden z. Th. dem Moränenwall am Ausfluss des Sees direkt entnommen, so dass dort hierdurch grössere Partien des Walles angeschnitten worden sind, wie es ebenfalls auf der Tafel I unterhalb des Waldes zu sehen ist. Gleichfalls wurde in weiter Erstreckung

1. Eine Beschreibung dieses Dammes ist von Grad gegeben: *Annuaire du club alpin français* für 1877. p. 499.

2. Es sei hier nur am Rande angeführt, dass ein absolut wasserdichter Abschluss des Sees selbst durch die Ausführung der Betonmauer nicht erreicht werden kann; durch die tieferen Theile der Moräne sickert immer etwas Wasser hindurch, das sich selbst im Juli d. J. bei dem künstlich herbeigeführten tiefsten Wasserstande weit unter die auszuführende Mauer auf ca. 20—30 Sekundenliter behief.

bis zum tiefsten Seespiegel hinab die Flanke des Moränenwalles zum See herab für die Aufführung der Mauer entblösst.



Schematischer Durchschnitt durch den Moränenwall, seine Unterlage und den künstlichen Abflussdamm.

2. Die Glacialerscheinungen am Schwarzen See.

Dass die äussere Gestaltung der beiden Becken des Schwarzen Sees auf die Wirkung diluvialer Gletscher zurückzuführen sei, wurde im Jahre 1869 zum ersten Mal bestimmt von CH. GRAD¹ ausgesprochen, dem speziell die grosse Uebereinstimmung in der Gestalt des nördlich gelegenen Weissen Sees und auch des Schwarzen Sees mit schweizerischen Hochseen, wie dem Lungeren-See zwischen Alpach und Meiringen, aufgefallen war. Allerdings nachdem schon sehr lange vorher, bereits in den Jahren 1837 und 1839 von LEBLANC² und RENOIR³ auf das Vorhandensein von Gletscherspuren in den Vogesen hingewiesen worden war und besonders HOGARD und COLLOMB in einer grossen Anzahl

1. Bull. de la soc. géol. de France. XXVI. p. 677. ff.

2. Ebenda. (1) X. p. 377 und XII. p. 132.

3. Ebenda. (1) XI. p. 57.

von Schriften auf die südlich vom Münsterthal vorhandenen zahlreichen Gletscherspuren der Südvogesen aufmerksam gemacht hatten. CH. GRAD¹ war es auch, welcher zuerst im Jahre 1873 den Moränenwall am Ausfluss des Sees als solchen erkannte.

Von andern Erklärungsversuchen der Entstehung des Sees sind die beiden folgenden hervorzuheben. E. DE BEAUMONT² wollte das Seebecken als ein Einsturzbecken erkennen: «qu'ils résultent d'éroulement qui ont eu lieu dans des cavités situées dans l'intérieur des montagnes, à l'occasion des dernières secousses qui s'y sont fait sentir et peut-être à l'époque des éruptions volcaniques qui ont produit à leur pied, dans la plaine du Rhin, le massif du Kaiserstuhl et les petits îlots basaltiques de Riquewir et de Gundershofen.» Das Vorkommen von Glacialerscheinungen wurde dann neuerdings im Jahre 1884 von GERLAND³ bestritten. GERLAND glaubte die orographische Beschaffenheit des Geländes nicht auf die Wirkung eines Gletschers zurückführen zu sollen; nach ihm ist die Endmoräne ein grosses Blocklager, welches durch direkte Umwandlung des anstehenden Gesteins entstanden ist. Das Vorkommen von geglätteten Blöcken in diesen Blocklagern, welches schon GRAD beobachtet hatte und das Auftreten von Granitgrus und von Sanden in ihnen, ist GERLAND entgangen.

Diese Anschauungen hatten aber keinen allgemeinen Anklang gefunden und dürften vollends jetzt durch die neuentstandenen Aufschlüsse widerlegt sein.

Am Schwarzen See wurde alsdann im Jahre 1892 von VAN WERVEKE⁴ zuerst das Vorhandensein von geglätteten und geschliffenen Felsen beobachtet; und zwar an der nämlichen Stelle, welche im folgenden beschrieben werden wird, am Fusse des nördlichsten der drei Felsen zwischen dem oberen und dem unteren Becken. VAN WERVEKE spricht sogar von einer Schrammung

1. Ebenda. (1) I. p. 113.

2. Explication de la Carte géologique de la France. 1841. t. I. p. 275 und 432.

3. Verhandl. des IV. Deutsch. Geographentages zu München. 1884. p. 22. f.

4. Diese Mitth. III. p. 135.

der unter dem damaligen Wasserspiegel gelegenen Felsen. In demselben Jahre erwähnen auch HERGESELL, LANGENBECK und RUDOLPH¹ aus dem anstehenden Granit «überall abgerundete Flächen, die viele Aehnlichkeit mit den Schlißflächen zeigen, wie sie die Wirkung des Eises auf hartem Fels hervorbringt.»

An die ältere Beobachtung anknüpfend, wollen wir zunächst die im Juli 1900 am Schwarzen See sichtbar gewesenen Gletscherschliffe betrachten.

a. Die Gletscherschliffe auf der Granitoberfläche.

Wie oben gesagt, ist anstehender Fels am See alleine an dem Westufer des Sees vorhanden, wo die Stufe des oberen Beckens steil zum Wasserspiegel und unter denselben hinabfällt. Eine bemerkenswerthe Felspartie befindet sich hier besonders am nördlichen Ende des Seeufers. Diese Felspartie ist auf Tafel III wiedergegeben. Der Steilabfall nach dem See zu besteht aus nach allen Richtungen zerklüftetem und zersprungenem Granit; die Geröllmassen und Halden an seinem Fusse bis zum früheren Spiegel des Sees zeigen, dass der Zerfall des Granites hier ein sehr junger ist, von der Granitoberfläche zur Zeit der Eisbedeckung ist an diesem Steilabfall kaum heut zu Tage noch etwas vorhanden.

Anders ist aber der sanft geneigte Fuss dieses Felsens beschaffen; an ihm erkennt man eine grössere, von N nach S und zum See geneigte, geschliffene Oberfläche, von welcher ein Theil auf der Taf. IV wiedergegeben ist. Die Oberfläche beginnt etwas oberhalb des früheren Wasserspiegels und zieht sich, ohne dass die frühere Wasserhöhe irgendwie aus der Ausbildung dieser geneigten Fläche zu erkennen wäre, in gleichmässiger Neigung durch die frühere Uferlinie zum jetzigen Wasserniveau und unter dasselbe hinab. Ist die frühere Wasserhöhe überall sonst am See deutlich in Form einer Terrasse kenntlich, so ist

1. Geograph. Abhandlungen aus den Reichslanden Els.-Lothr. I. p. 136. 4.

sie hier auf dieser Felsplatte in keiner Weise markirt. Man kann der Wasserbewegung also keine nennenswerthe Ufererosion oder gar eine besondere Glättung auf diesem Felsen zuschreiben.

Die typische Rundhöckerbildung, wie sie auf Tafel IV sichtbar ist, zeigt einen stark undulirten, mit seichten, langen, ungefähr von NW nach SO gerichteten Rillen versehenen, typischen Gletscherboden. Die starke Undulirung, bei der gelegentlich auch kleine trogförmige Becken entstehen, in denen sich das Regenwasser sammelt, ist besonders deutlich am Nordrande dieses «Glattfelsens» zu erkennen, wo sich rechts von den mit c bezeichneten Stellen auf Taf. III ein kleiner Abfall befindet, unter welchem bei d in ganz geringer Entfernung ein weiterer Theil eines Rundhöckers in wesentlich tieferer Lage auftritt. Dabei zeigt die Oberfläche nirgends eine glaciale Kritzung; und es verdient hier hervorgehoben zu werden, dass eine solche Kritzung in kleinem Maassstabe auch an den übrigen Seen und Glattfelsens der Vogesen in den reinen Granit-Gebieten niemals — ebensowenig wie im Schwarzwald — nachgewiesen werden konnte. Es scheint diese bei der leichteren oberflächlichen Verwitterung des Granits bald zerstört zu werden. Alle Gletscherschrammen, die aus den Vogesen im anstehenden Fels wie an Geröllen nachgewiesen worden sind, treten nur auf harter Grauwacke und Schiefen (wie am Belchen See¹ und bei Wesserling² auf, oder sind auf Porphyren beobachtet worden. Auf letzteren besonders im Schwarzwald, wo STEINMANN³ auch schon auf das Fehlen von Gletscherschrammen in Granit- und Gneis-Gebieten im Gegensatz zu der Häufigkeit derselben in gehärteten Thonschiefern hingewiesen hat.

1. Man vergl. die schönen Gletscherschliffe, welche VAN WERVEKE von dort mitgetheilt hat. (Mitth. d. Geol. L.-A. von Els.-Lothr. III. p. 137. Taf. III, IV.)

2. Als letzte Mittheilung über dieses Vorkommen, vergl. Ztschr. d. D. geol. Ges. XLIV. p. 592.

3. Die Spuren der letzten Eiszeit im hohen Schwarzwald. Freiburger Universitäts-Festprogramm zum siebzigsten Geburtstag seiner Kgl. Hoh. des Grossherzogs Friedrich. 1896. p. 192.

Die Oberfläche des Granits ist dabei nicht glatt, sondern rauh, so dass man auf ihr trotz der theilweise starken Neigung bequem Halt findet; sie ist leicht angewittert, und besonders die grossen Felsspäthe wurzeln dort, wo die kleinen Mineralbestandtheile herausgefallen sind, noch fest im Gestein. Diese Oberflächenbeschaffenheit ist auf eine leichte Anwitterung des Felsens zurückzuführen. Der Granit ist zuerst geschliffen und dann leicht angewittert.

Eine andere auffallende Erscheinung der geschliffenen Oberfläche sind zahlreiche Sprünge (Taf. IV d.); z. Th. ist die Oberfläche vollkommen zersprengt. An diesen nach allen Himmelsrichtungen weisenden Sprüngen haben sich auch Splitter oder gar Blöcke herausgelöst und haben frische, unregelmässig zur Oberfläche geneigte Flächen blossgelegt. Dieser Zerfall des Granits in polygonale Blöcke zeigt sich besonders am nördlichen Ende der geschliffenen Felsplatte (oberhalb d auf Tafel III) gut, an dem der Rand der Granitplatte sich in eine Packung von polygonalen Granitblöcken auflöst. An anderer Stelle, wie bei d, ist der Felsen so zersprungen, dass man die noch mosaikartig locker nebeneinanderliegenden Brocken, welche noch die Form eines Rundhöckers zeigen, mit der Hand auseinander nehmen kann. Auch die Zersprengung des Granits muss eine jüngere sein.

Die zahlreichen kleinen Klüfte im Granitboden des oberen Becken sind schon seit langer Zeit bekannt, kürzlich hat SALOMON¹ auf sie hingewiesen. Die horizontalen und vertikalen Ablösungsflächen des Granites sind hier sehr deutlich zu erkennen, und kann man in dem Herausbrechen von Granitwürfeln auf Flächen, welche z. Th. parallel der jetzigen Oberfläche des Granits verlaufen, mit Recht — wie SALOMON es thut — einen deutlichen Beweis erblicken, dass die glaciale Oberfläche des Granites dort an einigen Stellen zuerst eine Ablösungsfläche war, von der Granitplatten durch Eisdruck unter dem Gletscher abgehoben und forttransportirt wurden und dass dann erst eine Glättung der Ablösungsfläche durch den Gletscher mit einer Grundmoräne erfolgte.

1. Neues Jahrb. für Min. etc. 1900. II. p. 137. ff.

Man muss bei alledem aber im Auge behalten, dass die grösste Anzahl der Sprünge, welche heute auf der Granitoberfläche vorhanden sind, erheblich jünger sind. Der bei d vorhandene, oben erwähnte kleine Rundhöcker würde schon durch den minimalsten Eisdruck vollkommen auseinander gedrückt worden sein; und an dem Steilabfall des Granites an der Felspartie a (Tafel III) ist der Granit seither an den Klüften abgestürzt. Die direkten Nachweise, welche durch FINSTERWALDER und BLÜMCKE erbracht worden sind, dass durch Druckschwankungen am Gletschergrunde ein abwechselndes Anfrieren und Aufthauen des Gletschers am Felsengrund stattfindet und dass durch die Temperaturschwankungen zugleich eine mechanische Verwitterung, d. h. Zerklüftung, stattfindet, hat das Bestehen einer derartigen Wirkung in einem gewissen Maasse ausser Zweifel gesetzt. Man wird also diesen Beobachtungen von FINSTERWALDER und BLÜMCKE gerade in solchen Granitgebieten, in denen eine Zerklüftung eine grosse Rolle spielt, jedenfalls eine grosse Bedeutung einräumen müssen.

Auf der Tafel III ist ersichtlich, dass die geschliffene Granitoberfläche in ihrer Verlängerung in das Thälchen c, welches zum oberen Becken hinaufführt, hinansteigt, es scheint dadurch, dass die Glättung am Schlusse der Vereisung, vornehmlich in einem Stadium entstand, als eine Gletscherzunge durch dieses Thälchen aus dem oberen Becken herabhing, während die höhere Felspartie a schon vom Eise frei war.

b. Der Moränen-Riegel.

Die Ansicht, dass der Abschluss des Sees durch einen Zug verwitterten Granits gebildet wird, ist durch die grossen jetzigen Aufschlüsse endgültig widerlegt worden. Auf der Tafel I zeigt der unter dem Walde sichtbare Einschnitt eine deutliche Moräne. Auf der Tafel II ist dieser Einschnitt aus der Nähe wiedergegeben.

Die ganze rechts gelegene Partie (a) des Aufschlusses besteht aus einer sehr fest gepackten Ablagerung von Granitmaterial von allen Grössenverhältnissen von Blöcken von 1 Cubik-

meter (b) an abwärts. Diese Packung ist so fest, dass die Abtragung nur mittelst der Hacke (e) erfolgen kann. Die Blöcke dieser Moräne sind kantig, nicht gerundet; die Kanten sind nur wenig abgestumpft. Es ist das Bild einer alten, festgepackten Grundmoräne.

Der linke Theil des Aufschlusses (c) besteht aus sehr viel lockerem Material, das mit der Schaufel abgetragen und sofort gesiebt werden kann. Es ist ein feiner, lockerer Granitgrus und Sand, in dem nur vereinzelte Blöcke in Schichten eingelagert sind. Im Gegensatz zu der Grundmoräne ist hier überall eine deutliche Schichtung vorhanden, die schräg abwärts zum See gerichtet ist. Es besteht diese Ablagerung aus einer Umlagerung der Moräne, welche am ganzen Abfall des Moränenwalles nach dem See zu auftritt und auch überall dort, wo die Mauer (Taf. I, a.) aufgeführt wird, aufgeschlossen worden ist. Das schräge Einfallen nach dem See zu lässt diese Ablagerung als eine durch die Brandung des Sees umgelagerte Bildung erkennen.

Während die Grundmoräne bis fast 100 m über den Seespiegel aufwärts verfolgt werden kann, tritt die lockere, sandige Ablagerung nur bis wenig über dem Wasserspiegel des Sees auf.

Nicht ohne weiteres sichtbar ist naturgemäss, ob der Grundmoränenwall bis zu der Tiefe des Seebeckens herabsteigt. Es kann nur hervorgehoben werden, dass keine Beobachtung der Annahme entgegensteht, dass beim Schwarzen See der Moränenwall bis 30 m unter den Wasserspiegel herabreicht und dass der See alleine durch Abstauung zustande kommt und nicht etwa ein tief im Granit eingesenktes Becken darstellt, wie sie sonst ja nicht selten auftreten. Dass keine Granitschwelle von erheblicher Höhe den See abschliesst, geht alleine aus der Thatsache hervor, dass das Wasser des Sees auch dann noch durch den Wall sickerte, als der niedrigste Wasserstand im Jahre 1900 erreicht war, der nur 30 m über der grössten Tiefe des Sees lag. Es liegt auch ferner kein Beweis für die bisherige allgemein vorgenommene Darstellung vor, dass das Seewasser direkt auf dem Granitboden steht. Am Grunde des Sees, werden wohl einzelne höhere, geglättete Granitfelsen frei sein von einer weiteren Ablagerung; im allgemeinen

wird aber besonders das Abtragungsprodukt des Moränenwalles bis zum Seeboden hinabgeführt sein und werden wohl ausserdem ansehnliche Massen von Granitgrus, die aus dem oberen Becken stammen, den Boden des Sees bedecken, wie sie sich auch besonders am Westufer als Auflage des Granitbodens gezeigt haben. In der Gestalt des oberen Beckens haben wir ein ungefähres Bild, wie wir uns den Boden des Sees zu denken haben, deutlich vor Augen; er mag am Besten als eine flache, nur unbedeutend zur Ausdehnung vertiefte Wanne anzusehen sein, wie es in hypothetischer Form in der obenstehenden Abbildung (Seite 125) ausgeführt ist.

Wesentlich anders wie die nach dem See zu gekehrte Flanke des Moränen-Riegels ist die nach dem Thale zu gerichtete Seite. Hier breitet sich fast alleine ein mächtiges Blockmeer aus, welches bisher allgemein als das Verwitterungsprodukt der Grundmoräne angesehen wurde. Die sehr grosse Menge an grossen Blöcken, ihre ausserordentlich lockere Packung, welche beim Ueberklettern dieser Abhänge eine schaukelnde Bewegung derselben erfolgen lässt, lässt mich in ihnen aber eine Erscheinung erkennen, die bei alpinen Gletschern keine Seltenheit ist¹ und dort stets auftritt, wo eine reichliche Oberflächenmoräne (wie sie sich bei Nischengletschern stets reichlich bildet) über den Endmoränenwall hinübergeschoben wird und an dem äusseren Abfall der letzteren hinabrollt. Diese charakteristische, stets thalabwärts auftretende Blockpackung dürfte auch am Gehänge des Moränen-Riegels des Schwarzen Sees in erster Linie als Oberflächen-Moräne anzusehen sein.

c. Die Seeterrasse.

Besonders auf der Taf. III ist die ausgesprochene Uferlinie des Sees, welche den früheren normalen Wasserstand desselben

1. Ich lernte sie einst besonders typisch in Begleitung von Herrn Professor PESCHUEL-LÖSCHE an dem östlichen kleinen Nischengletscher, dem Kargletscher an der Croda rossa bei Schluderbach in Südtirol kennen; diese kleinen, unseren Gletschern recht ähnlichen Kargletscher sind auf Tafel V dieser Abhandlung wiedergegeben.

darstellt, in Form einer hellen Zone auf dem anstehenden Felsen und in Form einer Terrasse auf dem Geröll deutlich erkennbar.

An dieser Brandungslinie ist der helle Granitfels nackt ohne irgend eine Bedeckung; über dieser Linie sind die Felsen mit meist nur sehr dünnen Ueberzügen von Flechten und Moosen oder ihren kohligen Ueberresten bedeckt; unter dieser Linie sind die Felsen dagegen mit mehr oder minder dicken Ueberzügen von Raseneisenstein versehen. An der Zone der einstigen Brandung sind die Felsen ganz nackt geblieben. In der Photographie ist die Uferlinie ganz besonders deutlich herausgekommen.

Der Ueberzug von Brauneisenerz auf dem mit Wasser bedeckt gewesenen Felsen ist am ganzen Seeufer zu bemerken und tritt derselbe auch auf den losen Blöcken unter dem Wasserspiegel überall auf. Eine ziemlich erhebliche Bildung von Raseneisenerz geht auch in den sumptigen Theilen des oberen Beckens vor sich. Diese Bildung erfolgt ohne dass das Wasser gerade besonders an Eisensalzen angereichert wäre durch die Vermittlung von Bacterien. WINOGRADSKY'S¹ und MOLISCH'S Untersuchungen haben bestimmt ergeben, dass Lebewesen bei diesen Ablagerungen eine wesentliche Rolle spielen. Wir müssen nach MOLISCH annehmen, «dass die Entstehung der Raseneisenerze dabei nicht ursächlich an die Thätigkeit von Eisenbacterien geknüpft ist, sondern dass dieselbe in der Regel ohne Intervention der genannten Organismen von Statten geht, dass sich aber diese unter Umständen an der Entstehung und Zusammensetzung der Raseneisenerze betheiligen, ja daran sogar hervorragenden Antheil nehmen können». Bei den Verhältnissen in dem grossen Wasserbecken des Schwarzen Sees dürfte aber ausser der Thätigkeit der Eisenbacterien kaum ein weiterer Grund für die Ablagerung der Eisenerze vorhanden sein.

Die gelben, in dickeren Schichten braunen, Raseneisenerz-Ueberzüge nehmen hier und da auch eine schwarze Färbung an.

1. Ueber Eisenbacterien. Botan. Zeitung 1888. S. 261. Man vergleiche auch, H. MOLISCH. Die Pflanze in ihren Beziehungen zum Eisen. Jena. 1892, eine Arbeit, auf welche mich mein Colleague, Herr Professor Jost, freundlichst aufmerksam machte.

Die Vermuthung, dass diese Färbung auf das Hinzutreten von Manganit zurückzuführen wäre, wurde durch die chemische Untersuchung nicht bestätigt. Es konnte keine Spur von Mangan nachgewiesen werden, auch der schwarze Absatz löste sich ohne erkennbaren Rest in Salzsäure auf.

Die Strandlinie des Sees lässt sich, wie oben schon gesagt wurde, nicht nur in Form einer weissen Zone über die anstehenden Felsen, sondern auch in Form einer z. Th. sehr breiten Terrasse besonders an der Nordseite des Sees verfolgen. Auf Tafel III ist ein Stück dieser Terrasse erkennbar. Sie zieht sich von dem geschliffenen Felsen um das Nordende des Sees herum bis nahe an die Ausflusstelle des Sees hin. Am Nordende erreicht sie ihre Hauptentwicklung.

Die horizontale Oberfläche der Terrasse war früher bei normalem Wasserstande des Sees gerade unter dem Wasserspiegel gelegen. Die Oberfläche besteht dabei aus einer engen Packung von grossen, eckigen Granitblöcken, welche fast ausnahmslos einen Ueberzug von Raseneisenerz besitzen. Diese grossen Blöcke bilden das Residuum einer einst am Nordende des Sees den Felsenabfall bekleidenden Grundmoräne, wie sie am ganzen Nordostufer des Sees vorhanden ist und dort ebenfalls die Terrasse trägt. Aus dieser Moräne ist das gesammte feinere Material herausgeführt worden, so dass die Moräne, welche einst erheblich über dem Wasserstande die Felsen bedeckte, bis zu demselben herabgesunken ist, indem gleichzeitig an der Wasserstandslinie eine Anhäufung der grossen Blöcke als Residuum stattfand, die zugleich eine weitere Abwaschung der Ablagerung durch das leicht brandende Uferwasser verhinderte.

Ueber das Vorhandensein einer Moräne am Nordostufer des Sees, wo sie deutlich zu sehen ist, braucht hier kein Wort weiter verloren zu werden; dass eine solche Moräne aber auch am nördlichen Westufer vorhanden war, stimmt sowohl mit der tiefen Lage der geschliffenen Granitoberfläche dort (Tafel III, d) als auch mit der Annahme, zu der wir geführt wurden, dass aus dem Thälchen, nördlich des Glattfelsens noch in der letzten Phase der Vereisung

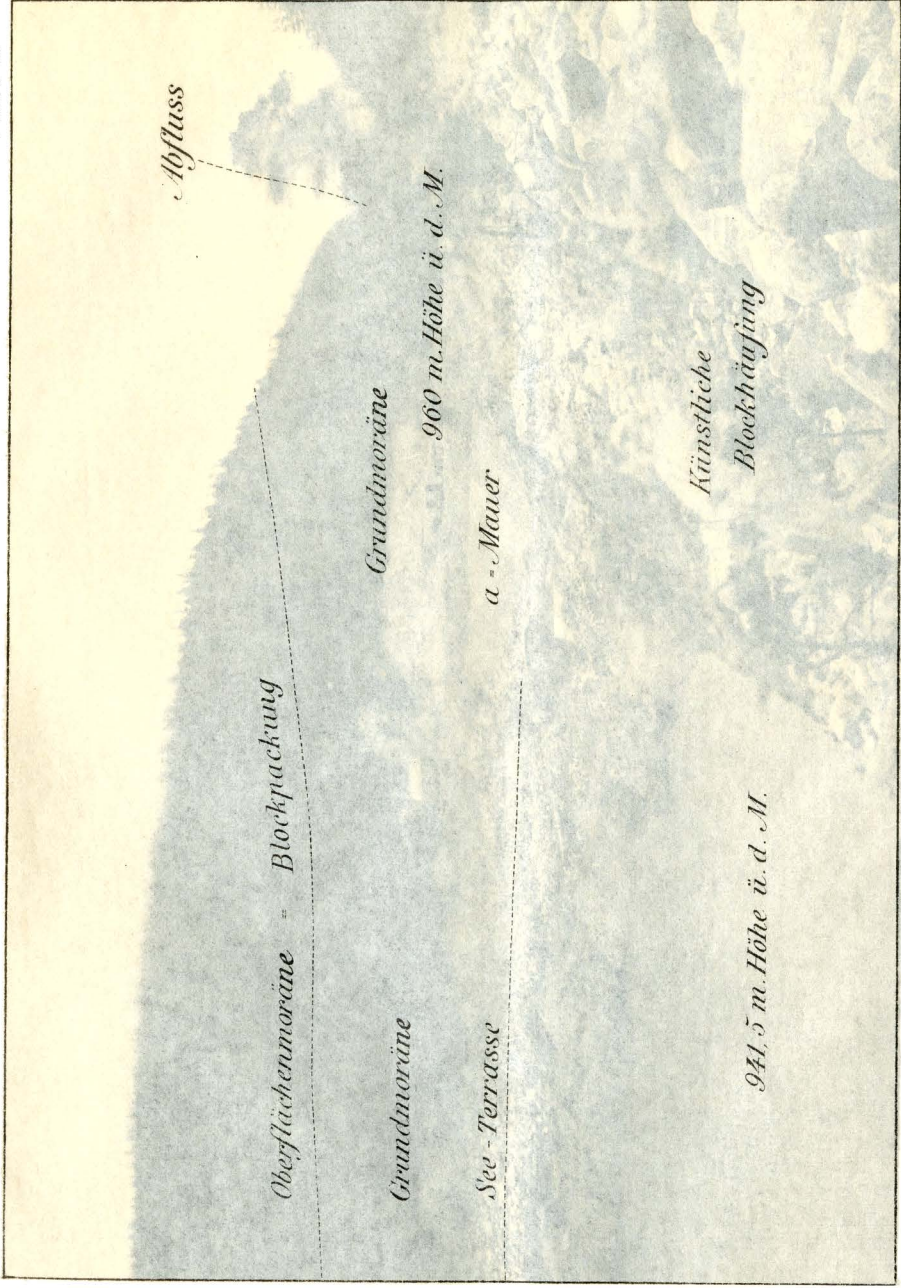
aus dem oberen Becken eine kleine Gletscherzunge herabgereicht und Material an seinem Fusse abgelagert hat.

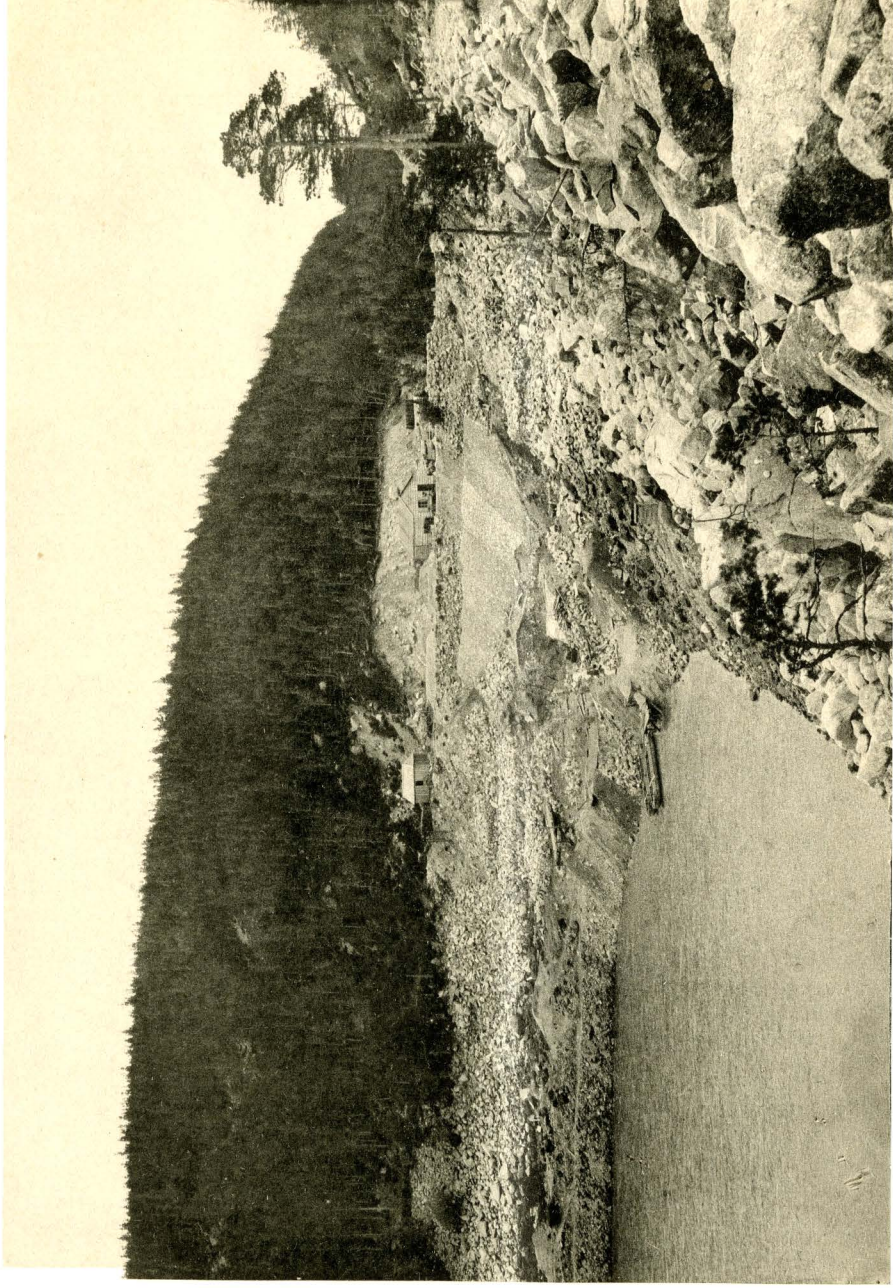
Zugleich liefern diese Reste der einstigen Moräne — und zwar sowohl einer Grund- als auch der Oberflächen-Moräne — aus der allerletzten Phase der Vergletscherung einen weiteren Beleg dafür, dass der Seeboden wohl nur zu ganz geringem Theil anstehender Fels sein wird, sondern der Hauptsache nach aus Grundmoräne des Abflusswalles und der letzten Phase sowie aus Oberflächenmoräne dieser letzten Phase, vor allem aber auch aus Abwaschungsmaterial der das Seebecken umgebenden Moränen bestehen mag. Auf dem Profil auf Seite 125 sind diese Abwaschungsmassen fortgelassen, auch wird dort die letzte, aus dem nördlichen Thälchen in das Seebecken gekommene Moräne nicht geschnitten.



Zur Veranschaulichung eines unseren Vogesengletschern ähnlichen, noch vorhandenen, alpinen Gletschervorkommens ist als Tafel V eine Abbildung der kleinen Nischengletscher der Croda rossa hinzugefügt.



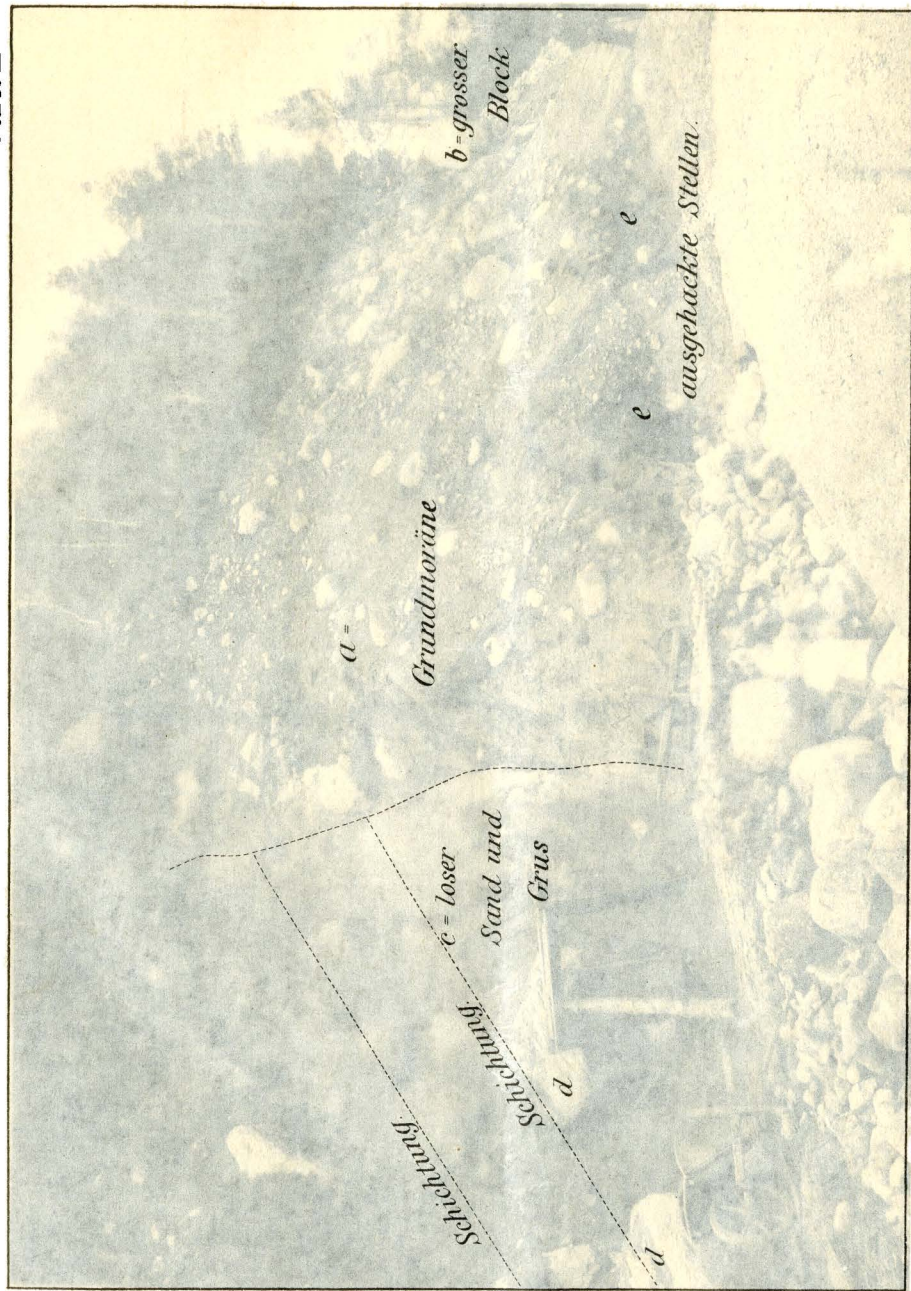




Torquist phot.

Lichtdruck von Krämer in Kehl.

Der Moränenwall am Ausfluss des Schwarzen Sees im Jahre 1900.

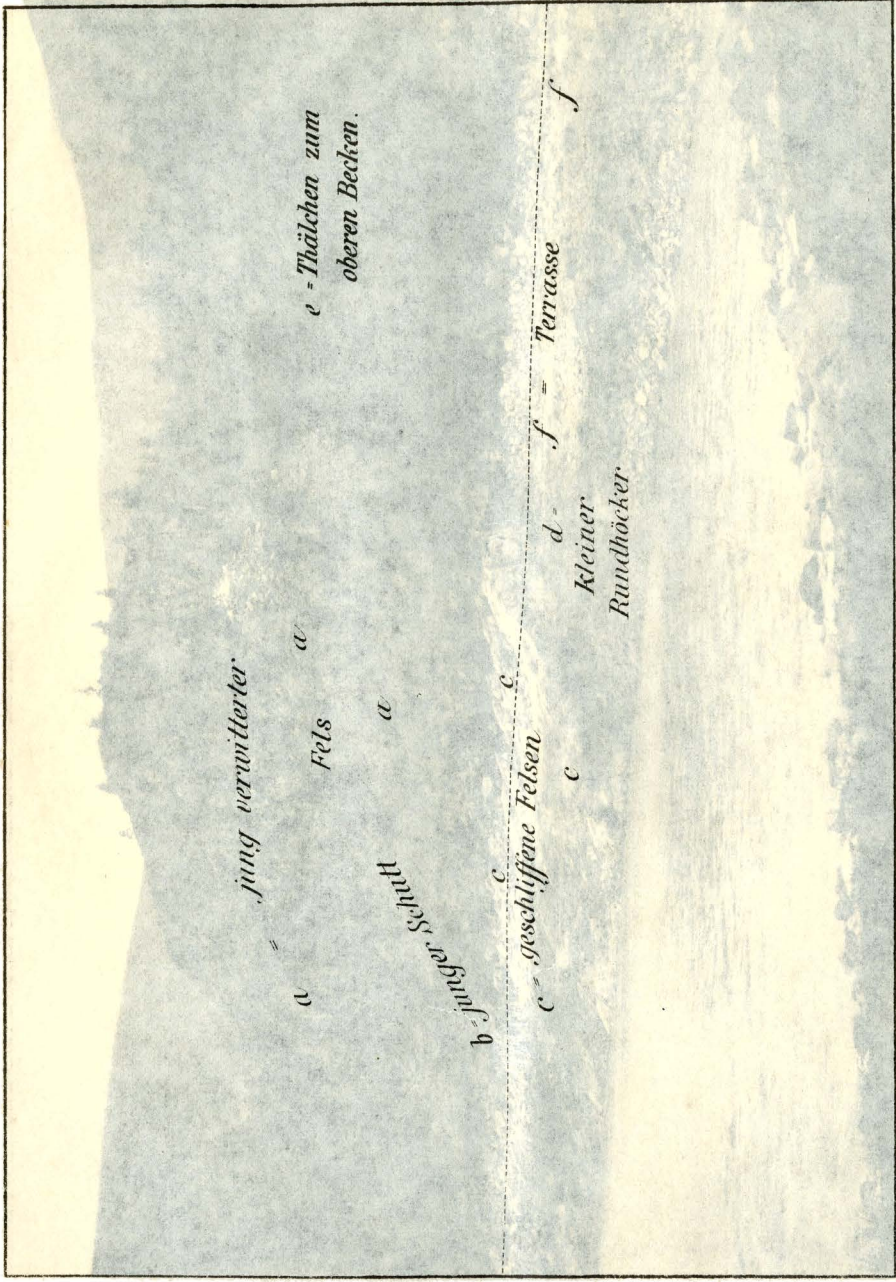




Torquati phot.

Lichtdruck von Krämer in Kehl.

Grundmoränenwall am Ausfluss des Schwarzen Sees.



jung verwitterter

a

Fels

b = Hauptkamm

c = geschliffene Felsen

c

f = Terrasse

d = kleiner Rundhöcker

e = Thälchen zum oberen Becken.

Strandlinie =

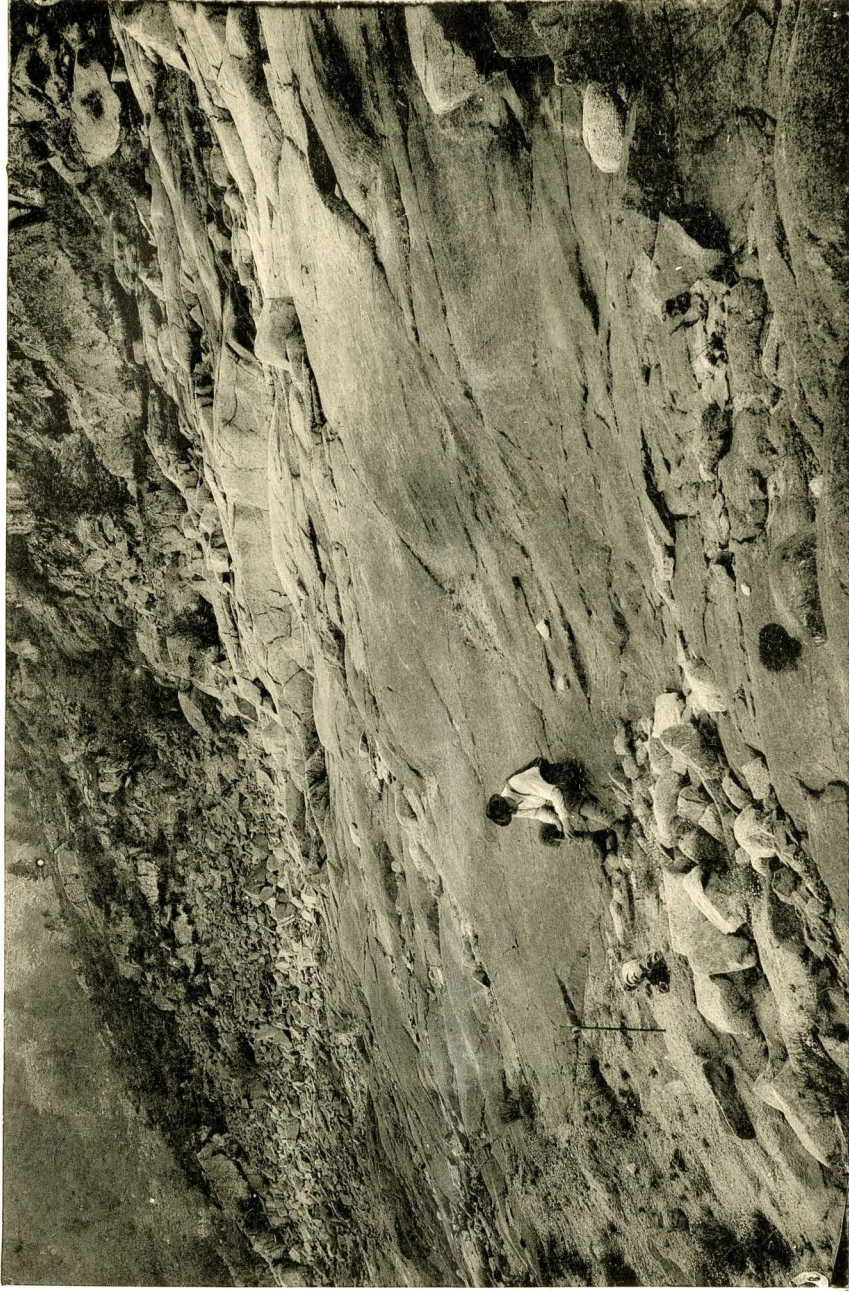
Strandlinie.



Tornquist phot.

Lichtdruck von Krämer in Kehl.

Geschliffene Felsen und Terrasse am Westufer des Schwarzen Sees.



Ternquist phot.

Lichtdruck von Krämer in Kehl.

Geschliffene Granitoberfläche mit herausgesprungenen Blöcken am Westufer des Schwarzen Sees.



Lichtdruck von Krämer in Kehl.

Zwei kleine Nischengletscher an der Croda rossa in Südtirol