

II.

Abhandlungen und Mitteilungen.



Der Boden von Lindau im Bodensee und Umgegend.

Eine geologische Lokalskizze

von

Prof. Dr. F. Rinkelin¹

in Frankfurt a. M.

Gesamtüberblick.

Von den gewaltigsten Vorgängen in der Geschichte Europas während der jüngsten geologischen Ära erzählen die Gestaltungen, die das Fleckchen umstehen, auf dem Lindau liegt.

Wenden wir unseren Blick von Südwest über Süden bis Osten, so sehen wir in großartigem Amphitheater die Nordseite des Alpenstückes, in dem Zentralalpen und Ostalpen zusammenstoßen. Bewegungen in der Erdkruste während der mittleren und jüngeren Tertiärzeit haben das Alpengebirge zusammenfaltend aufgewölbt. In den vorderen Reihen stehen die Molasseberge der nordöstlichen Schweizerkantone und im Osten der Pfänderbergzug. Höher heben sich dahinter die aufgetürmten Massen, die ehemals auf der Sohle des Kreide- und Jurameeres sich gehäuft hatten. Auf weite Strecke, von der Mündung der Ill ins Rheintal bis zur Dornbirner Ach liegen sogar die von grünem Gaultband durchzogenen, blendend graulichweißen Kreidefalte in jähem Absturz ganz frei dem Blick. Aus der älteren Kreidezeit stammen auch die Gebirgsmassen des Säntis und der nachbarlichen Kämme und Spitzen; zum Teil von ewigem Schnee bedeckt sehen uns entgegen die aus früheren Perioden, aus der Trias und Permzeit, der Zeit der Ablagerung des Berrucano oder Sernstfkonglomerates, stammen, wie Zimbaspiße und Panülerschroffen. Inmitten dieses weiten Panoramas bricht der Rhein durch, und es erhebt sich die gewaltige Pyramide des Dreischwesternberges.

¹ Die vorliegende geologische Lokalskizze ist aus der in den Ferienwochen der letzten 2—3 Jahre mit meinem künftigen Freund, Herrn Karl Göhger in Lindau, gemeinsam unternommenen Begehung der näheren Umgebung unserer Vaterstadt hervorgegangen. Wir übergehen hiemit die Schilderung der mannigfaltigen, meist jugendlichen geologischen Gebilde, wie wir sie gesehen und verstanden haben. Die erste Veranlassung hierzu gab der Wunsch von Herrn Pfarrer Dr. Wolfart in Lindau, für die „Geschichte der Stadt Lindau“ eine Darstellung der geologischen Vorgänge in der Lindauer Landschaft zu erhalten. Eine knappe Übersicht des hier gebotenen wird in jenem Buch erscheinen. Für die Fertigstellung der Zeichnungen sind wir Herrn Ingenieur G. Loos und Herrn Reallehrer Schwalber in Lindau zu Dank verpflichtet.

Auslösungen von im Erdgerüste angesammelten Spannungen — eine Folge der Abkühlung der im kalten Weltenraum bewegten Erde und der dadurch veranlaßten Raumverminderung — haben das jugendliche Faltengebirge der Alpen aufgestaut.

Die Arena dieses mächtigen Amphitheaters bildet die weite, glänzende, stahlgraue Fläche des Sees. Nach Norden breitet sich eine dahin ansteigende, anmutige, hügelreiche Landschaft aus. Sie hat dieselbe Geschichte, wie der Boden, auf dem Lindau steht.

Mittlere und jüngere Tertiärzeit.

Bevor wir uns der Geschichte vom Boden Lindaus und seiner näheren Umgegend eingehend zuwenden, sei noch in kurzen Zügen ihrer Vorgeschichte aus der mittleren und jüngsten Tertiärzeit gedacht. Im Verlaufe dieser Perioden geschah die Krustenbewegung, die zur Aufstauung der Alpen führte.

Untere Süßwassermolasse (Oberoligozän). Etwa in der Mitte der Tertiärzeit, nachdem die Schweiz und das Gebiet der bayerischen Alpen seit Hunderttausenden von Jahren von einem weit über dieses Gebiet ausgedehnten Meer bedeckt gewesen waren, lagen, etwa einer Linie folgend, die sich am Nordfuß der Alpen hinzieht, in der Talfläche eingesenkt, eine Reihe kleinerer und größerer Seen, die auf Schweizergebiet zumeist mit süßem Wasser, auf südbayerischem abwechselnd mit schwach salzigem (brackischem) und süßem Wasser gefüllt waren. In diese Seen wurden mit Schlamm und Sand in größerer und geringerer Masse Pflanzenreste eingeschwemmt, die besonders auf bayerischem Gebiet zu mächtigen mit jenen Sedimenten wechsellagernden Braunkohlenslügen geworden sind. Es sind die Wasser bewohnenden Tiere, die uns über die Beschaffenheit des Mediums berichten, in dem sie lebten. In den sandigen Mergeln der Laufammer Gegend, am hohen Rhonen, von Ruzi bei Schännis, liegen die Schalen von Unionen, Rinneen, u. a.; in den Ablagerungen der bayerischen Seen bei Peißen- und Penzberg, bei Wiesbach und Traunstein sind den Seeabfällen brackische Muscheln und Schnecken, Cyrenen, Cerithien u., in anderen Niveaux derselben Schichtenfolge Unionen, Rinneen, Planorbis eingebettet. Am Land und in den Morästen, die sich den Seen angeschlossen, hausten Rhinoceroten, kleine Tapire und u. a. auch ein paar Arten des sog. Kohlentieres — Anthracotherium —, die durch ein groteskes Gebiß ausgezeichnet und nun längst völlig ausgestorben sind. Dies Gebiß ist ein vollständiges und zwar ähneln die Vorder- und Eckzähne denen von Raubtieren, während die Backenzähne mit ihren der Krone aufgesetzten Schmelzüberzogenen Pyramiden zu pflanzlicher Kost geeignet sind. Zu dieser Fauna gehören noch geweihlose, hirschartige Tiere und auch ein mäßig großes Raubtier, der Amphicyon. Wo aber die Pflanzen, aus denen die Braunkohlenlager hervorgegangen sind, erkennbare Reste — Blätter — hinterließen, gaben sie Zeugnis, daß das damals herrschende Klima in diesen Landen ein tropisches war.

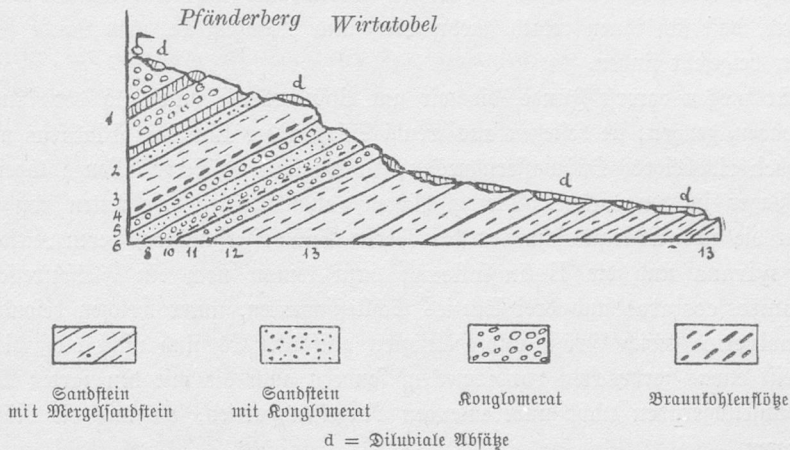
Meeresmolasse (Unteres Miozän). Senkungen dieses Gebietes führten in dasselbe von Südwest die salzigen Wasser des damaligen Mittelmeeres, und damit wandelte sich auch die Wasser bewohnende Tierwelt. Schnecken und Muscheln von mediterranem Charakter, vielfach auch von tropischem Gepräge, wanderten mit den salzigen Wassern ein, die ungefähr derselben Richtung folgten, in der die Seen gelegen waren, so daß ein langgestrecktes, schmales Meeresbecken sich von Südwest nach Ostnordost bis zum Südfuß des Manhart und wohl noch weiter östlich zog. Die Abfälle dieses Meeres,

die sog. Meeresmolasse, sind zum größten Teil bläulich- oder grünlichgraue Mergelsande. In nächster Nähe sehen wir sie am Pfänderberg und im Kanton St. Gallen, bei Meersburg und Überlingen, am Schienberg, in Oberschwaben erst in der Gegend von Viberach; zwischen dem Nordfuß der Alpen und dem Jura, in dessen Längstäler sie noch eindringt, und am Nordfuß der bayerischen Alpen breitet sich die Meeresmolasse aus.

Tief unter dem Meeresspiegel lag das Flecken, das heute Lindau einnimmt, wie auch der Gipfel des Pfänders.

Ein Blick nach dem Pfänderberg von Lindau aus zeigt, daß diese Abfälle, die auf dem Grunde des Molassemeeres sich häuften, die Bewegung mit den alten Gebirgsmassen mitgemacht haben. Nach Nordwest fallen die Sandstein- und Nagelfluhbänke unter einem Winkel von 20° ein.

Fig. 1. Profil vom Tal der Bregenzer Ach bis zum Gipfel des Pfänderberges.



1 Obere Süßwassermolasse mit Bänken groben Konglomerates. Von 2–13 Meeresmolasse, welche bei 4 und 10 Schichten mit Flözen von Braunkohlen und mit Schalen von Land- und Süßwassermollusken einschließt. Von Schichte 5, die als harter grauer Sandstein bei Bregenz gebrochen wird, bis 8 und 9 enthalten die Abfälle mehr oder weniger zahlreiche Versteinerungen von marinen Schnecken und Zweischalern. Auf dem groben mächtigen Konglomerat 11 steht die Gehhardtshapelle. Die Schichte 13, ein plattiger Sandstein, mit Mergel wechsellagernd, vertritt die untere Blättermolasse. Neigung nach NW. mit 20°. Streichen in h. 10. Nach Gümbel, Geologie von Bayern II S. 315 u. 316.

In Wildbächen nach dem Meer geschleppte, auch wohl vom unterhöhlten Fels abgestürzte Trümmer wurden bei der heftigen Brandung der unmittelbar vom Fels überragten Flut hin- und hergeschleudert, verkleinert, gerundet und in geringer Entfernung von der Küste angehäuft abgelagert. So entstanden die groben, bis kopfgroßen Gerölle, die dem Molassesandstein in oft bedeutender Mächtigkeit, nur mit kalkigem oder eisenschüssigem Kitt verbunden, als sog. Nagelfluh eingelagert sind und als oft außerordentlich mächtige Lager dem Nordfuß der Alpen sich anlehnen. Wir kennen sie u. a. vom Rigi, vom Kofberg, vom Speer, aus dem Appenzell, aber auch aus unserer nächsten Nähe vom Pfänderberg. Hier sind es zumeist Kalkgerölle, anderwärts auch kristalline Gesteinsarten, aus denen sie sich zusammensetzen.

Birgt der Sandstein, wo er an ruhigem Strande zum Absätze kam, eine reiche litorale Fauna, so sind dagegen in der Nagelfluh organische Reste selten, nur auf die dickschaligen Auster und Haizähne beschränkt.

Da und dort sind der Meeresmolasse Pflanzenreste eingebettet; es sind vor allem die Blattabdrücke, die uns die Bäume erkennen lassen, von denen die Ufer umsäumt, mit denen die Abhänge des Gebirges geschmückt waren. Charakterbäume dieser Zeit und Landschaft sind die Zimmet- und Lorbeerbäume.

Obere Süßwassermolasse (Obermiozän). Die fortgesetzte Hebung ist es, welche die am Nordfuß der Alpen ausgebreiteten salzigen Wasser zum Abfluß brachte, indem sie den Meeresboden mit in die Bewegung zog. Hierbei wurden die Molasseschichten in flache Falten gelegt und so in den Mulden Hohlräume geschaffen, in denen sich der Regen und die Abwasser der Höhen ansammeln konnten. Die teils kalkigen, teils mergelig-sandigen Abfälle in den so geschaffenen Süßwasserseen sind die jüngere oder obere Süßwassermolasse. Die Zeit ihrer Häufung ist die obermiozäne.

Wieder wandelt sich die Wasser bewohnende Tierwelt. Verglichen mit der Meeresfauna ist sie viel einförmiger; es sind wieder Unionen, Limneen, Planorben u. a. An Mannigfaltigkeit gewinnen aber die in solchen Sedimenten aufbewahrten Organismenreste dadurch, daß sich ihnen relativ mehr Tier- und Pflanzenteile, vom Lande her eingeschwemmt, beigefellt finden.

Hiefür mögen vorerst Funde, die wir am Pfänderberg, unterhalb der Ruggburg gewonnen haben, zeugen; sie bestehen aus wenig Schalen des *Limneus dilatatus* und der *Melania escheri*, beides Süßwasserschnecken; in ungleich größerer Menge lagen aber im selben Lager in den lockeren Mergelschichten Landschnecken, vier Arten von *Helix*, unter ihnen die zwei Charakterchnecken der oberen Süßwasserschichten, deren Leitfossilien: die *Helix sylvana* und die *Helix inflexa*; dazu kommt noch ein Fleischfresser, der *Archaeozonites costatus* und drei Spezies Schließschnecken, unter welchen besonders die *Clausilia helvetica* durch Größe und Häufigkeit auffällt. Es sind nicht bloß die zahlreichen, meist etwas zerdrückten Landschnecken, sondern auch die mit den zarten Mergelschichten wechsellagernden nicht unbedeutenden Nagelfluhpartien, die uns die Nähe des Ufers verraten.

Fundstellen der Fauna und Flora derselben Zeit, wohl entfernter von Lindau gelegen, doch immer noch im Gebiet des Bodensees, sind durch ihren außerordentlichen Reichtum vor allen hervorragend, da sie die Kenntnis der Tier- und Pflanzenwelt jener Zeit in hohem Grade gemehrt haben. Ihre eingehende Schilderung danken wir Oswald Heer in seiner „Urwelt der Schweiz.“

Auf der rechten Seite des Untersees, nämlich wo er sich in den Rhein verschmälert, am Hang und auf der Höhe über Wangen und Dningen, liegen zwei Gruben, in denen der Süßwasserkalk in verschiedener lithologischer Entwicklung ansteht. Für unsere Fragen sind besonders die plattigen, ja außerordentlich dünnplattigen, zarten Kalle vom größten Interesse, da sie hauptsächlich die Lagerstätten der mannigfaltigsten Organismen sind. In außerordentlicher Mannigfaltigkeit hat Heer die Insekten beschrieben, die trotz der Zartheit ihrer Flügel in vorzüglicher Erhaltung auf den Schichtflächen liegen, und derselbe Forscher konnte auch zur Aufklärung des damals herrschenden Klimas bedeutsame Schlüsse daraus ziehen. Was aber am deutlichsten und sichersten über das Klima damaliger Zeit Zeugnis ablegt, sind die ungemein zahlreichen und mannigfaltigen, wohl erhaltenen, vielfach mit Tierresten zusammenliegenden Blätter, Blüten und auch Früchte, vielfach auch noch in größerem Zusammenhang. Schon die außerordentliche Mannigfaltigkeit läßt auf warmes, mindestens subtropisches Klima schließen. Allerdings sind

die ausschließlich tropischen Formen nicht mehr so zahlreich und mannigfaltig, als dies in älteren Tertiärfloren der Schweiz der Fall ist. Immerhin sind noch Reste von Fächer- und Fiederpalmen, von Feigenbäumen, von feinblättrigen echten Akazien, von Brasilienholzbäumen und Cassien vorhanden. Den größten Teil der Öninger Flora machen aber die immergrünen Bäume mit lederigen Blättern aus, die einem Winter, wie er in der gemäßigten Zone auch am Bodensee stattfindet, unbedingt erliegen würden. Darunter sind immer noch die Laurineen, die Zimmet- und Kampferbäume häufig. Nun treten aber zu den subtropischen Pflanzen Formen der gemäßigten Zone mit fallendem Laub hinzu, denen also der Wechsel der Temperatur im Jahre einen Blattfall auferlegt, wie die Ahorne und Pappeln; unter ihnen ist jedoch noch keine nordische oder alpine Form.

So schließt Heer auf ein Klima, wie es heute etwa auf den Kanaren herrscht; er schließt auf eine Jahresisotherme von 18—19° C. Hiemit stimmt auch die Mannigfaltigkeit der Tierwelt dieser Zeit, für die eine mannigfaltige Vegetation Bedürfnis war. Bei den hirschartigen Wiederkäuern werden sich nun auch hier Geweihe eingestellt haben. Die Riesen der Säuger, die Vorfahren der Elefanten, die Mastodonten, dann das seltsame Dinotherium, mögen wohl auch in der Bodenseegegend gelebt haben, da sie in gleichaltrigen Mooren der Schweiz Reste hinterlassen haben. Ein gleiches gilt vom damaligen dreizehigen Pferd, dem Anchitherium, einem schweinsartigen Tierchen, dem Hyotherium, dem kleinen Biber Chalicomys und einem Gibbon ähnlichen Affen. Unter den Kaltblütern sind reichlich vertreten die Schlangen und Schildkröten; unter den Amphibien sei ein Riesenfrosch und ein Riesensalamander besonders hervorgehoben, ein Tier, das sich kaum vom Riesensalamander Japans unterscheidet, während der Riesenfrosch dem Hornfrosch Brasiliens sehr nahe stehen soll. In Öningen herrschte also zur Zeit der oberen Süßwassermolasse ein subtropisches Klima. Wie es aber am Untersee war, so auch am Obersee.

Wie es u. a. das Profil des Pfänderberges vor Augen bringt, dauerte die Krustenbewegung noch in die Öninger Zeit hinein fort. Auch unter dem Boden Lindaus und seiner näheren Umgebung zieht die obere Süßwassermolasse durch, deren Vorhandensein freilich kein so allgemeines ist, wie das der Meeresmolasse; der Aufschluß im Bösenreuter Tobel macht es höchst wahrscheinlich. Wie schon angedeutet, liegen die diluvialen Sedimente, z. B. auf dem Pfänder, unmittelbar auf der oberen Süßwassermolasse. Hier, wie anderwärts ruhen sie auch auf der Meeresmolasse und auf noch viel älteren geologischen Gebilden.

Miozänzeit (Hiatus). Aus der dem oberen Miozän folgenden Pliozänzeit, die viele, viele Tausende von Jahren umfaßt, existiert im Vorlande der Alpen kein Absatz, und daher kennen wir auch keine Reste organischen Lebens. Und doch hatte gewiß diese Landschaft ein dem herrschenden Klima entsprechendes Pflanzenkleid, das unmittelbar, wie mittelbar einer Tierwelt Nahrung, Existenzmöglichkeit bot, bedeckt.

Was ging denn nun in der Zwischenzeit zwischen der Existenz der Öninger Tierwelt und dem ersten Vordringen der Gletscherzungen aus dem Gebirg in dessen Vorland in weiter Ausdehnung vor?

Wohl zeigt der Vergleich der Öninger Flora mit der erst seit zwei Jahrzehnten bekannt gewordenen Flora im Untermaingebiet deutlich, daß, was sich eigentlich von selbst versteht, die Isotherme beträchtlich gesunken ist. Des genaueren läßt die Ober-

pliozänflora¹ im Mittelrheingebiet, dem das Untermaintal zugehört — nur 2 Breitengrade nördlicher — erkennen, daß unmittelbar vor Ausbruch der Gletscher ins Weite in Frankfurts Umgegend noch ein Klima herrschte, das wohl nur wenig wärmer war, wie das heutige, wo die mittlere Luftwärme des Jahres nahezu 9,7° C ist. Die Luftfeuchtigkeit scheint auch etwas größer gewesen zu sein, als heute. Aber wie bei allen tertiären Floren, so auch bei der jungpliozänen, sind die Elemente, die sie zusammensetzen, heute auf der weiten Erde zerstreut. Was im Untermaintal den Waldbestand ausgemacht hat, steht heute zu einem nicht unbedeutenden Teile im westlichen und östlichen Nordamerika, dann auch ein nur um wenig kleinerer Teil in Ostasien; auch Kleinasiaten und Nordafrikaner gehören dieser Flora an, sogar Bäume, die heute nur in Australien leben. Wenig mehr als ein Viertel gehören in ihren nächsten Verwandten der Jetztzeit an. Sie sind freilich zum größten Teil wohl in der Zwischenzeit ausgewichen, kamen aber derzeit wieder zurück. Manche Formen sind dann eben völlig ausgestorben.

Im besonderen sei nur kurz erwähnt, daß die nachtsamigen Bäume, die heute bis auf 5—6 Arten bei uns zusammengeschmolzen sind, in außerordentlicher Mannigfaltigkeit — etwa viermal so viel — kurz vor dem Beginn der Glazialzeit noch im mittleren Rheingebiet lebten.

Die immergrünen Pflanzen hatten sehr abgenommen, außer den heutigen, der Stechpalme, dem Buchs und dem Efeu kennen wir in der jungpliozänen Flora nur eine subtropische Pflanze, den Fudendorn (*Zizyphus*). Es sind fast ausschließlich Pflanzen der gemäßigten Zone; nur noch eine kleinfrüchtige Palme hat sich aus früherer Tertiärzeit erhalten. Was wir dem entnehmen können ist, daß der Vormarsch der alpinen Gletscher aus ihren Firnfeldern kein plötzlicher war, daß sich vielmehr die Bedingungen desselben langer Hand vorbereitet haben, daß die Eismassen im Gebirge wohl mit viel Schwankungen nur langsam zunahmen.

Verwitterung und Abtragung sind die Vorgänge, die sich im Bodensee- und Schweizergebiet während der Pliozeiten vor allem geltend machen; am Schluß fand die Ansammlung von mächtigen Wassermassen in der Abflußrinne der Alpen, dem Rheintal unterhalb Basel statt. Was überall, jetzt und zu allen Zeiten, geschieht, wo die Erdoberfläche ungeschützt durch Wasser- und Eisbedeckung mit den Atmosphären, dem Wasser, der Kohlensäure und dem Sauerstoff, in unmittelbarer Berührung ist, besteht in einer Lockerung des Festen, einer Lösung des Löslichen, einer Entführung des Gelösten in die Tiefe und unter Umständen auch in die Ferne. So kann ohne kräftigen Transport durch das Wasser oder den Wind Schutt auf Schutt an Ort und Stelle gehäuft bleiben; es kann der Fels bis in größere Tiefen durch und durch faul werden und sich in Haufwerke von verschiedenen zusammengesetzten Tonen und dazwischen Quarzkörnern verwandeln. Solche Verhältnisse scheinen nach Abfluß oder Abdunstung der obermiocänen Seen im Gebiete der Zentralalpen und ihres Vorlandes geherrscht zu haben.

Der Abtragung des Gelockerten durch Regen und Wind sind natürlich die Höhen mehr ausgesetzt. Der verschiedene Grad der Zersetzungsfähigkeit der sie bildenden Gesteine wird Höhendifferenzen schaffen, Hohlräume zwischen Rämmen und Spizen. Mit der

¹ H. Geyler und F. Kinkelin. Die Oberpliozänflora des Klärbeckens bei Niederrad und der Schleuse bei Höchst a. M. *Abhandlungen der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft* XV, Heft I, 1887. H. Engelhardt und F. Kinkelin. Die Oberpliozänflora des Untermaintales, insbesondere des Frankfurter Klärbeckens. *Senckenbergische Abhandlungen* XXXI, 1907.

Erhöhung des Gebirges infolge der Aufstauung fand, wenn auch in langsamerem Tempo, auch beeinflusst von der Ausdehnung einer schützenden Pflanzendecke (Wälder und Wiesen) die Abtragung, die Minderung der Berghöhen statt — ein Vorgang, der bis auf den heutigen Tag sich fortgesetzt hat. Anders ist der Verlauf in dem flacheren Vorland, das von verhältnismäßig gleichartigen Gesteinen erfüllt ist. Hier mögen sich je nach ihrer Wasserdurchlässigkeit die Zeretzungsprodukte mehr gehäuft haben, solange die Wasser nicht ausreichten, das Gelockerte zu entfernen. Die Regengüsse und Bächlein wirkten mehr in die Breite. Mit Zunahme der atmosphärischen Niederschläge wurden auch diese Reste der Verwitterung durch Regengüsse weggespült, abgetragen — in stärkerem Maß, wo keine genügend schützende Pflanzendecke vorhanden war. Es entstand eine vom Gebirgsfuß nach außen schwach geneigte, wellige Abtragungsfläche, auf der sich in der Folge die Eismassen und die von ihnen aus dem Gebirg geschleppten Trümmernmassen ausgebreitet haben.

Mit weiterer Zunahme der atmosphärischen Wasser machte sich dann auch die Erosion der gewaltig angeschwollenen Wildbäche, Schmelzwasser und Überschwemmungsfluten, die Wirkung in Rinnen, in deren Ausfurchung und Verbreiterung geltend. Schluchten und Täler durchsetzten Gebirg und Vorland, und die Flüsse vertieften und erweiterten sie mehr und mehr. In Form kalkfreier Sande und Tone nahm das durch Abfließen zwischen Schwarzwald und Vogesen, Odenwald und Haardt hervorgegangene Rheintal die unlöslichen Reste der Verwitterung im Plöszänsee auf, bis der Weg nach dem Meer frei wurde.

Diluvium.

In Europa sind es die Anzeichen eines entschieden kälteren Klimas und die Zeugen einer mächtigen und weiten Anhäufung von Eismassen im Norden Europas und im Gebiete der Alpen und der ihnen nahen Gebirge, durch die sich die der Tertiärperiode folgende Diluvialzeit einleitet und zu manchen Zeiten ihres Verlaufes kennzeichnet.

Vor allem ist es die Erhebung der Alpen, durch die die Oberflächengestalt der näheren Umgebung Lindaus und die Gebilde, aus denen sie aufgebaut ist, verständlich werden; denn die hoch ins Luftmeer ragenden Alpen waren die erste Bedingung für die Anhäufung bedeutender Massen von Schnee und Eis, welche letzteres seiner plastischen Beschaffenheit entsprechend sich nun auch weit über das Gebiet, in dem es entstanden war, und in dem es sich häufte, ausbreitete. Zahlreiche und mächtige Eisströme bewegten sich so nach Nord und nach Süd. Einem der mächtigsten, dem diluvialen Rheingletscher, wird auch die Austiefung, das Ausschauern der Mulde zugeschrieben, in der sich heute die Wasser zum Bodensee angesammelt haben.

So ist Lindau einzig gelegen, das großartige Bild, das aus dem Zusammenwirken der gewaltigsten Kräfte hervorging, zu überschauen. Zugleich mit der Aufstümmung der Alpen waren auch die Umstände geschaffen, die zu ihrer teilweisen Abtragung, also auch zur Minderung ihrer Höhe führten.

Glaziale Bildungen.

Die Wasser — klein und groß — und auch die Eisströme schafften die aus der Verwitterung fort und fort hervorgehenden Trümmernmassen — groß und klein — der Tiefe zu — die Eisströme, sei's auf ihrem Rücken, sei's auf ihrer Sohle, soweit sie

selbst reichen. Da ist es — an der Stirn des Gletschers — wo die Trümmernmassen schließlich bei längerem Stillstand des Gletschers sich aufhäufen.

Moränen. Als Moränen bezeichnet man die entsprechend ihrer Entstehung ungeordneten Trümmerhaufen des Eistransportes. Die auf dem Eisstrom verfrachteten Schutt- und Blockmassen sind die Oberflächenmoränen. Sie gehen aus dem Absturz der durch Verwitterung entstandenen Trümmernmassen der den Gletscher begleitenden Abhänge hervor; es sind Seitenmoränen oder bei dem Zusammentritt zweier Eisströme aus solchen hervorgehende Mittelmoränen.

Die auf dem Bett des Eisstromes gelegenen, zum Teil aus der Aufbereitung der Sohle sich bildenden Gesteinsmassen, die auch noch dadurch vermehrt werden, daß durch Gletscherspalten und am Rand des Eisstromes Schutt nach unten gelangt, bilden die Grundmoräne. Sie schiebt der Gletscher teils vor sich her, teils überschiebt er sie; auch schiebt er sie an den Rändern nach oben. Die Oberflächenmoräne, wie auch die Grundmoräne setzen sich aus Trümmern der verschiedensten Größe zusammen.

Was die Grundmoräne besonders auszeichnet, das sind die durch Druck und Reibung an den transportierten Blöcken und Geschieben erzeugten Abschleifungen und in weicheren Geschieben durch härtere eingravierten Schrammungen.

Dieselben Polierungen und Ritzungen entstehen auch auf der Felssohle des Gletschers. Es sind dies die Rundhöcker des ehemals vergletscherten Gebietes, wie wir sie z. B. am Kummerberg bei Gözis, an den Kapfen bei Feldkirch und besonders schön an den Hängen des Mtales im Montafun sehen. Reichliche Beimischung von feinstem Zerreibsel zeichnet auch die Grundmoräne aus, so daß die statt Grundmoräne gebräuchlichen Namen: Blocklehm — Geschiebelehm — Steinletten ganz bezeichnend sind.

So erklärt es sich, daß bei längerem Stillstand des Gletschers in seinem Wachstum wallartige Höhen entstehen, die bei größerer Ausdehnung seines Stirnrandes einen nach außen ausgebogenen Moränengürtel bilden. Diese Endmoränen setzen sich also sowohl aus dem Material der Oberflächenmoräne, wie auch aus dem der Grundmoräne gemischt zusammen.

Zungenbecken. Der aussehenerndenden Wirkung des Gletschers ist es zuzuschreiben, daß sie gegen das Ende ihrer fächerförmigen Ausbreitung eine Sohle erzeugen, die nach außen sich hebt. Diese muldenförmigen Ausschürfungen sind die Zungenbecken der Gletscher.

Diluviale rheinische Geschiebe. Nicht zu kleine Gletschergeschiebe geben, sofern das Gestein, aus dem sie bestehen, beschränktes Vorkommen hat, mit ihrer ursprünglichen Lagerstätte auch den Ursprung des Eisstromes an. Wie verschiedenaltige Meeresabfäße durch besondere charakteristische organische Reste, die sie bergen, nach ihrem Alter unterschieden werden, so können auch verschiedene Gletschergebiete draußen im Vorland nach ihrem Ursprung durch Gesteine erkannt werden. So ist u. a. der Albulagranit mit seinem lichtgrünen Feldspat ein Leitfossil des Rheingletschers, und der durch seine großen Feldspatkristalle ausgezeichnete Puntaigliasgranit ein Leitfossil des linken Ufers des Rheingletschers und seiner westlichen Ausbreitung über den Wallenstadter See. Besonders zahlreich sind im Gletscherschutt unserer Landschaft, den der Rheingletscher gebracht hat, die Gneise der Silvrettagruppe, die Sernftonglomerate aus dem Glarus, die verschiedenen Kalkgeschiebe der jurassischen und kretazischen Schichten zu beiden Seiten des Rheintales, der Grünjandstein des Gault, besonders zahlreich auch Hornblendegesteine,

Diorit und Hornblendeschiefer, aus dem Montafun u.; nicht selten sind auch die Serpentine und Gabbro des Oberhalbsteintales.

Fluvioglaziale Ablagerungen (Schotterfelder). Es erübrigt noch, unter den Glazialbildungen die fluvioglazialen Ablagerungen hervorzuheben, die im Vorlande der Alpen zur Bildung der außerhalb der Endmoränen weit gedehnten Schotterfelder das Material liefern.

Zur Beurteilung der Wiederholung der Eiszeiten, der Zeiten außerordentlichen Wachstums der Gletscher, waren die Schotterfelder von größter Bedeutung, da die alten Moränen in hohem Maße dem Zerfall anheimgefallen sind, ihr Verlauf und Zusammenhang daher verwischt ist. Der Anhäufung der Endmoränen haben wir oben gedacht. Parallel mit ihr findet die Ablagerung und Ausbreitung der Schotterfelder außerhalb des Moränenwalles statt, so daß jedem Moränenwall ein Schotterfeld entspricht und umgekehrt.

Mit dem Stillstand des Gletschers, der doch nur einen Gleichgewichtszustand darstellt zwischen dem Wachstum des Eisstromes, seinem fortgesetzten Vordringen aus den Firnfeldern nach außen und unten einerseits, und seinem Rückzug, seiner Abnahme infolge des durch die Sonnenwärme bedingten Schmelzens auf seiner ganzen Oberfläche und an seiner Stirn andererseits gehen bei solch enormen Gletschern, wie es die diluvialen waren, auch außerordentliche Massen von Schmelzwasser hervor, fort und fort. In der Art von häufig ihren Lauf verschiebenden Flüssen haben die Gletscherbäche die sich ihnen zum Transport anbietenden Geschiebe ausgebreitet. Das Material bot sich ihnen in unmittelbarer Nähe, in den Moränen. Je nach der Länge des Transportes werden dann die unter dem Gletscher bewegten noch nicht gerundeten, kantigen Geschiebe zu kantengerundeten und allseits gerundeten Geröllen. Die feinen Trümmer, der Sand und der Schlamm, werden in die Ferne entführt, so daß die Schotteranhäufung, wie gewaschen, solcher völlig entbehren, nahe dem Moränenwall aber nicht bloß kantige, sondern noch aus der Grundmoräne stammende, gekritzte Geschiebe bergen.

Ihrer Entstehungsgeschichte entsprechend werden solche, nur aus gröberen Geschieben bestehende Absätze fluvioglaziale genannt.

Solcher Schotterfelder konnte Penck in Schwaben und im nachbarlichen Oberbayern vier zeitlich verschiedene — verschieden nach ihrer absoluten Höhe und nach ihrem Erhaltungszustand, nämlich nach dem mehr oder weniger tiefgreifenden Verwitterungszustande — unterscheiden.

Diluviale Nagelfluh. Eine Eigentümlichkeit, die ältere Schotteranhäufungen der oben beschriebenen Art vor den jüngeren, insbesondere vor denen zur Jungmoräne gehörigen voraushaben, ist die mehr oder weniger starke Verkittung ihrer Elemente zu groben Konglomeraten. Nach ihrer Ähnlichkeit mit der tertiären Nagelfluh werden sie diluviale Nagelfluh, auch löcherige Nagelfluh benannt — löcherig, weil ihre Gerölle vielfach nicht an ihrer ganzen Oberfläche verkittet sind, so daß zwischen ihnen auch unverkittete Stellen vorhanden sind.

Eiszeiten und Interglazialzeiten. Die verschiedene Höhe, welche die vier verschiedenen Schotterfelder einnehmen, spricht sich landschaftlich durch ihre staffelförmige Anordnung aus — ein Erzeugnis der Erosion, die sich zwischen je zwei Perioden der Aufschüttung äußerte. Der Eintritt wärmeren Klimas, das den Rückgang der Gletscher zur Folge hat, führt also im Gegensatz zur vorausgegangenen Eiszeit zur Talvertiefung.

So erkannte Penck, daß das Eiszeitalter vier Eiszeiten und drei Interglazialzeiten umfaßt, vier Zeiten der Aufschüttung von Moränen und Schotterfeldern und drei der Talvertiefung, in denen die alpinen Gletscher bis weit gegen ihr Quellgebiet zurückgegangen, zurückgeschmolzen sind.

Jungmoräne. Beim vierten außerordentlichen Vordringen der Eisströme wurde der Moränenwall aufgehäuft, den Penck im Gegensatz zu den in ihrem Verlauf nicht oder kaum erkennbaren älteren Endmoränen die Jungmoräne nennt.

Nach kleinen Flüssen, in deren Gebiet das eine und andere Schotterfeld in Schwaben und dem benachbarten Oberbayern besonders ausgedehnt entwickelt ist, hat er den vier Eiszeiten Lokalnamen gegeben. Die Zeit der ersten Vergletscherung nennt er die Günzeiszeit, die der folgenden die Mindeleiszeit, die dritte die Riß- und die vierte die Würmeiszeit.

Die letztere ist an ihren aufgehäuften Schutt- und Schottermassen nicht nur durch ihre gute Erhaltung gekennzeichnet; ein eigenartiges Sediment der äolische Böß, der über die älteren Moränen und Schotterfelder ausgebreitet ist, wird auf der auf den Jungmoränen und ihren Schotterfeldern nie beobachtet.

Dieselben Verhältnisse, wie in Schwaben, hat Penck im Vorland des Gesamtgebietes der Alpen im Norden und Süden beobachtet und in seinem bedeutsamen Werk: „Die Alpen im Eiszeitalter“ 1901—1907 geschildert.

F. Mühlberg hat auf Grund seiner Studien in der nordwestlichen Schweiz (Mitteilungen der Aargauischen Naturforschenden Gesellschaft 1895, Heft VII) ein fünfmaliges außerordentliches Anwachsen der Gletscher in diesem Gebiet, in dem Rhone-, Aar-, Reuß- und Limmatgletscher endigen, erkannt.

Für Penck, wie für Mühlberg gilt als letzte große Eiszeit dieselbe, die sich im Vorland der Alpen durch Endmoränen, die noch in ziemlich gutem Zusammenhang und Zustand vorhanden sind, dokumentiert.

Im Gebiete des Rheingletschers besteht die Jungmoräne aus zwei einander nahen und ziemlich parallel verlaufenden Endmoränen, einem äußeren und einem inneren Moränengürtel. Ihr Verlauf in Oberschwaben von Ost nach West ist etwa aus folgenden Ortsangaben zu entnehmen: Isny, Leutkirch, Waldsee, Schussenried, Osterach, Pfullendorf.

Innerhalb dieses Kranzes, immerhin von ihm nicht unbeträchtlich entfernt, liegt die Hügellandschaft um Lindau, die wir im Nachfolgenden beschreiben wollen.

Auch sie ist das Erzeugnis des Rheingletschers. Von der Mächtigkeit des Rheingletschers, der sich nicht bloß nördlich weit vorgeschoben hat, zur Riß-Eiszeit über Viberach, von der Dicke der über unserer Landschaft lastenden Eismassen gewinnen wir eine Vorstellung, wenn wir Gletscherschutt auf der Höhe des Pfänders treffen, wenn wir beträchtlicherem Moränenmaterial z. B. bei Zucken oberhalb des Eichberges begegnen. Soweit vom Quellgebiet lagen also Höhen von 1000 m noch unter Eis, und auf ihrem Rücken ist noch Jungmoräne mit größeren erratischen Blöcken ausgestreut. Über dem heutigen Spiegel des Bodensees war der rheinische Eisstrom mindestens 600 m stark. In den Tausenden von Jahren des Eiszeitalters dürfen wir den von ihm auf die auf seiner Sohle bewegten Geschiebe geübten Druckkräften wohl die Ausweitung einer so bedeutenden und tiefen Mulde, wie sie der Bodensee ist, zumuten.

Die verschiedenen Abfälle aus dem Stromgebiete des Rheins in der Umgegend von Lindau.

Sind auch fast alle Gebilde, aus denen sich die Landschaft nördlich um Lindau und auch die Lindauer Insel selbst aufbauen, eines Ursprungs — alpine Trümmer — so sind sie doch nach Entstehungsgeschichte, innerer Struktur und Oberflächenform, nach Art der Verbreitung, Größe des Kornes ihrer Elemente nicht wenig verschieden. Es sei uns erlaubt, der örtlichen Beschreibung und geschichtlichen Darstellung eine Charakteristik dieser Gebilde voranzuschicken. Ihre Aufeinanderfolge deutet auch ungefähr ihre geschichtliche Folge an.

1. Die obere Süßwassermolasse. Das allgemein liegende der zu beschreibenden Landschaft ist ein mergeliger, mehr oder weniger lockerer Sandstein; es ist die oberste, tertiäre Schichtenfolge (Obermiozän) des Pfänderbergzuges, der sich aus den teils marinen, teils süßen Abfällen der mittlern Tertiärzeit — vom Oberoligozän bis zum Obermiozän — zusammensetzt. Nahe der Ruggburg, am westlichen Abhang des Pfänderberges z. B. steht dieses Obermiozän in beträchtlicher Mächtigkeit an und schließt auch Nagelfluhbänke ein. In dem zarten, mergeligen Sandstein wird das geologische Alter durch eingebettete, leidlich guterhaltene Konchylien bezeugt. Hier, unter der Ruggburg wurden von uns folgende Fossilien¹ gesammelt:

Helix (*Helicodonta*) *osculum* v. Klein var. *giengenensis* Kraus.

Helix (*Pentataenia*) *sylvana* v. Klein.

Helix (*Campylaea*) *inflexa* v. Klein.

Helix (*Zenobia*) *carinulata* Sandb.

Archaeozonites *costatus* Sandb.

Clausilia (*Triptychia*) *helvetica* C. Mayer.

Clausilia (*Triptychia*) *teutonica* nov. sp.

Clausilia (*Pseudidyla*) *moersingenensis* Sandb.

Limneus *dilatatus* Noul. juvenis.

Melania *escheri* Mer. var. *grossecostata* Sandb.

In unserem näheren Gebiete ist die obere Süßwassermolasse nur durch die etwas tiefergreifende Erosion des Rückenbaches im sog. Bösenreuter Tobel auf eine kurze Strecke freigelegt.

2. Diluviale Nagelfluh, auch löcherige Nagelfluh genannt. Nicht allein die tertiären Schotter und Strandbildungen, sondern auch die älteren diluvialen Geschiebemasse, sind zu zusammenhängendem Gestein, zu Konglomeraten, sog. Nagelfluh verkittet; Gesteine dieser Art, aus diluvialer Zeit stammend, mit mehr oder weniger festen Sandsteinen wechsellagernd, kommen im östlichen Teile unseres Gebietes vor. Ohne Einwirkung äußerer Kräfte sind diese Schottermassen aus früheren diluvialen Eisperioden horizontal gelagert, ohne Neigung zum oder vom Gebirg.

3. Die Grundmoräne. In größerer oder geringerer Menge sind dem feinsten Zerreibsel der Gesteine größere oder kleinere Geschiebe, vom Sandkorn bis zum hausgroßen Block, kantig und gerundet, ohne irgend welche Ordnung eingebettet, ja eingeknetet, so daß dieses als Geschiebemergel bezeichnete Gemenge oft von außerordentlicher

¹ In litteris nach Bestimmung von Herrn Carlos Joos in Stuttgart.

Festigkeit und Zähigkeit ist. In Lindau führt es den Namen „Schlegelletten“, weil es des Schlegels bedarf, um in dasselbe einzudringen; auf dem Land nennt man es hier „Steinletten.“ Das typische Kennzeichen dieser Moräneanhäufungen sind, wie schon erwähnt, die geschliffenen und gekritzten Gesteine; natürlich können solche Gravuren nur in den Geschieben geringerer Härte entstehen, also besonders in Kalksteinen, Dolomiten, Mergeln, Sandsteinen, auch in Serpentin. In verschiedener Richtung sieht man diese mehr oder weniger tiefen Ritzen und Schrammen, als hätte man mit dem Messer das Gestein auf seine Härte prüfen wollen. Hier haben unter dem Druck und Schub der auflastenden Eismassen die härteren, kantigen Steine und Sandkörner in die mit ihnen im

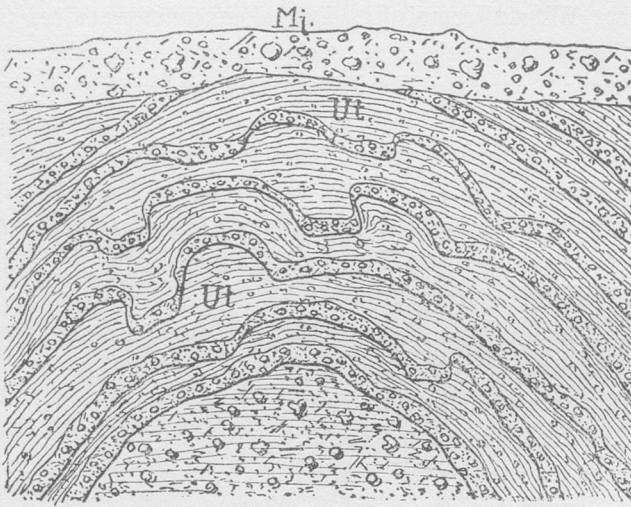


Fig. 2. Westliche Kiesgrube zwischen Schachen und Enzisweiler hinter dem Schlöfle (Rärtchen n).

U1 = Umschüttungsterrasse; Mj = Jüngste Moräne.

Ganz dasselbe Profil hat auch die auf der Nordseite des Wasserburger-Büchel-Drumlins gegenüber Hochsträß gelegene große Kiesgrube.

Gletscherschlamm eingekneteten die Einschnitte gemacht. Im Gegensatz hiezu sind alle vom bewegten Wasser — von Flüssen oder Wellenschlag — transportierten Geschiebe glatt und je nach der Weite des Transportes mehr oder weniger gerundet.

Die Grundmoräne ist die allverbreitete Grundlage der Lindauer Landschaft, die also eine Moränenlandschaft ist. So führt jeder Spatenstich in den Untergrund Lindaus dieses Gebilde vor Augen.

4. Die Umschüttungsterrassen (Fig. 2). Die Entstehungsgeschichte dieses Gebildes war uns anfangs recht rätselhaft. Das Material dieser Terrassen ist ausschließlich Moränenmaterial. Sand und Geschiebe, selten Blöcke, sind ihre Bestandteile; sie lassen einigermaßen eine Schichtung erkennen. Günstige Aufschlüsse führen die diskordante Anlagerung an die Grundmoräne vor Augen. Durch das Einfallen nach West, Nord und Ost hüllen sie mantelartig den Moränenkern ein. Ihre örtliche Verbreitung ist eine ganz bestimmte, begrenzte, insofern sie sich nur an der Nordseite der nahe der Seeuferlinie sich hinziehenden Grundmoränen-Hügelzüge abgelagert finden. Den klarsten Aufschluß sahen wir in Mooslachen (Rärtchen m).

5. Die Fluvioglazialen Terrassen. Bei diesen Schotteranhäufungen ist die Schichtung ebenfalls nicht sehr deutlich; sie setzen sich aus zum Teil geschrämmten, zum Teil gerundeten Geschieben und aus Sanden, da und dort auch aus Blöcken zusammen; sie sind jedoch im Gegensatz zu den eben besprochenen horizontal gelagert und in unmittelbarer Nähe der Glazialbildungen aufgeschüttet, wohl auch vielfach von unter dem Gletscher fließenden Schmelzwässern aufgehäuft. Sie bestehen daher aus Moränenmaterial, aus dem aber mehr oder weniger der feinere, leichter bewegliche Schutt, der Schlamm ausgewaschen ist. Gute Aufschlüsse sahen wir hinter der Mühle von Herrn Giovanoli in Neutin (Kärtchen q) und gegenüber der Wassermanns-Mühle in Mozach (Kärtchen r).

6. See- und Deltabildungen (Fig. 3). Diese Absätze sind vielfach äußerst zartgeschichtete Sande, mit denen jedoch nicht selten mehr oder weniger starke Kieselstreifen wechsellagern, sodaß die Kiesel-schichten vorherrschen können. Ihr wesentlichstes Kennzeichen

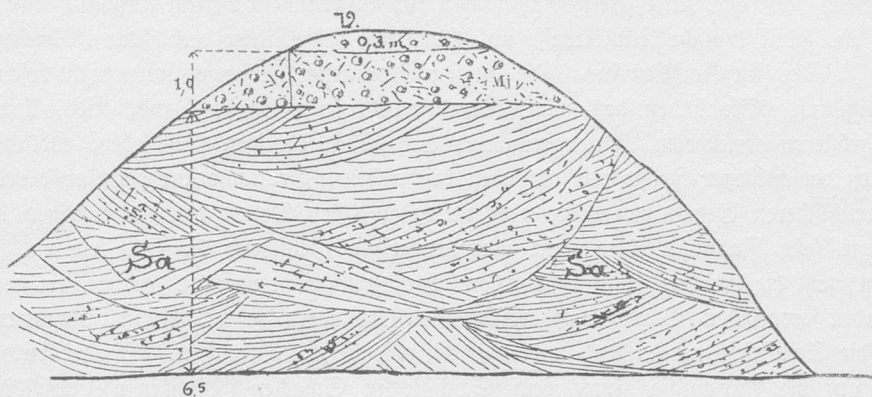


Fig. 3. Sandgrube gegenüber der unteren Mühle in Hemigkofen (Kärtchen a).

Sa = Feiner Sand mit Kreuzschichtung mit wenig Kieselstreifen, muldenartig gelagert; Mj = Jüngste Moräne mit viel Geröllen; V = Verwitterungsschicht.

ist die Kreuzschichtung, die sogenannte diskordante Parallelstruktur. A. Walter nennt die Art und Weise dieser Absätze unregelmäßige Schichtung. Sie sind unter dem Einflusse beständig wechselnder Wellen und Strömungen entstanden und kennzeichnen also Ufergebiete. Die vielfach außerordentlich geringe Stärke der einzelnen, sich folgenden Schichten bezeugt den raschen oftmaligen Wechsel in der Strömungsgeschwindigkeit der auf- und anschüttenden Welle. Was die Seewelle in dieser Weise ordnet, stammt natürlich aus den Moränen oder aus Absätzen von Bächen, die es aus Moränen herbeigetragen haben. Hierbei hat die anflutende Welle einen Teil des zuvor Aufgeworfenen beseitigt, ausgewaschen. Der Rest wird dann gegen das darauf Angeworfene diskordant sein. Die Kreuzschichtung weiter verbreiteter Sandabsätze ist auch in den vom Wind zusammengetragenen Dünen zu beobachten, da der Wind, wie es die Welle tut, mehr oder weniger feine Sande abwechselnd nach der einen und andern Seite aufschüttet und abträgt. Hier kann es sich nicht um diese Entstehungsweise handeln; denn in allen kreuzgeschichteten Sanden sind auch mehr oder weniger grobe Kieselagen eingebettet, die der Wind nicht zu bewegen vermochte; ferner beschränken sich diese Bildungen hier allein nur auf das dem heutigen Ufer nahe, ehemalige Seeufer.

Diese Ablagerungen finden sich natürlich auch, wie die Umschüttungsterrassen, nur auf der Südseite der Landschaft und sind auf die dem heutigen nördlichen Seeufer nahen Hügelzüge beschränkt.

Mehrere schöne Aufschlüsse sind u. a. bei Hemigkofen (Rärtchen a b c) zu beobachten. A. Penck erwähnt die Ablagerung am Drain in Rieden bei Bregenz; auch K. Sieger erwähnt solcher Absätze.

7. Flußterrassen. Die Wechsellagerung von gröberem und feinerem Sanden mit größeren oder kleineren, durchaus gerundeten Geröllen, die sich horizontal übereinander angehäuft zeigen, zeichnet die vom Fluß transportierten Sedimente aus. Man trifft solche Flußterrassen in unserem Gebiete an Grundmoränen, ferner an Umschüttungsterrassen diskordant angelagert. Ihr ursprünglicher Zusammenhang ist wie der anderer Sedimente mehrfach durch Abtragung zerstört. Wie die Seeabsätze nehmen sie ein höheres Niveau ein, als die Absätze heutiger Flüsschen, die übrigens fast nur durch Erosion verändernd auf das Relief hiesiger Landschaft sich äußern. In weitem Anschnitt kann man u. a. eine ganz typische Flußterrasse auf Hochsträß bei Mitten beobachten (Rärtchen g).

8. Die jüngste Moräne. Die jüngsten Moränenanhäufungen treten nicht besonders mächtig auf. Sie haben das wirre Durcheinander von Lehm, Sand, Kies, kleineren und größeren gerundeten, kantengerundeten und völlig kantigen Geschieben, endlich von Blöcken verschiedener Größe mit der oben beschriebenen Grundmoräne gemein; die durch den reichlicheren Gehalt von Lehm oder Letten und den Druck, den sie erfahren hatte, bedingte feste Packung fehlt diesen moränenartigen Gebilden; sie sind lockerer. Ihr mögen wohl die meisten der so außerordentlich zahlreichen in unserem Gebiete frei herumliegenden erratischen Blöcke angehören. Sie überlagert da die Umschüttungsterrasse, dort die Seeaufschüttungen und anderwärts fluvioglaziale Terrassen. Wir weisen besonders auf die Aufschlüsse hinter dem Schlöfle in Schachen (Rärtchen n), auf die bei Hemigkofen (Rärtchen a b), und die hinter der Giovanolimühle; nahe derselben, in der Riesgrube von Herrn Klesler (Rärtchen q), ruht sie auf Schichten mit diluvialer Nagelfluh.

9. Moore. Mit organischer Substanz reichlich durchsetzte schwarze Letten liegen in den zwischen den Hügeln sich streckenden Talungen. Sie ruhen auf Grundmoränen und nehmen das Terrain ein, das ehemals Weiher und kleine Seen inne hatten. Die Moore sind durch die Vegetation der Streuwiesen gekennzeichnet. Drainage hat übrigens aus diesen vielfach Futterwiesen gemacht.

Die Lindauer Hügellandschaft.

Nach dieser orientierenden Einschaltung knüpfen wir wieder da an, wo wir den Faden der Geschichte verließen.

Das nächstjüngere Gebilde als der Innenkranz der sogenannten Jungmoräne, der das nördlich vom Obersee ausgebreitete, wannenförmige Zungenbecken des Rheingletschers begrenzte und die letzte bedeutende Vergletscherung in ihrer transportierenden und Schutt anhäufenden Wirkung darstellt, das sind die in ungemein großer Zahl wie riesige Maulwurfshügel zwischen Jungmoräne und nordöstlichem Seeufer, wie es scheinen will, ungeordnet zerstreuten Einzelhügel, die sog. Drumlins.

Die Drumlins. Schon durch ihre in der Hauptsache übereinstimmende Form geben diese Einzelhügel zu erkennen, daß es auch ein bestimmter, eigenartiger Vorgang

ist, dem sie diese Gestalt verdanken, und daß es nicht etwa die von Bächen und Flüssen geübte Erosion ist, die sie von einander gesondert hat. Charakteristisch ist an diesen Hügeln, daß sie fast durchaus in ihrer Längserstreckung der Richtung des Eisstromes folgen, so daß sie also um den Ausgang des Rheintales strahlenförmig angeordnet sind, ferner daß sie gegen das Quellgebiet des Gletschers den steilen Abhang zeigen, hingegen in der Richtung seiner Bewegung, also nach außen, sich mehr abflachen. Auch die Seiten — die östliche und westliche — sind ziemlich steil. So haben diese Hügel einen ungefähr elliptischen Grundriß. Die Höhe über der Talfläche, wie auch ihre Länge und Breite schwanken zwischen weiten Grenzen. Manchmal verschmelzen zwei dieser Hügel der Länge nach zu einem längeren oder seitlich zu einem breiteren; im letzteren Fall entsteht eine breitere Hochfläche, die immerhin in der Längsrichtung eine seichte Talung erkennen läßt.

Die folgenden Notizen sind der Karte von der Bodenseeforschung und der bayerischen Karte mit Höhenkurven in Abstand von 10 m bei Verjüngung 1 : 50 000 entnommen. Die absolute Höhe der Talung und der Betrag der Breite sind ungefähr in der Mitte einer Seite des Drumlins genommen.

	Absolute Maximalhöhe des Drumlins	Absolute Höhe der Talung	Relative Maximalhöhe des Drumlins	Ungefähre Länge des Drumlins	Ungefähre Breite des Drumlins
1. Hoyerberg	466 m	400 m	66 m	1350 m	500 m
2. Entenberg	470 -	425 -	45 -	900 -	400 -
3. Taubenberg	481 -	435 -	46 -	1350 -	500 -
4. Rengoldsberg	496 -	435 -	61 -	1000 -	500 -
5. Mittenerberg	— -	— -	— -	— -	— -
6. Winterberg	455 -	415 -	40 -	1250 -	350 -
7. Dachsberg	498 -	445 -	53 -	850 -	400 -
8. Hagnachberg bei Oberreitnau	522 -	460 -	62 -	1400 -	550 -
9. Nordw. v. Hagnachberg b. Eggartweiler	514 -	460 -	54 -	850 -	400 -
10. Diepoldsberg	494 -	440 -	54 -	1050 -	500 -
11. Schöner Büchel	459 -	424 -	35 -	—	—
12. Nördl. Rehlings bei Schwaben	557 -	505 -	52 -	1350 -	550 -
13. Westlich Weißensberg	529 -	500 -	19 -	600 -	300 -
14. Weißensberger Halde	562 -	495 -	67 -	1600 -	650 -
15. Allwind, abgetragener Drumlin	411 - ¹	—	—	—	—

Nach Penck erreicht die Höhe der Drumlin nie 100 m, was auch für die hiesige Gegend gilt. Als Verhältnis von Länge zur Breite gibt er im Maximo 6 : 1 an, was hier nie vorkommt; es schwankt hier zwischen 3 : 1 und 2 : 1.²

Nur wenige Anschnitte, Aufschlüsse, ließen uns erkennen, daß das Material, aus dem sich diese Hügel zusammensetzen, dasselbe ist, wie das der allverbreiteten Grundmoräne. Die Aufschlüsse, die uns Einblicke ins Innere solcher Hügel gestatteten, gaben der Weg von Hemigkofen nach Gattnau (Kärtchen d), der Straßenbau bei Gattnau (Kärtchen i), die Gewinnung von Ausfüllmaterial am Winterberger Priel bei Betttau (Kärtchen h), die Halde des Wasserreservoirs von Mitten (Kärtchen f), eine Fundamentgrabung am Entenberg (2), die Herstellung einer Wasserleitung am Hoyerberg (1), die Halde eines Brunnen schachtes an der Weißensberger Halde (14).

¹ Mittlerer Seepegelstand 395 m üb. NN.

² Die Zahlen auf dem Kärtchen beziehen sich auf die Folge der hier aufgeführten Drumlinhügel

Verzeichnis der Versammlungen

des

Vereins für Geschichte des Bodensees und seiner Umgebung.

1.	Versammlung in Friedrichshafen	am 19. Oktober	1868.
2.	" " Lindau	" 13. September	1869.
(Im Jahre 1870 fand wegen des deutsch-französischen Krieges keine Versammlung statt.)			
3.	Versammlung in Konstanz	am 3. und 4. September	1871.
4.	" " St. Gallen	" 29. " 30. "	1872.
5.	" " Bregenz	" 14. " 15. "	1873.
6.	" " Ravensburg	" 20. " 21. "	1874.
7.	" " Ueberlingen	" 26. " 27. "	1875.
8.	" " Korschach	" 24. " 25. "	1876.
9.	" " Meersburg	" 2. " 3. "	1877.
10.	" " Radolfzell	" 15. " 16. "	1878.
11.	" " Arbon	" 14. " 15. "	1879.
12.	" " Friedrichshafen	" 5. " 6. "	1880.
13.	" " Lindau	" 11. " 12. "	1881.
14.	" " Meersburg	" 3. " 4. "	1882.
15.	" " Stein am Rhein	" 23. " 24. "	1883.
(Im Jahre 1884 wurde die nach Bregenz geplante Versammlung infolge der Eröffnungsfeierlichkeiten der Arlbergbahn verschoben.)			
16.	Versammlung in Bregenz	am 13. und 14. September	1885.
17.	" " Konstanz	" 12. " 13. "	1886.
18.	" " St. Gallen	" 4. " 5. "	1887.
19.	" " Ueberlingen	" 16. " 17. "	1888.
20.	" " Konstanz-Reichenau	" 1. " 2. "	1889.
21.	" " Bodman-Ueberlingen	" 31. August und 1. September	1890.
22.	" " Lindau	" 16. und 17. August	1891.
23.	" " Korschach	" 4. " 5. September	1892.
24.	" " Friedrichshafen	" 15. " 16. Juli	1893.
(Feier des 25. Stiftungsfestes.)			
25.	" " Singen-Hohentwiel	am 5. und 6. August	1894.
26.	" " Konstanz	" 16. September	1895.
27.	" " Bregenz	" 6. und 7. September	1896.
28.	" " St. Gallen	" 18. und 19. Juli	1897.
29.	" " Ravensburg	" 31. Juli und 1. August	1898.
30.	" " Ueberlingen	" 6. und 7. August	1899.
31.	" " Radolfzell	" 19. und 20. August	1900.
32.	" " Lindau	" 16. September	1901.
33.	" " Arbon	" 31. August und 1. September	1902.
34.	" " Friedrichshafen	" 30. und 31. August	1903.
35.	" " Konstanz	" 31. Juli und 1. August	1904.
36.	" " Stein am Rhein	" 6. und 7. August	1905.
37.	" " Bregenz	" 9. und 10. September	1906.
38.	" " Schloß Heiligenberg	" 1. und 2. September	1907.

Zur Schilderung der Geschichte unserer Landschaft müssen wir es begrüßen, daß zur Beschotterung der Landstraßen, zur Gewinnung von Gartenkies, zur Herstellung von Beton u. a. zahlreiche Kiesgruben eröffnet sind. Niemals wird man aber aus der von Lehm oder Letten durchsetzten Grundmoräne lockeren Kies und Sand gewinnen können; kein Wunder daher, daß man so selten Gelegenheit hat, ins Innere der fraglichen Hügel zu sehen.

Diese Grundmoränenhügel sind in ähnlicher Form, auch großer Zahl und von ziemlich übereinstimmenden Dimensionen in andern Glazialgebieten, in Nordamerika, Irland, Norddeutschland und im Glazialgebiet der bayerischen Alpen, auch in der Schweiz¹ beobachtet worden. Daß die Drumlins mehrfach eine gewisse, regelmäßige Anordnung haben, lassen auch die oben erwähnten Karten mit Höhenkurven erkennen. Mehrfach sehen wir sie direkt hinter einander auf der Talung aufsitzen; dann aber sieht man auch zwei Hügel im nächstäußerem Kreis einem im inneren entsprechen, auch drei im äußeren Kreise zweien im innern. Die nebeneinander liegenden Hügel sind durch wannenartige Talungen von einander getrennt. Hügel von der Form, Zusammensetzung und von dem Vorkommen, wie wir es eben beschrieben haben, erhielten die Bezeichnung „Drumlin“.³ So ist also das Gebiet nördlich vom obern Bodensee eine „Drumlinlandschaft.“

Unter rezenten Glazialgebilden existieren keine, die den Drumlins ähnlich sind und die uns daher deren Entstehung durch direkte Beobachtung erkennen ließen. Es sind daher mannigfaltige Erklärungen, Hypothesen, über ihre Entstehungsgeschichte gegeben, da die nach Gestalt und Vorkommen als Drumlin bezeichneten Hügel in ihrem Aufbau nicht allenthalben völlig übereinzustimmen scheinen.

Penck vermutet, daß die Drumlin Endmoränen sind, die unweit des Saumes des Eisstromes aufgehäuft und unter dem Gletscher bei seinem Vorwärtsschreiten abgerundet wurden; hierdurch hätten sie Rundhöckerbildung angenommen; er vergleicht sie mit den Sandbänken eines flachen breiten Stromes.³

Uns will es wahrscheinlich erscheinen, daß die Drumlin eher im Sinne seitlicher Aufschüttung aus der Tiefe zu verstehen sind, indem das nachgiebige Grundmoränenmaterial an den Seiten der Eiszungen emporgedrückt wurde, daß somit die die Drumlin begleitenden wannenartigen Talungen durch Gletschererosion entstanden.

Nach der letzten bedeutenden Vergletscherung, deren großartiger Zeuge die Anhäufung der mächtigen Jungmoräne⁴, ihres Außen- und Innenkranzes, ist, zog sich das Eis weit zurück nach seinem Quellgebiet. Nun vom Eismantel befreit, lag die Landschaft wieder der Einwirkung der Atmosphären offen. Bäche und Flüsschen, dem Gefälle von N nach S entsprechend, schnitten in das allverbreitete, vom Gletscher herbeigetragene Material zahlreiche Rinnsale und vertieften sie wie heute zu Tobeln, Schluchten, die nach dem See ausmündeten. Nochmals fand ein Vorstoß des Rheingletschers über den See statt. Es schob sich das vordringende Eis in jene Furchen und überschritt bei weiterem Anwachsen und Vordringen nach Norden die vom Gletscher hinterlassenen Schuttmassen, ohne jedoch entfernt den Innenkranz der Würmmoräne zu erreichen.

¹ J. Früh, die Drumlinlandschaft. Jahresber. der St. Gallischen Naturw. Ges. 1894/95.

² W. A. Davis, The distribution and Origin of Drumlins, Amer. Journ. (3) XXVIII, 1884, p. 407. W. Upham, The Structure of Drumlins Proc. Bost. Soc. of Nat. Hist. XXIV, 1889, p. 228.

³ Penck, Morphologie der Erdoberfläche II, S. 59.

⁴ Penck gibt derselben auch die Bezeichnung Würmmoräne.

Durch den Seitendruck der Gletscherzungen wurden die engen Tobel ausgeweitet und das liegende Grundmoränenmaterial seitlich emporgedrückt. So häuft sich das Material zum Drumlin, östlich und westlich, rechts und links zu den zwei parallel laufenden, zunächstliegenden Drumlins, die ein so ausgeräumtes Zungenbecken einschließen, Beitrag liefernd. Am Südennde des Drumlins, dem Quellgebiet des Gletschers zugekehrt, ist der Druck am bedeutendsten; das Moränenmaterial wird daher hier am steilsten und beträchtlichsten aufgeschüttet, aufgedrückt. Der Rücken der Drumlins ist, wie schon erwähnt, nach Norden zu abfallend und geht in die niedere Endmoräne über, die am Ende des jungen Beckens sich häufte und die beiden nächstgelegenen parallelen Drumlins verbindet. Jedem Drumlin entspricht, wie sich hieraus schon ergibt, ein zweiter, der an der andern Seite des wannenartigen Beckens aufsteigt.

Oszillationen. Mehrfach sieht man an den Seiten der Drumlins längs derselben übereinander parallel laufende schwache Abstufungen. Diese fallen wie die Rücken der Drumlins, in der Richtung des Gletschers, hier also, z. B. am Dachberg (Kärtchen 7), von Süd nach Nord ein, und sind beim gegenüberliegenden, gleichzeitig gebildeten Drumlin in gleicher Weise zu verfolgen. Diese Abstufungen entsprechen den verschiedenen Höhenständen der Gletscherzungen. Der Aufbau, die Aufschüttung der gleichzeitigen Drumlins entspricht zeitlich und örtlich einer Oszillation. Die Rückwärtsbewegung des Gletschers ist ja nicht eine stetige; auf ein größeres Abschmelzen folgt, wie es ja bei den heutigen Gletschern zu beobachten ist, wieder ein periodisches Vorwärtsschreiten. Hat sich nun der Gletscher zurückgezogen, so gibt eine weitere Oszillation zur neuen Bildung von Drumlins Veranlassung.

Riegel. Es bilden sich nun auch neue wannenartige Mulden zwischen den Drumlin, und am Ende dieser neugebildeten subglazialen Zungenbecken häufen sich wieder, je nach der Zeitdauer der Oszillation und dem Betrag des Schutttransportes mehr oder weniger hohe Endmoränen, die Zungenbecken nach Norden abschließend. Wir wollen sie Riegel nennen. Der Abstand eines Riegels vom zunächst südlich oder nördlich gelegenen läßt uns die räumliche Ausdehnung einer Oszillation bemessen.

Gehen wir nun zur nähern Beschreibung der Landschaft um Lindau über.

Mittlere Bucht. Da fällt vor allem auf, daß eine buchtartige, bis fast zum Schönbüchel reichende Talung die nähere Umgebung Lindaus in zwei Teile teilt, einen westlichen und einen östlichen. Der eine ist nahe dem See, westlich von der Arge, der andere östlich von der Laiblach begrenzt. Die zwischen beide sich einschleibende flache, wannenförmige Talung, deren Nordrand die Terrainkante des Kemmerle (420 m) bildet, wenn wir in sie nicht noch die den Klosterweiher einschließende Ebene bis zum Hammer einzubeziehen haben, hat als Liegendes die Grundmoräne mit unebener Oberfläche. Darauf lagerte da Gerölle und Sand, dort Moorboden mit Milchletten. Besonders gegen die Senftenau zieht lichtgrauer Sand mit wenig Kies, ein Absatz, der ganz das Aussehen vom heutigen Ufersand hat. Die moorigen Partien, die auch Braunkohlenstückchen enthalten, geben so die ehemalige Ansiedelung von Röhricht in der Bucht zu erkennen; hiernach wäre der See ehemals um etwas mehr als 40 m höher gewesen als heute.

Westlicher Teil der Lindauer Moränen-Landschaft.

Eine gute, mit Höhenkurven versehene Karte zeigt uns, wovon wir uns bei einer Wanderung durch das Hügelland des genaueren belehren werden. Das Auffällige sind die freien Hügel und Hügelzüge, dann die Richtung ihrer Längsdimension, die für alle ziemlich gemeinsam nach dem Rheintal hinweist, ferner ihre Eigentümlichkeit, den steileren Abfall ebenfalls dahin zu kehren, dagegen nach NW, NNW und N an Höhe langsam abzunehmen. Die Seitenflächen sind vielfach ziemlich stark geneigt. Sie stehen also jedenfalls, was aus ihrer strahlenförmigen Anordnung ersichtlich ist, in einer gewissen Beziehung zu dem Eisstrom, der aus dem Rheintal über den See und die nördlich desselben ausgebreitete Landschaft sich ausgedehnt hatte. Daß dem so ist, beweist auch ihr Inhalt; ihrer Dimensionen gedachten wir schon.

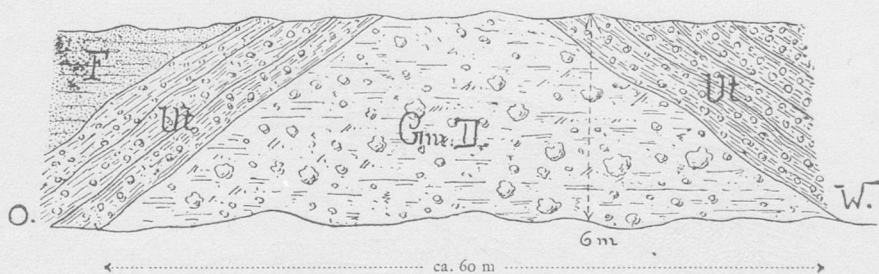


Fig. 4. Kiesgrube in Mooslachen (Rärtchen Moos). Profil aus dem Jahre 1904.

Gm = Grundmoräne eines Drumlins; Ut = Umschüttungsterrasse auf der Ost- und Westseite; F = Feine Flusslande. Die Schotter in den oberen Schichten der Umschüttungsterrasse sind kleiner als in den unteren, ihre Neigung auch geringer als die der andern. Einfallen der Umschüttungsterrasse auf der Westseite von unten nach oben 35° – 20° , auf der Ostseite 45° – 30° .

Drumlins. Den westlichen Rand der oben beschriebenen Bucht bildet eine Reihe in der Längsrichtung miteinander verschmolzenen Hügel, die, entsprechend dem nördlichen Ansteigen des zur Jungmoräne gehörigen Zungenbeckens, an absoluter Höhe zunehmen; sie verläuft über Aischach, Hochbuch. Mit einander verschmolzen erscheinen auch die Drumlins des westlichsten Zuges, der über Schwesternberg, Schachen, Allwind, Degelstein, Reutinen, Mooslachen sich erstreckt; am Schwesternberg, in Degelstein und Mooslachen sahen wir den Inhalt von Grundmoränenbeschaffenheit. Mit dem Wasserburger Büchel-Drumlin beginnt eine neue Reihe, die zwischen derjenigen verläuft, die mit dem Schwesternberg und derjenigen, die mit dem Hoyerberg beginnt und sich über den Mittener Berg fortsetzt. Östlich davon fängt zunächst eine Reihe mit dem Entenberg an. Ihm stehen nordwestlich zwei Drumlins gegenüber — der Taubenberg und Kengoldsberg — die seitlich miteinander verwachsen sind. Auch dem Hagnachberg bei Oberreitnau unmittelbar nordwestlich folgen zwei Drumlins, die keine besondern Namen zu führen scheinen. Bei Unterreitnau liegen zwei Drumlins — Dachsberg, Diepoldsberg — nördlich dreien gegenüber. So nimmt die Zahl der Drumlins nach außen zu, wie der Umfang des großen Zungenbeckens, dem sie aufgesetzt sind.

Der niederste Zug ist der unmittelbar am nördlichen Uferstrand entlang laufende, während man erwarten sollte, daß die dem Quellgebiet näheren, von der Talsohle angerechnet, die höheren wären; dem entspricht denn auch der Hoyerberg und der

Entenberg mit dem Kengoldsberg. Auf jenen Umstand werden wir noch näher zu sprechen kommen.

Auch im See selber scheinen noch Reste solcher hügeliger Anhäufungen von Grundmoränenmaterial zu liegen. Hierzu ist vor allem Lindau zu zählen, das doch immer noch zirka 10 m über das Seeniveau sich erhebt und in dem jede Grabung den Schlegel-letten zu Tage bringt. Etwa 1 km von Schachen liegt ein kleiner, etwa einen Morgen einnehmender Hügel, der sich ungefähr bis 0,8 m dem Seespiegel nähert und mit erratischen Blöcken reichlich besetzt ist. Diesem Hügel nahe, gegenüber Lindenhof, liegt ein zweiter; auch diese haben nach S steilere Böschungen. In außerordentlich großer Zahl liegen überhaupt von Lindau bis Schachen dem Ufer entlang Blöcke, an denen wir auch mehrfach Gletscherkrixe beobachtet haben, z. B. bei Siebelbach. Diese Anhäufungen liegen in einer SO—NW-Linie und scheinen eine südlichst gelegene Reihe von Hügeln darzustellen. Auch der Untiefe bei Nonnenhorn sei gedacht.

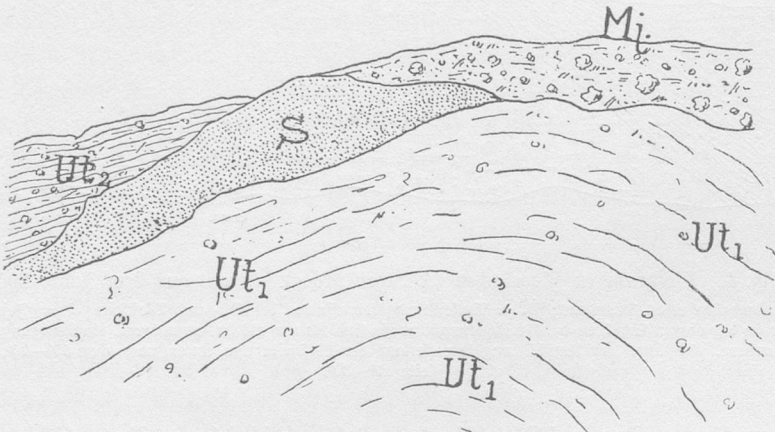


Fig. 5. Östliche Grube hinter dem Schlöfle (Kärtchen n).

Ut₁ = Umschüttungsterrasse; S = Sandscholle, die sich nach unten auskeilt und wahrscheinlich vom Gletscher verschleppt ist; ein seltsames Vorkommen, darin war ein Stück dem schlüchtigen Sand eingebetteten verhärteten Mergels; Ut₂ = eine Schotteranhäufung, die der Sandscholle disjunkt anliegt und ein schwaches Einfallen nach Nord hat; Mj = Jüngste Moräne.

Daß die vom Gletscher ausgeräumte mächtige Wanne des Bodensees nach der Bildung der Drumlins in raschem Schmelzen der Eiseinhüllung wie der Eisausfüllung verlustig ging, daß kein innerer Moränenwall vorhanden ist, der eine längere Zeit des Stillstandes des Schmelzens während des Rückzuges des Eises über den Bodensee zu erkennen gäbe, ist daraus zu erkennen, daß gelegentlich der Lotungen zwischen dem Nord- und Südufer keine Erhebungen festgestellt wurden; kleinere Anhäufungen mögen ja wohl durch die folgenden Schlamm-einfüllungen vom Rhein, von der Aach, Laiblach, Arge zc. eingehüllt sein. So wurde nun wieder die Gletscherwanne ein See. Daß aber die Wasserfluten stark bewegt waren, davon scheint eben die geringe Höhe der südlichsten Drumlinreihe zu zeugen, besonders aber die Aufschüttung der bei dieser Abtragung von den Wogen über den Rücken der Hügel geworfenen Terrasse, die wir Umschüttungsterrasse genannt haben. Deren wesentlichster Charakter ist ja ihre An- und Umlagerung auf der Nordseite der Hügel und das Einfallen der grobgeschichteten Schottermassen nach Norden, endlich der Umstand, daß sie von der Grundmoräne sich stofflich fast nur durch die Lockerheit,

also durch den Mangel der lehmigen oder lettögen Grundmasse unterscheidet; kantige, kaum kantengerundete, ja sogar geschrammte Geschiebe sind ihr eingelagert, auch mittelgroße Blöcke. Nur ein bedeutender Wogenprall kann solche Massen über den Grundmoränenhügel geworfen haben. Die Blöcke mögen wohl beim Herabfallen vom Hügel in sie gelangt sein. Man beobachtet ein nördliches Einfallen von 20—25, ja bis 45°. Schön entwickelt konnte man solche dem Grundmoränenkern angelagerte Terrassen, die das Aussehen eines Faltungsfaltels vortäuschen, in der Riesgrube von Mooslachen (Fig. 4), dann in der am Wasserburger Büchel; besonders in der Riesgrube, die diesen Drumlin auf seiner Nordseite mantelartig umhüllt zeigt (Fig. 2 und 5). Da die Umschüttungs-

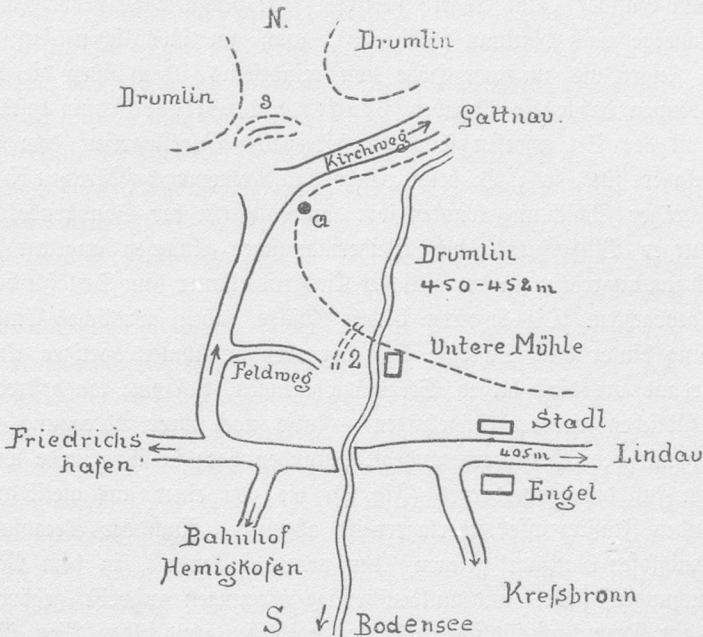


Fig. 6. Skizze für die Aufschlüsse bei Hemigkofen.

1 = Riesgrube hinter dem zum „Engel“ gehörigen Stadel; 2 = Sandgrube gegenüber der „unteren Mühle“ in Hemigkofen; 3 = Sand- und Kiesgrube am Kirchweg nach Gattnav; a = ihr gegenüber ein kleiner Moränenanschnitt mit vielen gefritzen Geschieben.

terrasse hier — Hochsträß gegenüber — den Grundmoränenkern des Drumlins von nordwestlich, nördlich und nordöstlich einfallenden Schichten umhüllt, bekommt man den Drumlinkern nicht zu sehen. Ebenso charakteristisch in ihrer Eigenart sieht man die Umschüttungsterrasse in den großen Riesgruben hinter dem Schlößle bei Schachen, also gegenüber Enzisweiler (Fig. 2). Wo überhaupt in diesem, dem Seeufer nächstgelegenen Drumlinzug auf der Nordseite Gruben angelegt sind, bekommt man sie vor Augen; jedoch nur bei Mooslachen, wo sich der Hügelrücken fast unmittelbar am Seeufer über dasselbe erhebt, bekam man die Grundmoräne, den Drumlin, angeschnitten zu sehen. Er lag hier auf eine Strecke von 30 Schritt frei.

Seeuferabsätze. Was uns die Umschüttungsterrassen zeigen — den starken Rückzug des Gletschers nach der Aufhäufung der Drumlin und die Füllung der Bodenseemulde mit Wasser — sehen wir mit aller Bestimmtheit auch an anders gearteten Ab-

sägen. Im Gegensatz zu den Umschüttungsterrassen sind diese auf der Südseite der Drumlin, also auf der dem See zugekehrten Seite, den dem Seeufer nächstgelegenen Hügelreihen angelagert. Sie haben fast durchaus ein südliches Einfallen und sind jedenfalls nur bei offenem See denkbar. Sie setzen sich aus kreuzgeschichteten, wechselnden Sand- und Kiesablagerungen zusammen; die feinen Sande zeigen diese Art des Absatzes — keilförmige Anschüttungen von Sand und Kies stoßen diskordant gegen ähnliche an — besonders deutlich, dies ist das Charakteristische der See- und Deltabildungen, wie wir schon dargelegt haben.

Gut aufgeschlossen sehen wir diese Seebildungen mehrfach bei Nonnenbach-Hemigkofen (Skizze, Fig. 6) z. B. nahe der untern Mühle¹ (Skizze 2 und Fig. 3), dann hinter dem zum Gasthof „zum Engel“ (Skizze 1) in Nonnenbach gehörigen Stadel und auf dem Kirchwege nach Gattnau (Skizze 3), auch am südöstlichen Fuß des Hoyerberges. Sie steigen bis zu einer Höhe von mindestens 40 m über die heutige Seefläche. Wir können daher die Angaben Pencs² und Siegers³ nur bestätigen. Wild bewegt muß oft der See gewesen sein, da festgepackte Geröllpartien dem meist feinen Seesand eingelagert sind, so z. B. beim „Engel“ in Nonnenbach (Kärtchen N und Fig. 6). Sande mit schräger Schichtung konnten wir dann auch in der Sandgrube, die zwischen dem Wasserburger Büchel und dem Weiermannschen Anwesen angelegt war, ferner aber wesentlich umfangreicher in der östlichen Kiesgrube hinter dem Schloßle bei Schachen⁴ (Kärtchen n) beobachten. Die letzteren beiden Absätze haben nördliches Einfallen. Die Sandablagerung hinter dem Schloßle liegt der oben erwähnten dortigen Umschüttungsterrasse diskordant an; diese beiden Seeabsätze bezeugen, daß eine langgestreckte Seebucht zwischen den südlichen niederen Hügelzügen — also nach ihrer Abtragung — und dem Hügelzug, der mit dem Hoyerberg anhebt, bestanden hat; in ihr wurde wohl auch die Seebildung am Fuß des Hoyerberges (Fig. 7), die von einer aus meist größeren Geröllen bestehenden Flußterrasse⁵ überlagert ist, abgesetzt. Auch der Seeabsatz, links am Kirchweg Hemigkofen-Gattnau gelegen, der nebenbei bemerkt, in dem Material verschiedene Stauchungen, sattel- und muldenförmige Biegungen aufweist, gehört einer Bucht an, da ihm ein Drumlin⁶ südlich vorliegt; gegenüber am selben Weg ist dieser angeschnitten (Skizze a); ungemein reichlich sind dem charakteristischen Grundmoränenmaterial hier geschrämte Geschiebe eingebettet.

Flußterrasen. Einen anders gearteten Wasserabsatz als die bisher besprochenen beobachteten wir in den lebhaft ausgebeuteten Kiesgruben, die ost-südöstlich dem Mittener Drumlin⁷ auf Hochsträß (Kärtchen g) vorliegen. An seiner südwestlichen Seite haben

¹ Hier ist der feine nur mit wenig Kiesstreifen wechsellagernde Seesand zirka 7 m mächtig, so weit er frei liegt; auf seiner Oberfläche liegt Moränenmaterial. Die Oberfläche des Seeabsatzes liegt hier ungefähr in 420 m, also mindestens 25 m über dem heutigen mittleren Seespiegel; am Kirchweg erreicht der Seeabsatz zirka 443 m.

² Pencs, Die Alpen im Eiszeitalter, S. 35—40 u. S. 435.

³ Sieger, Zur Entstehungsgeschichte des Bodensees, S. 65 u. 66.

⁴ Rechts vom Weg Schloßle-Enzisweiler.

⁵ Sie stammt von einem von Norden kommenden Fluß.

⁶ Es ist derselbe Drumlin, an dessen Südseite der Seeabsatz hinter dem Stadel des Gasthofes zum „Engel“ in Nonnenbach und der an der unteren Mühle daselbst anliegt, auf beiden mit hangender jüngster Moräne.

⁷ In der Halbe des Wasserreservoirs von Mitten liegt das Grundmoränenmaterial des Mittener Berges zu Tage.

wir diese Flußterrasse während des Bahnbaues gesehen; jetzt ist sie bewachsen; als deutliche Terrainkante liegt sie hier dem Drumlin vor. Am selben Drumlin, jedoch an seiner west-nordwestlichen Seite, nahe Hege (Kärtchen e), ist eine große Kiesgrube aufgeschlossen, die ebenfalls die Sande und Gerölle horizontal geschichtet zeigt. In ihrem ganzen Verlauf konnten wir diese Flußbildung nicht verfolgen; immerhin ist aus der Größe der transportierten Gerölle zu erkennen, daß der Fluß, der sie aufgeschüttet hatte, von Westen nach Osten sich bewegte, da die größeren Geschiebe in dem westlichsten jener Aufschlüsse liegen. Nach der Entstehungsgeschichte der zwischen den Drumlins sich hinziehenden Aus-tiefungen zu urteilen, muß zur Zeit, da die Hochsträßer-Terrasse aufgeschüttet wurde, die O-W gestreckte Talung auf der Süd-seite des Mittener Drumlins zum größten Teile unter Eis gelegen haben. Die Eis-ausfüllung bildete das rechte, die südliche Längsseite des Drumlins das linke Ufer.

Der Flußterrasse am Hoyerberg haben wir schon gedacht; nach ihrem Zusammen-hang mit gleichen etwas N-S einfallenden Geröllschichten hatte der Fluß Nord-Süd-richtung.

Leider sind alle diese Anschnitte durch den Abbau sehr veränderlich und werden teilweise ganz verschwinden oder, wenn die Kiesgrube nicht weiter abgebaut wird, bald wieder verwachsen sein und sich der Beobachtung entziehen.

Auch der Umschüttungsterrasse in Mooslachen ist auf ihrer Ostseite eine aus ziemlich feinem Sand und kleinen Gerölln bestehende Flußterrasse diskordant anliegend. Daß zwischen der Aufschüttung beider Abfälle längere Zeit verlief, ist aus der wohl erkennbaren Verwitterung der Umschüttungsterrasse ersichtlich. Das Pro-fil der Mooslacher Kiesgrube führte demnach drei auf verschiedene Weise abgelagerte Gebilde vor Augen, die einander mit Unterbrechung folgten — Drumlin — Umschüt-tungsterrasse — Flußterrasse.

Jüngste Moräne. Ein mannigfaltiges Bild bietet auch die schon zweimal er-wähnte östliche Grube hinter dem Schlöfle. Da sieht man in zirka 1 m Mächtigkeit, die Umschüttungsterrasse und die dieser diskordant angelagerten Seeabfälle überlagernd, eine aus Blöcken, größeren und kleineren, kantigen oder gerundeten, auch geschrammten und geschliffenen Geschieben ohne jede Ordnung angehäuften Ablagerung, die, zumeist aus kristallinen Steinen bestehend, nur als Moräne gedeutet werden kann. Diese oberste, alle anderen Sedimente überlagernde, hier wenig mächtige, moränenartige Aufschüttung wurde noch in zahlreichen Aufschlüssen erkannt. Dieser Vorkommnisse bei Hemigkofen und Nonnenbach ist schon gedacht; sie sind auch in den Aufschlüssen um den Wasser-

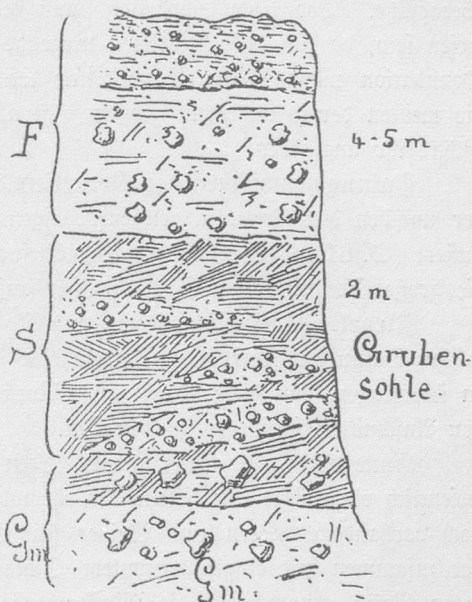


Fig. 7. Kiesgrube am Ostfuß des Hoyerberges (Kärtchen o).

Gm = Grundmoräne (Steinletten); S = Seeabfall aus Sand und eingelagerten Geröllpartien, zirka 4 m mächtig; F = Flußterrasse, unten aus größeren Gerölln und Kies bestehend, 4-5 m mächtig.

burger Büchel und dem zunächstgelegenen Ort Neutinen, endlich auch in der westlichen Riesgrube hinter dem Schlöfle entwickelt, woselbst die mantelartige Umhüllung durch die Umschüttungsterrasse so klar, wie kaum an einem anderen Aufschluß zu beobachten war. Diese aus Oberflächen- und Grundmoräne gemischte Moräne und die liegenden See- und Umschüttungsterrassen zeugen jedenfalls dafür, daß, nachdem der See schon zuvor lange Zeit vorhanden war, ein erneuertes Vordringen des Gletschers stattgefunden hat, daß aber diesem erneuten Vordringen ein ganz außerordentlicher Rückzug des Gletschers vorausgegangen war. Daß eben das vergletscherte Gebiet lange Zeit wieder eisfrei war und die Schmelzwässer die Bodenseemulde bis zu bedeutenderer Höhe, als sie der heutige Seespiegel einnimmt, erfüllten, das beweisen die von der jüngsten Moräne bedeckten Seeabfäße. Der letzte Eisvorstoß muß jedoch von verhältnismäßig kurzer Dauer gewesen sein, da sich diese Moränen nirgends mächtiger als 1—3 m darstellen. Durch Denudation mag sie derzeit wohl nur wenig gemindert worden sein. Es mögen wohl die meisten der in ungemein großer Zahl allenthalben oberflächlich zerstreuten erraticen Blöcke ihr angehören.

Talungen zwischen den Drumlins. Über die wahrscheinliche Entstehungsgeschichte der zwischen den Drumlin gelegenen, eigenartigen Talungen haben wir uns schon geäußert (S. 61). Während ihrer Austiefung mit Eis erfüllt nahmen sie hernach, wie die große Seemulde, die Schmelzwässer auf.

Riegel. Tatsächlich liegen zumeist schwache, querliegende Erhebungen zwischen solchen Talungen. Wir hatten leider keine Gelegenheit, durch einen Aufschluß uns davon zu überzeugen, daß diese Riegel aus Moränenmaterial bestehen; aber eben der Mangel von Anschnitten scheint es zu beweisen.

Heute sind viele jener kleinen Seen verschwunden, alle andern haben an Größe wesentlich eingebüßt. An Stelle der ehemaligen Seen und des geschwundenen Teiles der noch vorhandenen Seen und Weiher sind heute Moore getreten. Von den Ufern aus hat zusammen mit eingeschwemmtem Schlamm oder Sand die Pflanzenwelt mehr und mehr Besitz genommen; die Wassermenge auf undurchlässiger Sohle schwand ohne genügenden Zufluß durch Verdunstung, sodaß aus den immer seichter werdenden Seen und Weihern Niede und Moore wurden. Auf ihnen wachsen nun die in unserer Landschaft so zahlreichen Streuwiesen. Drainage hat da und dort sie zu Futterwiesen gewandelt. Auch der Vergleich mit alten Karten bezeugt diesen Vorgang.

Jüngste Erosionsrinnen. Wie in früheren Interglazialzeiten nach dem Abschmelzen des Eises gruben, entsprechend dem Gefälle, die Wasser von Nord nach Süd nach dem letzten Rückgang in die aufgehäuften glazialen Massen mehr oder weniger tiefe Schluchten. Da und dort gestatten sie uns tiefere Einblicke in die jüngsten Erdschichten, z. B. die Nach und der Rickenbach. Wir nennen den nordöstlich vom Tegernsee entspringenden und diesen durchfließenden Nonnenbach, den durch den Bettmauer Weiher fließenden Mühlbach, ferner die Nach, die von Oberreitnau durch das Dunkelbuch dem See zufließt; dann auf der östlichen Seite der Seebucht gelegen den Mühlbach, der vom Weißensberger Weiher südwärts das Pulvertobel erodiert, dann endlich den Rickenbach, der, vom Schlachtersweiher kommend, sich im Bösenreuter Tobel tief eingeschnitten hat und in Rickenbach die dem See vorgelagerte Niederung erreicht.

Östlicher Teil der Lindauer Moränenlandschaft.

Nicht unwesentlich verschieden ist der geologische Aufbau auf der östlichen Seite der oben beschriebenen, ehemaligen Seebucht, die westlich von dem Hügelzug Aschach-Hochbuch, östlich von der Röchlin=Kehlings laufenden Landstraße und nördlich vom Schönbüchel begrenzt ist. Diese östliche Seite reicht bis zur Hörbranner Bucht. Erst in der Höhe von Weißensberg etwa beginnt wieder die typische Drumlinlandschaft, wie wir sie aus der westlich gelegenen kennen.

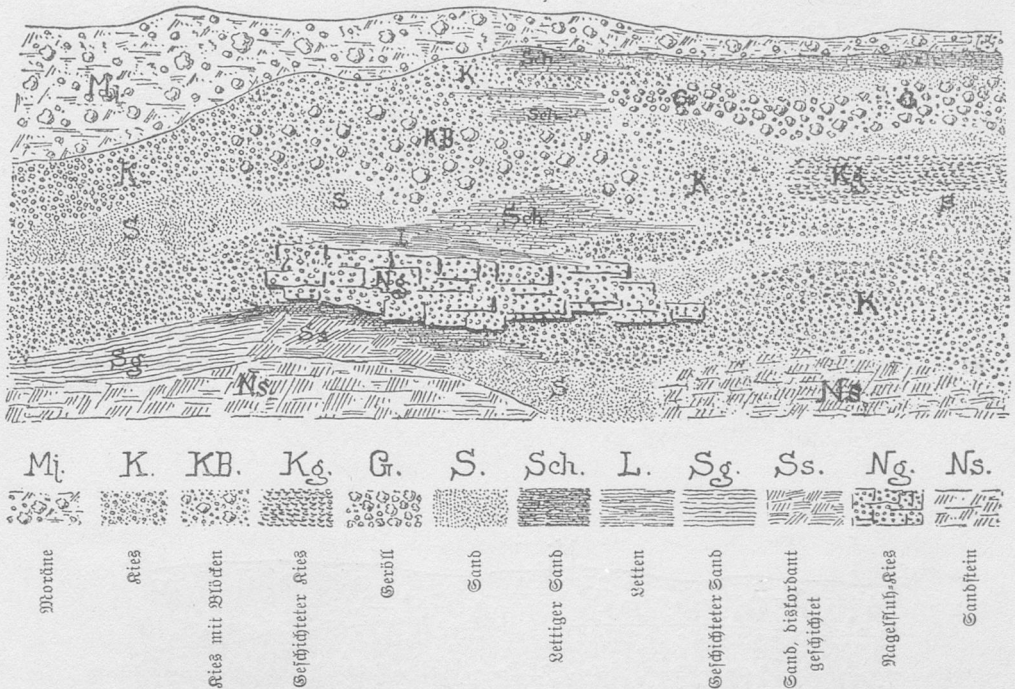


Fig. 8. Die verlassene große Kleslersche Kiesgrube in Reutin (Kärtchen q).

Im Vordergrund ist das fragliche Gebiet von Reutin, Mozach und Rickenbach besetzt; im Hintergrund nach Norden und gegen Osten von Wald bedeckt und von zwei tief eingeschnittenen Schluchten (zirka 18 m) durchschnitten.

Ältere Diluvialbildungen, zum Teil diluviale Nagelfluh.

Der verschiedene Aufbau des östlichen Teiles der Lindauer Moränenlandschaft ist besonders dadurch bedingt, daß er von Süd nach Nord von Schotter und Sandablagerungen bis zur Hochfläche von Weißensberg (491 m) und Tobel durchzogen ist, deren Elemente festeren Zusammenhang haben, als es bei den bisher besprochenen Diluvialgebilden der Fall ist. Sie sind daher Überreste von Ablagerungen aus früheren Eiszeiten, etwa aus der Rißeiszeit und der ihr folgenden Interglazialzeit und stellen diluviale Nagelfluhen und Sandsteine dar. Erscheinungen, die nur auf die Wirkung drückender und schiebender gewaltiger Eismassen zu beziehen sind, kennzeichnen sie in der Grube von Klesler (Kärtchen q) und von Vosseler (Kärtchen s). Mehrere Aufschlüsse führen sie heute vor Augen.

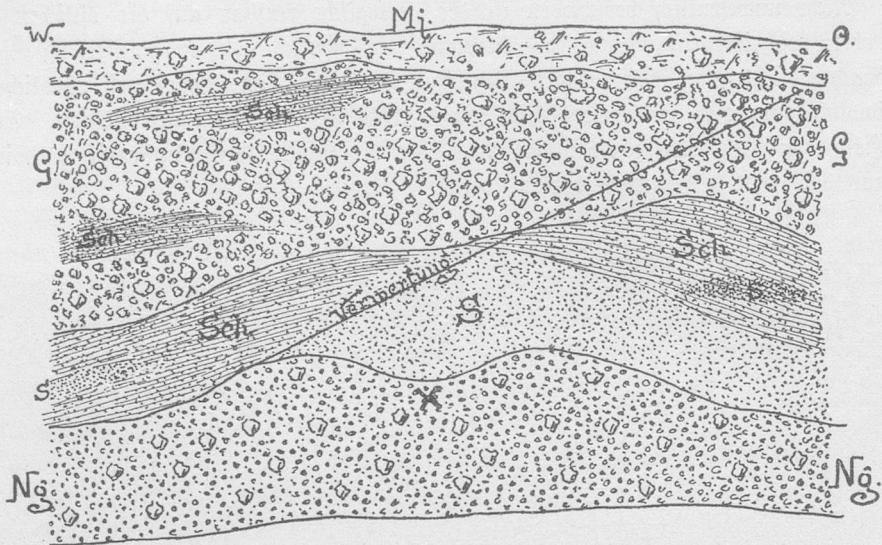


Fig. 9. Profil der Vossler Grube in Mozach im Anfang August 1906 (Kärtchen s).

Ng = Geröllnagelfluh, durchaus aus Gerölln mittlerer Größe bestehend; Sch = Schlickiger Sand; S = Reiner Sand; G = Gerölle, Kies und Sand; Mj = Jüngste Moräne; x = Stelle mit den zahlreichsten zerquetschten Gerölln.

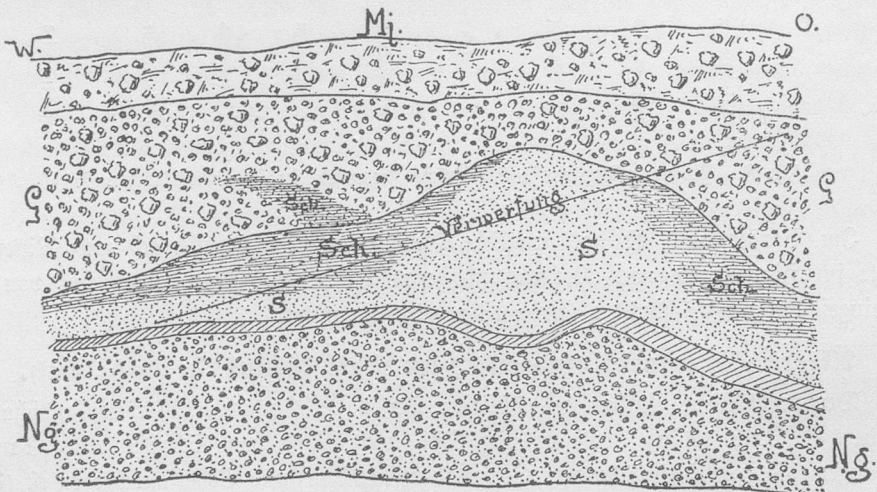


Fig. 10. Profil der Vossler Grube Ende September 1906.

Ng = Nagelfluh, durchaus aus Gerölln mittlerer Größe bestehend; S = Reiner Sand; Sch = Schlittiger Sand; G = Gerölle und Sand; Mj = Jüngste Moräne. Unmittelbar über der Nagelfluh folgt jetzt eine 15 cm starke, verfestigte Sandschicht, die sogar in Plattenform bricht.

Riesgrube von Giovanoli. Hinter der Mühle von Herrn Giovanoli in Reutin bietet eine Riesgrube in klarem Profil einen Absatz, der schon in Rücksicht auf die kaum merkliche Verwitterung sehr jung sein muß; sein Liegendes ist fester Fels, das ist diluviale Nagelfluh.

Riesgrube von Klefeler. In hohem und weitem Profil sind die älteren Diluvialbildungen ganz zunächst, nur wenig östlich, in der Klefeler'schen Grube, aufgeschlossen. Da sieht man zu unterst verfestigte Sandbänke und darüber lehmige Sandpartien, zum Teil verkittete Geröllablagerungen und Sande mit Schrägschichtung ungeordnet wechsellagernd, sich keilförmig ineinander schiebend, verbogen. Erscheinen sie zum Teil in einer Weise abgesetzt, wie sie die Seewelle am Ufer ausbreitet und ordnet, so ist das ganze Bild nur verständlich durch die Äußerung einer bedeutenden pressenden und schiebenden Kraft. Daß

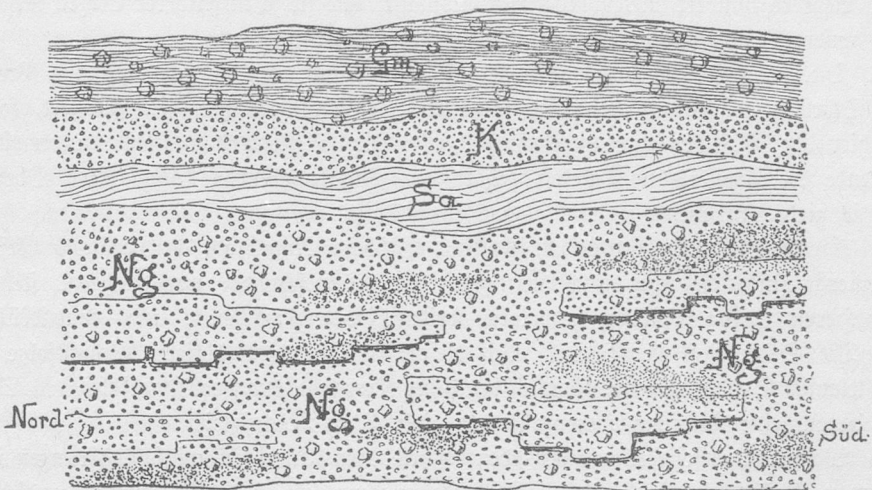


Fig. 11. Profil der von Moschischen Grube in Mozach (Rärtchen t).

Ng = Diluviale Nagelfluh, mehr oder weniger stark verkittet und Bänke bildend; Sa = Feinsandiger, etwas schlüßiger Seeabsatz; K = Kies; Gm = Grundmoräne.

dem so ist, beweist mit aller Bestimmtheit das Vorkommen von zerbrochenen oder nur zum Teil von Brüchen durchsetzten Geröllen, die auch mehrfach die Angriffsstelle des Geschiebes erkennen lassen, das unmittelbar den Druck übermittelt hat; stets sind diese Druckstellen auf der obern Fläche des Gerölles.¹

Ries- und Sandgrube von Vosseler. Am westlichen Weg von Reutin-Mozach-Weißensberg liegen zwei Aufschlüsse ganz nahe beisammen. Der eine links, von Reutin herauf, ist von dem Herrn Bauunternehmer Vosseler aufgetan. Im allgemeinen stimmt das Bild des Profils, das sich allerdings bei lebhafter Ausbeute der Grube immer ändert, mit dem in der Klefeler'schen Grube überein. Die Sohle der Grube liegt in 450 m. Die liegende Schicht

¹ Stand beim Austritt aus dem Rheintal das Niveau der Eisdecke 1200 m hoch, so dürfen wir es über Reutin zum mindesten im Betrag von 1000 m annehmen. Bei der absoluten Höhe von Reutin von ungefähr 400 m lastete auf den älteren Diluvialabsätzen eine Eismasse von 600 m, also ein Vertikaldruck von 54 Atmosphären. Dazu kommt noch der vom Quellgebiet infolge der plastischen Natur des Eises sich geltend machende Schub, der auf die fest eingepreßten Gerölle wirkte. Das Zusammenwirken beider macht ein Zerbrechen der Gerölle wohl verständlich.

von 3,5—4 m Mächtigkeit¹ ist hier eine mehr durch Pressung als durch Bindemittel verfestigte Geröllschicht, der fast völlig feineres Sediment zwischen den mittelgroßen Geröllen fehlt; ihre Oberfläche verläuft wellig und schneidet scharf gegen die 5—6 m mächtigen Hangendschichten ab. Dies sind schlackige Sandschichten und Geröllaufschüttungen, erstere zum Teil von keilförmiger Gestalt und in die letztern fortsetzend, auch rein gewaschenen Sand als Putzen einschließend; im Verlauf des Ausbaues stellten sich auch gewölbte Bogen dar, die Knickungen erfahren haben. Das Bild ist eben sehr ähnlich dem bei Klefler. Eine Verschiebungsfäche, die beiderseits von durch die Pressung geschieferten sandigen Letten 4—6 cm begleitet wird, zieht sich unter zirka 25° Gefäll von unten bis oben weithin. In größerer Menge als bei der Kleflerschen Grube kann man hier in den liegenden Konglomeraten zerprengte Geschiebe sammeln. Alle diese Erscheinungen führen uns das Walten außerordentlicher Druckkräfte vor Augen, die nur einer mehrere hundert Meter mächtigen Eismasse, wie sie ja in früherer Eiszeit tatsächlich über unserer Landschaft gelastet hat, zugeschrieben werden können.

Die andere Kiesgrube, nahe oberhalb und rechts vom Weg, zeigt keine Pressung und Störung; die Sand- und Kiesschichten sind ziemlich regelmäßig gelagert, so daß sich hier der Gletscher nur angedrängt hat. Die höchstens 3 m starke, unverwitterte, hangende Moränenbildung daselbst gehört der jüngsten Moräne an. Ihre Oberkante liegt in zirka 460 m.

Kiesgrube von Baron v. Nostiz. Größere Nagelfluh, der größere Geschiebe eingemengt sind, die aber auch mit gefestigten Sandschichten wechsellagern, stehen in einer Herrn Baron v. Nostiz gehörigen, weiten Grube (Kärtchen t, links vom Mühlbach an. Die Sohle liegt in 458 m. Auf dieser 10—11 m mächtigen Schichtfolge ruht eine lehmige Sandschicht mit ziemlich deutlicher Kreuzschichtung von ungefähr 3 m Stärke, und darauf eine Kiesschicht, ebenfalls von zirka 3 m Mächtigkeit.

Wesentlich verschieden von den eben beschriebenen ältern Diluvialablagerungen ist die in der v. Nostizschen Grube sich darstellende insofern, als weder in den Hangendschichten der Nagelfluh, die wie bei Klefler und Vosseler Seebildung zu sein scheinen, eine Störung zu erkennen ist, noch in der Nagelfluh zerquetschte Geschiebe aufzufinden sind. Ob die Absätze in den drei Aufschlüssen von gleichem Alter sind, möchten wir nicht behaupten, wohl aber, daß dies von denen in der Kleflerschen und Vossellerschen Grube gilt.

Das oberste Gebilde in der von Nostizschen Grube ist die blockreiche Grundmoräne von zirka 5 m Mächtigkeit; sie liegt also zwischen 475 und 480 m.

Steigen wir im Pulvertobel gegen die Schneidemühle (Kärtchen u) weiter aufwärts, so bietet sich noch ein Aufschluß von bedeutendem Betrag. Die Sohle dieser, wie es scheint verlassenen Grube, liegt in 468 m. Grobe diluviale Nagelfluh, die außer nur gerundeten Geschieben auch Blöcke führt, hat zirka 9 m Mächtigkeit; sie ist hier nur von der Grundmoräne, die sich nordwärts in der Hochfläche von Weißensberg fortsetzt, überlagert. Die Grundmoräne hat hier 7 m Stärke und ist bis zirka 3 m tief verwittert. Hier schiebt sich also zwischen Nagelfluh und Grundmoräne kein Sediment ein, wie bei v. Nostiz. Der See, in dem der Sand über der Nagelfluh in der v. Nostizschen Grube zum Absatz kam, hat demnach die Höhe von 477 nicht erreicht; möglich ist auch, daß der Seesand vor Absatz der Grundmoräne abgetragen worden ist.

¹ Bei einer Brunnengrabung durchteufte man dieses Geröllkonglomerat noch 10 m. Zwischen 9 und 10 m Tiefe steht das Wasser. Das Liegende ist nicht bekannt.

Über die östliche Ausdehnung der Nagelfluhbildung, liegen uns keine Tatsachen vor, auch nicht im Bösenreuter Tobel, dessen Hänge eben sehr verschüttet sind. Die Art der Schichtfolge und der Umstand, daß in dem Schichtkomplex der v. Nostitzschen Grube und der nördlich von ihr gelegenen, und allein nach mit ihr in unmittelbarem Zusammenhange stehenden Grube unter der Schneidemühle keine Schichtstörungen zu beobachten sind, wie sie die Profile der Vossellerschen und Klefnerschen Gruben vor Augen führen, lassen keinen Zweifel, daß die Schichten in den ersteren beiden Aufschlüssen einer andern Zeit entstammen, als die in den Gruben von Vosseler und Klefner. Nicht minder steht es fest, daß sie älteren diluvialen Zeiten entstammen, als die größere Masse der die Oberfläche der Lindauer Landschaft gestaltenden geologischen Gebilde. Es sind also Reste aus früherer diluvialer Zeit, die der Abtragung nicht erlegen sind.

Über das relative Alter der mehr gefestigten Schichten kann man aber im Zweifel sein. Ist es in den meisten Fällen zutreffend, daß ein höherer Grad der Verkittung auch ein höheres Alter zu erkennen gibt, so würden die Nagelfluhschichten in der v. Nostitzschen Grube sich als die ältern erweisen. Räumen wir jedoch den in den Klefner-Vossellerschen Gruben so auffällig vor Augen tretenden Schichtstörungen, die in unserem Falle nur vom Druck und Schub mächtiger Eismassen herrühren können, das größere Gewicht bei, so würden diese einer älteren Eiszeit entstammen, als die Schichtkomplexe im Pulvertobel; letztere scheinen demnach noch nicht existiert zu haben, als der Eisstrom die restierenden Geröll- und Sandmassen staute, quetschte und verschob, ja sogar festgepackte Gerölle zerdrückte; man müßte denn die Annahme machen, daß die Verkittung der Gerölle im Pulvertobel solchem Druck vollen Widerstand leistete, was im Hinblick auf die verhältnismäßig geringe Verkittung unter der Schneidemühle kaum anzunehmen ist. Zu einem sichern Entscheid obiger Frage führen uns die Aufschlüsse nicht und noch weniger zur Erkennung der Eiszeiten, aus denen die einen und die andern Schichtfolgen herrühren.

Grundmoräne. Vom Seeufer ausgehend kennen wir die ältere Grundmoräne, die sich mehrfach als Schlegelletten darstellt, vorerst in der Niederung die sich in einer Breite von ungefähr 1 km am See hinzieht. Am Abhang, der sich unmittelbar von dieser Ebene erhebt, liegt die Frauersche Villa. Bei einer Brunnengrabung, die bis 90 Fuß tief geführt wurde, ist nur Blocketten durchteuft worden. Kaum zu bezweifeln ist, daß auch der weiter östlich sich streckende Hügelzug, der seltsamerweise unter dem Namen Wannental geht, aus Moränenmaterial besteht. In Mozach, etwas unter der v. Nostitzschen Grube, bekamen wir den Schlegelletten u. a. erfüllt mit gewaltigen, polierten und gekritzten Blöcken gelegentlich der Herstellung des Wasserreservoirs für Hohren und Lindau zu Gesicht. Der Grundmoräne im Profil der v. Nostitzschen Grube und in der unter der Schneidemühle gedachten wir schon. Sonach ist der Untergrund von Streitelfingen die Grundmoräne, die am Abhang gegen die O-W weit sich hinziehende Hochfläche, auf der Stockach und die Reutiner Kirche stehen, das oberste Diluvialgebilde daselbst ausmacht.

Den bedeutendsten Aufschluß in der Grundmoräne bietet die Schlucht, die der Nickenbach ausgefurcht hat, die, von der Hochfläche bei Tobel beginnend, das vom Schlachtersweiher kommende Wasser aufnimmt und nahe dem Weg, der von Reutin nach Bösenreutin durch sie hindurchführt, bis auf die tertiäre Süßwassermolasse eingeschnitten erscheint. Rechts wie links des Baches ist dieselbe beobachtet. Ihre Sohle liegt hier etwa 18 m tiefer als Bösenreutin. Da die Hänge sehr verschüttet

sind, so wissen wir nicht, bis zu welcher Höhe die Süßwassermolasse reicht, die natürlich eine unebene Oberfläche hat, da sie seit der Obermiozänzeit, also Tausende von Jahren, der Abtragung frei lag. Somit konnte hier auch die Mächtigkeit der Grundmoräne nicht ermittelt werden. Sicher ist aber, daß sie noch einen bedeutenden Teil des hohen Hanges einnimmt.

Auf dem dünngeschichteten, feinsandigen Tertiär-Mergel und ihn am Hang überschüttend, liegt hier typischer Blocklehm, der auch außerordentlich große Blöcke birgt. Unter ihm fallen besonders solche von Grünsandstein (Gault) auf, die wohl von den jähen Abstürzen zwischen Feldkirch und Dornbirn herkommen mögen; einer mag 6 m^3 groß sein. Ein Granitblock hat eine Länge von 1 m.

Wie in den Gruben von Klefner und Vosseler, sind wahrscheinlich auch hier Druckerscheinungen, die vom lastenden Gletscher herrühren, zu beobachten; der dünnschichtige Mergel ist nämlich gefältelt, und an einer Stelle konnten wir ihn sogar zu einem Sattel aufgepreßt sehen; auch zeigen sich Teile der Moräne zwischen die Tertiärschichten eingepreßt.

Seeabfälle. Landschaftlich prägen sich, wie inmitten der nördlichen Umgegend Lindaus, so auch auf der Ostseite frühere Seesohlen aus durch eine am Südrand der Moränen sich Ost-West hinziehende, nach Süden geneigte und natürlich auf die Westseite übergreifende Hochfläche. In etwa drei Stufen erreicht die frühere Seesohle das heutige Seeufer.

Mehrfach sind denn auch die durch schräge Schichtung ausgezeichneten, von der Seewelle so geordneten Ablagerungen in Aufschlüssen zu beobachten, da sie verschiedene Verwendung finden. Nahe dem Schlechterkeller gegen Mozach und dann noch etwas abwärts in Reutin bei der Schulwiese werden sie lebhaft ausgebeutet.

Junge fluvioglaziale Ablagerungen. Anders geartet sind die Abfälle, die in der Richtung des Pulvertobels durch ein energisches Wasser in den See geführt und in demselben ausgebreitet wurden. Weniger deutlich wie bei Flußbildungen ist die Schichtung; da das transportierte Material aus der nächsten Nähe, aus den Moränen im Norden, kommt, so sind die Geschiebe meist kaum kantengerundet, auch weisen viele derselben noch Krizgen auf. Man sieht sie auch vielfach auf der schmalen Kante stehen. Noch sei erwähnt, daß diese Abfälle auch des feinsten Schlammes entbehren. Diese in den See eingebauten fluvioglazialen Sedimente sind in zwei klaren Riesgruben offen; die Oberkante der einen Riesgrube, es ist die gegenüber der Wassermannschen Mühle in Mozach, (Rärtchen r) erreicht fast die Höhe des damaligen Sees (438 m); die andere haben wir schon kurz erwähnt, sie liegt hinter der Mühle von Giovanoli in Reutin.

In der Höhe von 440 m legen sich diese im Bodensee, dessen Spiegel denjenigen von heute um 45 m überragt hat, abgelagerten Aufschüttungen an die aus Moränen und Nagelfluh bestehenden Höhen an. Wie erwähnt, senkt sich die Seesohle in drei Stufen — steil fällt sie an der Steig ab; deutlich ist eine zweite Stufe vom Köchlin nach den Scheibewiesen; die dritte erreicht das heutige Seeufer.

Von dem Hochbuch (443 m) auf der Westseite senkt sich ähnlich die Oberfläche; wir erinnern an die Seeablagerung am Fuß des Hoyerberges.

Jüngste Moräne. Auf den Seeabfällen und fluvioglazialen Bildungen von Reutin und Mozach ruht nun noch eine höchstens 3 m starke, auch große Blöcke einschließende Moräne, der Zeuge eines nochmaligen Vordringens des Rheingletschers über

den See; am obersten Haus von Mozach liegt wohl die nördlichste Aufschüttung aus dieser Zeit; die kaum erkennbare Verwitterung der fluvioglazialen Ablagerungen zeigen deutlich, daß sie aus recht junger Zeit stammen.

Weißensberg. Haben wir beim Aufstieg das Nordende des Pulver- und Bösenreutetobels erreicht, so bietet sich ein gleiches Landschaftsbild wie im Westen — freistehende, langgestreckte Hügel zwischen mehr oder weniger breiten Talungen, die von Weibern, Streuwiesen und da und dort auch Futterwiesen besetzt sind. Voran steht der Weißensberger-Haldendrumlin. Nach Norden reiht sich Drumlin an Drumlin, und nach Westen reichen sie der Drumlinlandschaft daselbst die Hand.

Es fällt deutlich ins Auge, daß nach Norden die einzelnstehenden Hügel bald an Höhe und auch an Größe abnehmen. Eine schwach wellige Landschaft breitet sich aus. Die Buckel zwischen den Talungen, die auch hier erfüllt sind von Mooren, Streuwiesen und da und dort von Weibern, können eine Länge von 2—3 km, aber höchstens eine Höhe von 15 m erreichen; nur selten zeigen sich z. B. zwischen Hergaz und Mariathann Aufschlüsse. Der bedeutendste, eine enorme Kiesgrube, liegt bei Mariathann; einige Häuser und ein Wald liegen auf diesem Buckel, der aus diluvialer Nagelfluh und Sand von 12—13 m Höhe besteht. An der Station Mariathann sieht man die Grundmoräne freigelegt. Zwischen Hergaz und Isling setzt sich ein niedriger kleiner Hügel aus See-sanden, zwischen denen etwa 1 m starkes glaziales Material liegt, zusammen.

Die Drumlinlandschaft reicht wohl nicht viel weiter nördlich als Schlachters. Dürfte etwa die Mündung der Urge als Westgrenze der Lindauer Drumlinlandschaft gelten, so ist ihre östliche Grenze die Raiblach; dieser schließt sich ein breites, weit nach Norden sich erstreckendes, wannenartiges Tal an, das östlich an den Abhängen des Pfändergebirges entlang läuft — die Hörbranner Bucht. Natürlich liegt am Hang dieses Gebirges allenthalben Erratikum.

Vergleich der West- und Ostseite. Was den östlichen, von der Raiblach und dem Hörbranner Zungenbecken begrenzten, West-Ost etwa 3 km breiten Teil der Lindauer Moränenlandschaft nicht unwesentlich vom westlichen unterscheidet, ist vor allem die Erhaltung älterer, diluvialer, zum Teil zu Nagelfluh verhärteter Ablagerungen und älterer Seeabfälle, dann daß erst in 90—100 m über der heutigen Seefläche im Norden die im westlichen Teil so typisch ausgebildete Drumlinlandschaft beginnt, daß daher hier keine Umschüttungsterrassen vorhanden sind, die ja nur entstehen konnten, wo nahe dem ehemaligen See sich Moränenhügel hinzogen. Endlich liegt auf der Ostseite südlich den Moränen und hochgelegenen Terrassen längs Reutin und Rickenbach bis zur Raiblach und dem Fuß des Gebirges eine breite, zum großen Teil von Streuwiesen besetzte Niederung, die sich kaum 5 m über das Niveau des Sees erhebt, während auf der Westseite die Drumlin ganz nahe am Seeufer hinziehen. In großer Zahl kamen in jener Niederung bei Fundamentgrabungen im Schlegelletten (Grundmoräne) große, geschrammte Blöcke zum Vorschein.

Gletscherschliffe. Eine der charakteristischsten Gletschervirkungen — die Gletscherschliffe und Schrammen auf dem liegenden Fels — zu beobachten, hatten wir in unserem engeren Gebiete natürlich keine Gelegenheit; ist doch das liegende Gestein die so weiche Süßwassermolasse, die zudem kaum freigelegt ist. Immerhin ist im Gebiet des Obersees diese eigenartige Wirkung des Eisstromes auf seine Sohle zu beobachten gewesen — oberhalb Bregenz im Dorf Rieden. Baron von Seyffertitz hat daselbst gelegentlich der

Abdeckung des Schotter von der marinen Molasse diese geschliffen gesehen.¹ Wohl sind diese Schriffe durch Steinbruchbetrieb längst verloren gegangen; jedoch wird wohl jede weitere Abtragung des Glazialschotter daselbst wieder solche Schriffe und tiefe Furchen freilegen.

Hier dürfen wir dann noch der geglätteten Sandsteinfelsen, der Rundhöcker, am südlichen Absturz des Gebhardsberges gedenken.

Unterhalb Friedrichshafen, zunächst Immenstaad, also auch außerhalb unseres engeren Gebietes, bietet ein mächtiger erratischer Block dasselbe Bild, wie ein vom Gletscher gravierter und gefurchter felsiger Grund. Von der Grundmoräne, in der er lag, ist nur wenig mehr erhalten. Er ist überlagert von feinem sandigem Seeabfaz. Soweit er freiliegt, zeigt er die S-N laufenden Ritzgen. In Rücksicht auf seine außerordentliche Größe (zirka 100 cbm) und seine schönen Gravuren wäre er wohl der Erhaltung wert.

Furchensteine. Einer seltsamen Erscheinung, die freilich nur mittelbar mit der Glazialzeit im Zusammenhang steht, sei noch gedacht; es war doch der Gletscher, der größere oder kleinere Kalkgeschiebe aus den Alpen in der Nähe des heutigen Seeufers niedergelegt hat. Wir meinen die Furchensteine. Ein Prachtexemplar mit mäandrisch gewundenen, arabeskenartigen Furchen liegt im Hofe der Realschule und wäre wohl eine geschütztere Lagerstätte wert. Unter dem Seespiegel, demselben aber nahe, also auch nahe dem Ufer, kann man die so seltsam gravierten Kalkgeschiebe finden, die oberflächlich das Aussehen einer Rasenkoralle erhalten haben; diese Ausfurchung schreibt man der auflösenden Wirkung des Vegetationsprozesses von Algen zu. Mehrmals beobachteten wir, zusammen mit solchen Furchen, kreisrunde Böcher von ungefähr 1 cm Durchmesser und $\frac{1}{2}$ cm Tiefe; ihre Entstehung ist noch nicht aufgeklärt.

Bodensee.

Kommen wir zum Schlusse auf die Geschichte des Bodensees selbst. Im Einklange mit den Vorgängen, welche die Landschaft im Norden und Süden der Alpen gebildet haben, im besonderen mit denen, die die Basis der Lindauer Landschaft, die Zungenbecken, erzeugt und ihre Erfüllung veranlaßt haben, wird vor allem von Abrecht Penck² die Ansicht vertreten, der wir auch beipflichten, daß der Bodensee auch ein glaziales Erzeugnis sei; hiernach hat der mächtige diluviale Rheingletscher im Verlaufe der Diluvialzeit bezw. der Eiszeiten die große und tiefe Mulde in der Molasse und dem älteren Diluvium ausgeschauert. Die Ausfurchung des Sees geschah mindestens zur Tiefe, die der Rhein erst bei Straßburg erreicht; denn der Rhein hat doch nach dem völligen Rückzug des Eises auf der Sohle des Sees immerfort aufgeschüttet. In den Interglazialzeiten war dann das immer mehr ausgetiefte Becken mit Wasser gefüllt.

Daß das enorme Becken des Bodensees nicht wie so manche von Gletschern ausgetieften, ebenfalls großen Seen an Umfang und Tiefe³ beträchtlich abgenommen hat oder erloschen ist, erklärt Penck u. a. dadurch, daß dem Einschneiden seines Abflusses an

¹ v. Seyffertiz, Erratische Erscheinungen in der Bodenseegegend. Schriften des Vereins für Geschichte des Bodensees 1872. F. Kinkel, Zur Eiszeit 1874 S. 45—46.

² N. Sieger, Zur Entstehungsgeschichte des Bodensees, Richtighofen-Festschrift 1893. A. Penck, Die Alpen im Eiszeitalter, Leipzig, S. 253, 418 und 433—435. A. Penck, Schriften des Vereins zur Verbreitung naturw. Kenntnisse Wien, XLII, 1902.

³ Größte Tiefe des Bodensees ist 276 m.

verschiedenen Stellen Halt geboten ist. Um 30 m würde sein Spiegel sinken und sein Flächenraum würde sich um mehr als $\frac{1}{4}$ mindern, wenn nur die Jurariegel durchschnitten würden, über die der Rhein, seinen alten Lauf verfehlend, bei Schaffhausen rauscht und bei Neuhausen stürzt. Penck macht ferner geltend, daß ein solches Senken des Seespiegels die Tätigkeit seiner Zuflüsse sehr beleben würde. Nicht bloß die Zuflüsse des Vorlandes, sondern auch der Rhein, der heute sein Tal weit oberhalb des Sees verschüttet und sein Delta in letzterem aber seit einem Jahrtausend kaum vorgeschoben hat, würden enorme Schuttmassen herbeiführen und die durch das Sinken des Seespiegels so stark verkleinerte Wanne rasch ausfüllen. Die außerordentliche Tiefe des Bodensees erklärt er aus der auch außerordentlichen Ausdehnung und Mächtigkeit des Rheingletschers. So tut Penck in seinem monumentalen Werk Blicke in die Vergangenheit und in die Zukunft.

Diluviale Lebewelt.

Höchst merkwürdig ist es, daß in dem geschilderten Teil der Umgebung des Bodensees und in ihm selbst von prähistorischen Bewohnern bisher absolut keine Zeugen irgend welcher Art aufgefunden wurden, während doch am Untersee, wie in Oberschwaben uns die bedeutungsvollsten und mannigfaltigsten Dokumente erhalten sind. Denken wir nur an die Rentierjäger von Schuffenried¹, an die mit Kunstsinne begabten Höhlenbewohner des Reflerloches bei Thahngen² und des Schweizerbildes bei Schaffhausen³, an die zahlreichen und ausgedehnten Pfahlbauten am Untersee. In den Museen von Stuttgart, Konstanz, Schaffhausen und Zürich sind die hochinteressanten Funde aufbewahrt und ausgestellt.

Was von den Beweisen früherer menschlicher Besiedelung am Obersee gilt, trifft nahezu auch von unserem Wissen der damaligen hiesigen Tier- und Pflanzenwelt zu. Weder in den See-, noch in den Flußablagerungen⁴, noch auch in den Mooren haben sich Knochen oder Zähne je gefunden, ebensowenig genauere erkennbare Pflanzenreste. Aus der Interglazialzeit, die der letzten großen Vergletscherung vorausgegangen war, während der nach Pencks Studien das Eis bis in die Firnmulden zurückgegangen war, haben sich in weiterer Umgegend des Obersees nur ganz wenige Reste erhalten. Der eine Rest ist das Schienbein⁵ eines Mammuts, das im See, 330 m südlich von Wasserburg, gefunden; der andere Rest ist ein vorzüglich erhaltener Mammutstoßzahn⁶, der am Büfenberg bei Bludenz entdeckt wurde. Die Aufschüttung der letzten Eiszeit mag sie geschützt haben. Bei Mörschweil nahe Rorschach⁷, 75 m über dem See, lag ein Braun-

¹ Fraas, Archiv für Anthropologie, Bd. II, S. 29 ff.

² Merk, Mitteilungen der antiquar. Ges. in Zürich, 1876. Rütimeyer, Archiv für Anthropologie 2c., Bd. VIII, S. 122 ff. Kinkelin, Über die Eiszeit 1876 und die Ureinwohner Deutschlands, 1882.

³ Ruesch, Neue Denksch. der allg. Ges. f. d. ges. Naturw. XXXV, 1. Aufl. 1896, 2. Aufl. 1901. Penck, Die Alpen im Eiszeitalter 1902—1903, S. 423.

⁴ Nach Angabe des Besitzers der Riesgrube am Hoyerberg (Fig. 7, Rörtchen o) sollen die Flußschotter den Stirnzapfen eines Büffelhornes und eine Steinwaffe enthalten haben, die wir aber nicht zu Gesicht bekommen haben.

⁵ Das Schienbein wird in der naturhistorischen Sammlung der Lindauer Realschule aufbewahrt. Es mißt ungefähr 0,5 m.

⁶ Der Stoßzahn, der zirka 1,7 m Länge hat, ist im Bregenzer Museum würdig ausgestellt.

⁷ Heer, Urwelt der Schweiz. I. Aufl., S. 489.

Kohlenlager von 6—8 Fuß Stärke unter Jungmoräne und ist von tonigem Sand, der von kleineren Geröllen durchsetzt ist, unterlagert. Nicht nur die Schichtfolge, sondern auch die Zapfen und Früchte von der Tanne, Kiefer, Fegföhre, Lärche, Birke, Eiche und Hasel bezeugen eine Interlazialzeit.

Überblick über die Geschichte der Lindauer Drumlinlandschaft.

Nur aus Steinen, da und dort auch aus diesen eingegrabenen Klüften, und aus der Betrachtung ihrer Lagerung ist uns eine Geschichte unserer Landschaft erwachsen, die uns erzählt von einem mächtigen Eismantel, der über der im Süden und Osten von hochragendem Gebirg umkränzten Bodenseelandschaft ausgebreitet war, von den Rämmen, von denen die Quellwasser des Rheinstromes heute ausgehen, bis über die wellige Talchaft im Norden des jetzigen Bodensees, insbesondere des Obersees.

Von der mächtigen Eismasse, mächtig in Höhe und Länge, und von den auf ihrem Grund mitgeführten alpinen Trümmern ausgehert, bildeten sich mehr oder weniger ausgetiefte, nach Nord aufsteigende Mulden und so auch die größte, die enorme Mulde des Bodensees im Laufe der Jahrtausende.

An der Stirn des Eisstromes häuften sich die mitgeführten, mitgeschleppten, geschobenen Trümmer, groß und klein, zu wallartigen Höhen. Hatte unter anderm ein Übermaß von Luftfeuchtigkeit das von den Firnmulden ausgehende Eis zu so außerordentlicher Mächtigkeit und Ausdehnung anwachsen machen, so verging es auch durch die Macht der Sonnenwärme wohl in schnellerem Tempo im allgemeinen, als das Wachsen stattgefunden hatte.

Nach Anhäufung des Schuttwalles der großen Eiszeit, die Penck die Würmeiszeit getauft hat, wurde allmählich die Landschaft südlich desselben wieder eisfrei; der Gletscher zog sich weit zurück gegen sein Quellgebiet. Dem Gefälle folgend, furchten die Wasser, dem See zu, Rinnen aus.

Wieder fand ein Vormarsch des Eises statt, der jedoch jene mächtigen Moränenwälle nicht entfernt erreicht hat. So wurden jene Rinnsale, in die die Gletscherzungen vorerst eindrangen, muldenartig ausgeweitet.

Drumlin. Rückweise zog sich nun wieder der Gletscher zurück; nicht aber ununterbrochen, sondern in kleineren Schwankungen fand auch ein Vorschreiten in geringerem Maße statt. Da wurde der die Sohle der Wannen erfüllende Moränenschutt durch den vom Eis geübten Seitendruck nach oben gedrängt. Er häufte sich zu den in der Bewegungsrichtung des Gletschers gestreckten eigenartigen Hügeln. Während dessen kamen zugleich mit den Hügeln (Drumlins) niedere Erdmoränen der Gletscherzungen, die also aus Grundmoränenmaterial bestehen, zustande. Jeder stärkere Rückschritt des Eises, dem eine Oszillation folgte, schuf demnach einen Kranz von Hügeln, zwischen ihnen, ruhende Talungen und diese nördlich abschließende Kiegel. In den Talungen, Mulden, groß und klein hielten sich natürlich die Eismassen am längsten.

Umschüttungsterrassen. Die ungeheuern Mengen der Schmelzwasser sammelten sich in bedeutender Höhe zu einem See, dessen Spiegel den des heutigen um 40—45 m überragte. Wie heute flossen seine Wasser westwärts. Noch also lag ein guter Teil der Hügellandschaft von heute unter dem Seespiegel oder schaute nur mit dem Rücken der Hügel über das Wasser hervor als Inseln, wie heute Lindau. Das war die Zeit,

da die stürmischen Wogen des Sees die ihnen erreichbaren Hügel abtrugen und deren alpine Trümmer an der ruhigeren Nordseite der Hügel aufschütteten. Wie ein Mantel legen sie sich da um deren nördliche, auch westliche und östliche Schultern.

Seeabsätze. Landschaftlich prägt sich, wie inmitten der ganzen Landschaft, so auch auf der Ostseite eine frühere Seesohle aus und zwar durch eine am Rand der Moränen sich Ost—West hinziehende, nach Süden geneigte Hochfläche. Mehrfach sind denn auch die durch schräge Richtung ausgezeichneten, von der Seewelle so geordneten Ablagerungen in Aufschlüssen zu beobachten. Auf diesen Seeabsätzen sieht man die bis zu 3 m mächtige, nur wenig verwitterte jüngste, Moräne.

Junge fluvioglaziale Schotter. Dasselbe gilt auch von den fluvioglazialen Terrassen, die ein Nord—Süd in der Richtung des Pulvertobels bewegter Fluß aus der nächsten Nähe, aus den Moränen, aufgeschüttet hat. Sie wurden in den See eingebaut, von der Seewelle eingeebnet, und lieferten ihr nach Ost und West das feinere Material. Noch reichlicher als auf der Ostseite der Landschaft sind in ihrem westlichen Teile die an der Südseite, nämlich an der Seeseite der Hügel angelagerten Seesande mit sie mehrfach durchziehenden Kiestreifen aufgeschlossen. Am besten können sie bei Nonnenbach-Hemigkofen (Kärtchen a b c) beobachtet werden, während die Terrassierung durch die Welle weniger deutlich von Hochbuch süd- und westwärts in die Erscheinung tritt.

Jüngste Moräne. Weit südwärts über das Gebiet des Sees war der diluviale Rheingletscher zurückgegangen; ein weiter offener See nahm das Bodenseegebiet bis zirka 44 m über den heutigen Wasserstand ein, da trat ein erneutes Wachstum des Gletschers ein. Jedoch nur wenig nördlich des Nordufers des Sees hat er für kurze Zeit stillgestanden. Aus dieser Zeit stammt die jüngste Moräne, der wohl der größere Teil der weit verbreiteten freiliegenden erratischen Blöcke zugehört.

Seebuchten und Weiher. Mit dem völligen Schwinden des Eises in Lindaus Umgegend griffen die Wasser buchtenartig in den südlichen Teil der Landschaft ein. In den Talungen zwischen den Hügeln waren kleine Seen und Weiher entstanden, die mehr oder weniger durch die querliegenden niederen Kiegel von einander getrennt waren. Weniger sind derweilen diese freundlich blickenden Wasser geworden; vom Ufer drang mehr und mehr die Pflanzenwelt vor. Schilfe und eingeschwemmter Schlamm minderten ihre Größe.

Moore. Es entstanden Moore mit der wasserundurchlässigen Grundmoräne als Sohle und schließlich die in unserer Landschaft zahlreichen Streuwiesen.

Tobel. Dem See zustrebende Bächlein, die vielfach ihren Ursprung in solchen Seen haben, schnitten die heutigen Tobel in die Landschaft ein.

Über Besiedelung wissen wir nichts mitzuteilen; sie muß wohl viel später geschehen sein als am Untersee, weil die Landschaft länger unter dem Einfluß der Vereisung stand. Weder Baggerung im See, noch Fundamentgrabungen, weder die Bearbeitung der Wiesen, noch die Gewinnung von Sand und Kies haben menschliche Spuren zu Tage gefördert. Nicht die Spuren höhlenbewohnender Vorfahren missen wir nur, der Historie um viele tausende von Jahren näher stehende Ansiedelungen haben ebensowenig wie jene Spuren ihrer Existenz im Oberseegebiet hinterlassen.

Welch junge Gebilde uns zumeist in Lindaus näherer Umgebung zur Beobachtung vorliegen, beweist unter anderem auch ihre geringe Verwitterung.