

Ein rhätischer Riesenfindling im Allgäuer Rheingletschergebiet.

Von **Erich Wasmund**, Langenargen am Bodensee

Mit 6 Textabbildungen.

Im bayerischen Allgäu, unweit Moos bei Ellhofen, etwa zwischen der Schnellzugsstation der München—Lindauer Strecke Röthenbach und dem Amtsstädtchen Weiler gelegen, ist ein großer Steinbruch. Der Geologe, der die tiefe Grube in dem Moränenhügel betritt — die Leute heißen sie „Krater“ — muß erstaunt sein, denn er sieht zwei gegenüberliegende hellgraue Felswände, an denen der Kalk offensichtlich noch vor nicht allzulanger Zeit gebrochen wurde. Wo sollten hier, mitten im tektonisch und stratigraphisch längst abgeklärten Molassegebiet, Kalkgesteine von so mächtiger Entwicklung herkommen? Man muß eine gewisse Scheu überwinden, um die Lösung in der glazialen Überdeckung des Allgäuer Tertiärgebiets zu suchen, denn man sieht auf den ersten Blick, daß es sich dabei um Ausmaße handelt, die für einen Findling völlig ungewöhnlich sind. Es handelt sich zweifellos um das größte bisher in europäischen Vereisungsgebieten aufgefundene Erraticum, das noch dazu sedimentärer Natur ist. Der ursprüngliche Rauminhalt des Blocks faßte mehrere tausend m³. Der heute aufgelassene „Kalksteinbruch“ liegt in waldigem, unwegsamem Moränengelände; eigenartig bleibt jedoch, daß er der Aufmerksamkeit entgangen ist, obwohl er in Generalstabskarten und Meßtischblättern (vgl. Abb. 1) zu finden ist, und obwohl das Gebiet in neuester Zeit einmal einer diluvialen, zweimal einer Tertiäraufnahme unterzogen und auch von anderer Seite mehrfach begangen worden ist.

Wie die angedeuteten Ausmaße auch einen erfahrenen Geologen stutzig machen können, beweist eine Stelle bei ROTHPLETZ (18). Er beschreibt dort Granitblöcke, die am Südhang des Bolgen bei Oberstdorf dem anstehenden Flysch auflagern. Sie sind neuerdings wieder durch CORNELIUS und KRAUS behandelt worden. Einer dieser exotischen Blöcke maß 10 m lang und 5 m breit über dem Boden, er sei also „zu groß, um die Annahme zu gestatten, er sei vom Gletscher hierhergebracht worden“. Dabei bleibt der Rauminhalt doch weit hinter dem des Kalkbruchs bei Moos zurück!

Der Aufmerksamkeit und den selbstlosen Bemühungen Herrn Carl Wachter's, Fabrikant in Ellhofen, ist es in erster Linie zu verdanken, daß der Findling, der nicht nur wegen seiner Größe, mehr noch seiner Herkunfts- und Transportverhältnisse halber interessant ist, der Wissenschaft zugänglich wurde. Herr Wachter, dessen eifriger Sammeltätigkeit schon ERB (5) manches zu verdanken hatte, unterrichtete das Bezirksamt in Lindau davon, das seinerseits mit dem Bezirksverein für Heimatschutz und Heimatkunde für Lindau-Weiler

Schutzbestrebnngen in Erwägung zog. Da das nur für den Fall eines lohnenden Erraticums in Frage kam, und man auch mit event. anstehenden Durchragungen älteren Gebirges durch die Molasse oder mit einem eruptiven Schlot rechnete, mußte die Sachlage geologisch einwandfrei geklärt werden, was, wie ich hoffe, gelungen ist. Ich danke den beteiligten Lindauer Herren, Herrn Oberregierungsrat Le ser und Herrn Oberstudiendirektor Wendl, für ihre verständnisvollen Bemühungen, in besonderem Maße aber Herrn Wa hter in Ellhofen, der mich bei mehrfachen Besuchen und Umfragen in der Gegend in jeder Weise durch seine Mitarbeit unterstützte. Herrn Wendl habe ich weiter die Möglichkeit, im chemischen Laboratorium der Realschule Lindau qualitative Analysen auszuführen, zu verdanken. Herrn Regierungsrat Prof. Blumrich in Bregenz, der mir die Untersuchung von Handstücken im Vorarlberger Landesmuseum ermöglichte und mir mit Literatur in freundlichster Weise aushalf, habe ich ebenfalls allen Dank abzustatten.

Die ersten Handstücke im Besitz Herrn Wendl's sah ich im Winter Ende 1927, doch erlaubte die Schneedecke bei Ellhofen noch keine Untersuchung des Blockes. Andererseits hatten die schlechten Schneeverhältnisse dieses Winters bei Skitouren wenigstens den Vorteil: ich fand mehrfach in den Vorarlberger Alpen Gesteine völlig gleichen Aussehens, was auch bei näherer vergleichender Untersuchung sich bestätigte. Als ich daher im Februar und März 1928 die Untersuchung in Ellhofen begann, war mir die Meinung schon wahrscheinlich, daß der Findling aus dem Rhätikon stammen müsse. Auch das bestätigte die weitere Forschung.

Mit dieser Beschreibung des wohl größten europäischen Findlings (von mindestens 3—4000 m³), der damit gleichzeitig das größte alpine Sedimentärgeschiebe und, soweit Verf. bekannt, den größten erratischen Fels überhaupt darstellt, folge ich einer vor kurzem erschienenen „Mitteilung über das größte norddeutsche Sedimentärgeschiebe“. (Lit. 4.) Das dortige Konglomerat, das von Norrland oder dem Ostbaltikum nach Pommern im fennoskandischen Inlandeis transportiert wurde, weist nur noch 20 m³ auf. Doch hat der Fund einige Ähnlichkeit mit dem unsern. Der Hauptblock ist wie bei dem Allgäuer Erraticum von Geschieben umgeben, weiter besteht der Ellhofener Findling aus Kalk mit wechselndem Dolomitgehalt, in dem zahlreiche Kalkspattrümer auftreten. Auch in dem pommerschen Geschiebe besteht wenigstens die Grundmasse aus gleichem Material. In einem haben leider sowohl v. BÜLOW's wie WASMUND's Bearbeitung mit demselben negativen Vorzeichen zu rechnen: die beiden Findlinge sind nicht mehr in ihrer ursprünglichen Größe und Gestalt erhalten. Trotzdem ließ sich das im norddeutschen wie im subalpinen Fall doch noch nachträglich mit hinreichender Genauigkeit angeben.

Der Steinbruch liegt in einem niedrigen Moränenzug des Singener Würm-Stadiums (vgl. Abb. 6 p. 648), auf der rechten Westseite der

oberen Rotach, die von da über Weiler nach der Bregenzer Aach ins Vorarlbergische entwässert. Auf die topographische Lage des Findlings (bei ca. 650 m ü. NN, 250 m über dem Bodensee) wie die Einordnung in das Glazialgebiet des Rotachzweigbeckens werden wir später eingehen. Von dem zu Ellhofen gehörigen kleinen Weiler Moos, bei dem Hause „Ziegler von Moos“, an der Straße Riedhirsch—Auers—Weiler führt ein kleiner, halb verwachsener Weg über

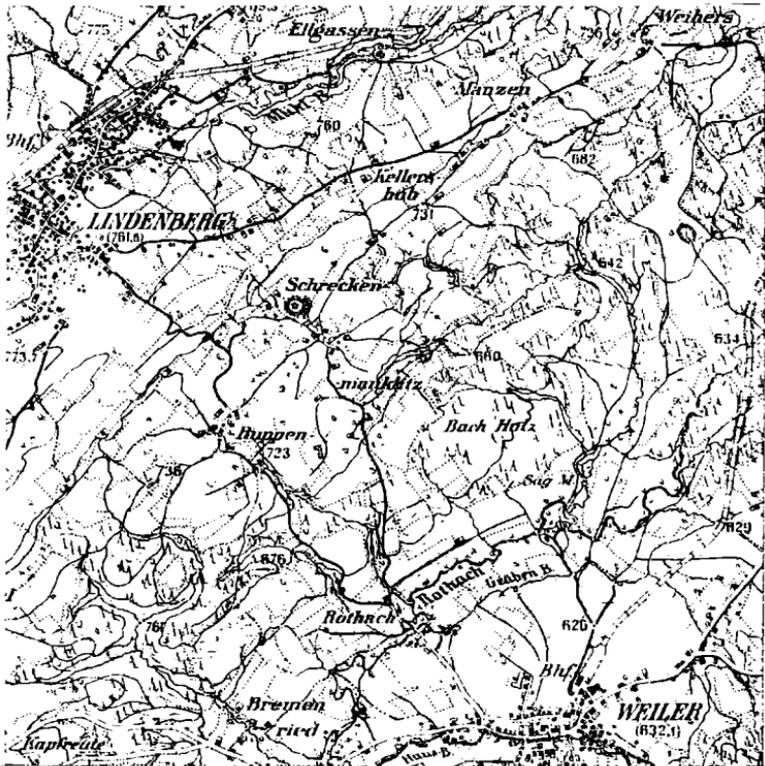


Fig. 1. M.Bl. Weiler 1 : 25 000.

die Rotach und die Nebenbahn Röhrenbach—Weiler durch Wald und Wiesen in Richtung auf die Flecken Manzen und Weilers zu. Er steigt auf den hier im Auslauf sanften Pfänderzug-Abhang hinauf und endet nach einem Hohlweg plötzlich blind im Steinbruch. Die Lage des Kalkbruchs von außen, von oben und von innen verdeutlichen die Aufnahmen (p. 612 u. 64^s, wie in Lit. Nr. 23), seine Größenverhältnisse sind in Aufriß und Profil dargestellt. Der heute noch in Resten vorhandene Kalkofen stand mit Ziegelei beim Weiler Ellhofermoos, der Steinbruch gehörte politisch zur Gemeinde Ellhofen, als Steuergemeinde galt Lindenberg. Nach dem Lageplan liegt er in der Ortsflur Manzen auf Flur „Bachholz“, Plannummer 1323 (vgl. Abb. 3, p. 618).

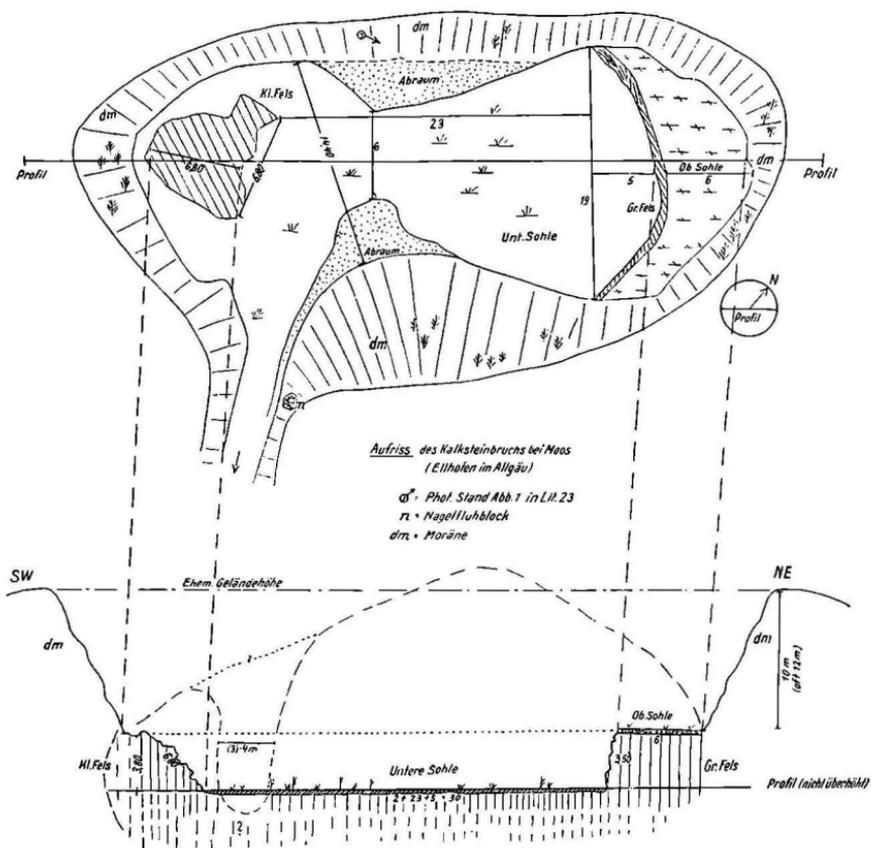


Fig. 2.

Die völlig ebene Sohle des Bruchs ist ringsum von steilen Hängen in einer durchschnittlichen Höhe von 15 m umgeben. Es handelt sich z. T. um Geschiebemergel, teilweise aber auch um Abraum und verstürzten Schutt des seit bald drei Jahrzehnten aufgelassenen Betriebes. Die Hänge sind deshalb längst mit Rottannen und Dornsträuchern bewachsen, die untere Hauptsohle ist versumpft und mit Seggen und Schilf bestanden. Der Wasserstand von einigen Dezimetern wechselt. Schon diese Tatsache deutet auf festen undurchlässigen Untergrund, der durch abgeschwemmten Gehängelehm nur abgedichtet sein mag. Neue Schürflöcher fanden mehrfach die erratische Felsfläche. An beiden Längsenden der Sohle erhebt sich das „Anstehende“. Wenn man die Grube durch den Hohlweg betritt, zieht sich gleich links, auf der Nordwestseite, ein dunkles zerklüftetes Gestein den Hang hinauf. Dieser „Kleine Fels“ hat auch eine gewisse Horizontalerstreckung. Am gegenüberliegenden Ende steht das gleiche Gestein in offenbar frischerem Anbruch in einer $3\frac{1}{2}$ m mächtigen saigeren Wand an, in über 20 m Längserstreckung. Darüber folgt eine „Obere ebene Sohle“ von kleinerem Ausmaß, sie ist auf der genannten Abbildung gut zu sehen. Sie entspricht nicht einer — denkbaren — natürlichen Schichtfläche, sondern rührt noch von dem früheren von oben abgeteufte Tagebau her. Die Maße für „Kleinen und Großen Fels“ ergeben sich aus der Aufrißskizze.

Die beiden Bruchwände sind äußerlich etwas verschieden. Beide sind stark verwittert, die hellgraue Verwitterungsrinde ist stellenweise einige Zentimeter mächtig und täuscht über das eigentliche Aussehen des bergfrischen Gesteins, das dunkelgrau-schwärzlich ist, und dessen zahllose weiße Kalkspatäderchen in der Rinde physiognomisch kaum in Erscheinung treten. Der „Kleine Fels“ ist in einzelnen Blöcken und Graten, wenn auch nicht direkt karrenförmig, stark ausgewittert, offenbar haben auch Flechten bei der chemischen Zersetzung mitgewirkt. Er ist augenscheinlich schon länger den Atmosphären ausgesetzt wie die senkrechte Bruchwand des Großen Fels. Dessen geringer mächtige Carbonatauslaugung läßt auch noch die Strukturzüge deutlicher durchscheinen, auch die Sprenglöcher sind noch gut zu sehen. Auch der auf der Unteren Sohle und an den Hängen liegende Schutt zeigt, daß schon Jahrzehnte vergangen sind, seit der letzte Kalk gebrochen. Dem Gesteinscharakter nach sind beide Bruchwände völlig gleich, nur die verschieden alten Umsetzungs Vorgänge der Außenhaut, sowie die rötlichen und weißen Algenpappen an berieselten Stellen des Großen Fels bedingen gewisse Unterschiede in Farbe und Form.

Das Gestein reagiert auf NaCl verschieden, stellenweise ziemlich schwach, die chemischen Analysen bestätigten später die Vermutung (vgl. p. 634), daß es sich um Kalksteine mit wechselndem bis fehlendem Dolomitgehalt handelte. Er ist in frischem Zustand von schwarzgrauer bis schwarzbrauner Farbe, der verschiedenen Dolomitierung

entsprechend zuweilen von mehr muscheligh-klüftigem, eher aber von feinkörnig-kristallinem Bruch. Das Charakteristische an dem massigen, kompakten Gestein, dessen dichtes Gefüge durch keine Schichtung unterbrochen wird, ist eine so starke Durchsetzung mit Calcitadern, daß man stellenweise förmlich von Mylonit sprechen kann. Jeder Anschlag eines Handstücks zeigt den ungemein reichen Gehalt an Kalkspatgängen und -adern, der einerseits massenhaft in feinsten Trümmern den dolomitischen Kalkmylonit durchschwärmt, und andererseits auch die groben Klüfte mit körnigen und drusigen finger- und armdicken Gängen verheilt hat. Zuweilen, in ganz angeschwollenen Lagen und in kleinen Adern, sind die Kalkspatrhomboeder auch schön ausgewachsen. Die üblichen Zwillingbildungen sind nicht selten. Sie können sich stellenweise so anhäufen, daß ihre parallelen Linien, besonders wenn sie mit Verwitterungsrissen übereinstimmen, eine gewisse Richtungsstruktur des Gesteins vortäuschen. Die ist aber in Wirklichkeit nicht vorhanden, weder in der Durchtrümerung mit den Calcitadern läßt sich ein System finden, noch in den übrigens wenigen Störungsfugen und Verwitterungsklüften, die saiger und mit wechselndem Fallen und Streichen das Gestein durchsetzen. Eine gewisse grobe Bankung (an einer Stelle 15° N) mag man undeutlich sehen können, sie erscheint mir nicht überzeugend nachweisbar. Die Raumorientierung würde ohnehin bei der glazialen Einbettung illusorisch sein.

Fossilien sind nicht zu finden, was auch weiter nicht verwunderlich, da sie, wenn überhaupt einmal vorhanden, wohl diagenetisch zerstört worden wären.

Die Lage und heutige Gestalt der beiden Bruchstellen, die ja wie die ganze Grube noch deutlich genug die Spuren früherer Abarbeitung tragen, weist auf zwei große Schwierigkeiten, die der Berechnung der ursprünglichen Größe entgegenstehen. Einerseits ist nicht ohne weiteres zu ersehen, wie weit sich die schon verarbeiteten Gesteinsmassen in den offenen Bruch hinein und in das Hangende erstreckt haben, ja, ob die Reste vielleicht einmal zusammenhingen. Andererseits ist aber auch bei der bis 12 m mächtigen Bedeckung über der Oberen Sohle nicht zu sehen, wie weit beide Felsen in den Berg hineingehen, und ob unter der Oberen und der Unteren Sohle sich festes Gestein befindet. Der Geschichte des Steinbruchbetriebes möglichst genau nachzugehen, die früheren Arbeiter an Ort und Stelle unabhängig voneinander zu befragen, Schürfungen auf den Sohlen ins Liegende niederzubringen und die Natur der übrigen Teile des Steinbruchs trotz Schuttkegel und Vegetation festzulegen — das waren die Wege, die gemeinsam ein sicheres Ergebnis zuwege bringen mußten.

Das Hangende des Findlings — die Untere Sohle mitgerechnet — ist schlecht aufgeschlossen und das Anstehende schwer vom künstlich Umgelagerten zu unterscheiden. An der unteren SE-Seite

der Grube ist zweifellos am meisten aufgeschüttet, das kann man schon morphologisch an den Schutterrassen von außen sehen, wenn man den Weg vom Wald an der Rotach heraufkommt. Im Bruch selbst liegen sich zwei zweifelhafte Schuttkegel gegenüber, das Material ist so steinig, daß der sonst so gut entwickelte Baum-anflug hier fehlt und die wahre Natur erkennen läßt. Diese zwei im Aufriß eingezeichneten Kegel verdecken zu gewissem Teil die Untere Sohle, so daß wenigstens sie bei der späteren auf die Sohlenfläche gegründeten Berechnung außer acht gelassen werden können. Die Sohle ist zweifellos noch an anderen Stellen von Abfallschutt und abgetragendem diluvialen Abraum zugeschüttet. Doch lassen sich da sichere Maße ohne kostspielige Erdbewegungen nicht angeben, so daß wir vorsichtigerweise die heutigen Grenzen der Unteren und Oberen Sohle auch als ursprüngliche weiteste Seitenerstreckung des Geschiebes ansehen wollen, obwohl es sicherlich da und dort noch weitere Ausdehnung hatte und hat. Die Annahme, daß der Findling einst das Hangende und heute noch das Liegende der Unteren Sohle bildete, wird unten begründet werden. Die Moränen-natur der oberen und äußeren Gehänge ist aber nicht nur morphologisch deutlich, sondern läßt sich auch durch Grabungen noch mehrere Meter unter der Geländeoberfläche nachweisen.

An einer Stelle, am rechten E-Ende des Steinbruchs in halber Höhe über der Oberen Sohle, wird ein natürlicher Aufschluß durch das schwach laufende Wasser einer Quellnische offengehalten. Die Rheokrene legt hier typische Grundmoräne frei, der auch oberflächlich kalkreiche Geschiebemergel ist gesättigt mit gerundeten Kalkdolomitgeschieben vom gleichen petrographischen Charakter wie dem der Bruchwände. Auch an den übrigen Abhängen, aber besonders häufig im Quellablauf, liegen solche faust- und kopfgroßen Gerölle umher, die sich deutlich von dem eckigen Bruchschutt des früheren Betriebes unterscheiden. Der Findling (event. zwei Findlinge) ging also in die Grundmoräne durch einen Schuttmantel von glazial abgerundeten Geschieben vom gleichen Material über, denn anders können die Lesestücke nicht abgerollt worden sein. v. BÜLOW beschreibt die gleiche Erscheinung von dem großen pommerschen Sedimentärgeschiebe, auch hier umgab den großen Block ein Geröllmantel kleinerer Mitläufer. Wir werden später sehen, daß diese Umhüllung des Riesenfindlings sich auch in seine weitere Umgebung erstreckt, wie die Kiesgruben und Bachbetten der Gegend erweisen. Diese Tatsachen werden für die Bildung unserer Vorstellung von der Natur dieses glazialen Unikums als transportiertem Bergsturze wichtig sein.

Am rechten Hang des Hohlwegs vor dem Eingang in den Bruch liegt ein offenbar verschleppter Konglomeratblock von ca. $\frac{1}{4}$ m Durchmesser. Das an Menge überwiegende Bindemittel ist ein arkoseartiger Sandstein, der faustgroße, wenige alpine Kalkgeschiebe,

darunter auch Triasdolomite, umschließt. Er ist weitaus härter verfestigt wie die Molassenagelfluh der OSM vom Pfänder, er könnte aber im Zuge des Rotachtalglitchers auch aus der OMM oder der USM stammen (vgl. Fig. 6, p. 648). Gerade hier aber in der Gegend, wo gut verfestigte Glazialschotter nicht selten sind (vgl. Bahnaufschluß bei Röthenbach, dann beim Wirtatobel auf Vorarlberger Boden), muß man auch mit dieser Möglichkeit rechnen. An sich dürfte dieses Erraticum für das vorliegende Problem nicht weiter von Bedeutung sein. Daß Molassesandsteine, zentralalpine Gneise usw. nicht selten sind, braucht kaum gesagt zu werden. Gegenüber dem erwähnten Konglomeratblock liegt ein im bergfeuchten Zustand weicher, dünngeschieferter Plattenkalk von schwarzgrauer Farbe, in etwa 1 m Breite in der Moräne am Hang. Man würde ihn wohl noch besser als Mergelschiefer bezeichnen, wie sie im ganzen helvetischen Jura und der Kreide vorkommen, aber die auch für die ostalpinen, den Hauptdolomit überlagernden „Kössener Schichten“ bezeichnend sind.

Da der Steinbruch seit den ersten Jahren unseres Jahrhunderts tot daliegt, die Besitzer seitdem mehrfach gewechselt haben und die Arbeiter des ehemaligen Betriebes alt sind und schwer aufzufinden, war es nicht leicht, die Geschichte dieser eigenartigen Westallgäuer Kalkindustrie und damit die Geschichte der Zerstörung des Findlings aufzuhellen.

Der Betrieb des Bruches und eines Kalkofens, mit dem eine Ziegelei verbunden war, wurde in den letzten Jahrzehnten des vorigen Jahrhunderts von einem gewissen Bemetz, von einem früheren, namentlich nicht mehr feststellbaren Besitzer und Bearbeiter übernommen und bis um 1900 fortgeführt. Damals — man heizte bis zuletzt mit Holz — wurde das Werk unrentabel, das Jahrzehnte hindurch eine Familie und mehrere Arbeiter ernährt hatte. Es ist seitdem mit dem Besitz der Wirtschaft in Moos verbunden, aber nicht mehr benutzt worden. Ein Besitzer war in der Zwischenzeit Bilger in Lindenberg. Der Kalkofen, dessen Reste man noch am Rand des Weilers Moos sieht, und der Steinbruch mit ihm, zerfiel. Zuletzt gehörte er dem Gastwirt Kollmuß in Moos. Ich sammelte die Aussagen der Einwohner der dortigen Häuser, vor allem einer alten Frau, die früher bei Bemetz Angestellte war. Ihre Aussagen über Art und Größe des Bruchbetriebes stimmen mit denen der ehemaligen Steinbruchsarbeiter Boch und Burger im nahen Städtchen Weiler überein, mit Ausnahme eines Punktes, wo wir das Gewicht vorsichtigerweise den zurückhaltenderen Meinungen der beiden Arbeiter, die fast 20 Jahre am Block schafften, beilegen. Danach war die Entwicklung des Steinbruchs folgende.

Den Beginn der Ausbeutung des Ellhofener Bruchs vermögen wir heute etwa auf 1800 anzusetzen, und zwar an Hand der noch im Allgäu vorhandenen Zeugnisse einer einst blühenden Steinhauerwerkstatt in Röthenbach. Ich verdanke die Auskunft dem Urenkel

des damaligen Steinhauers Ludwig Äigler in Röthenbach, Herrn Steinhauermeister Baldauf in Röthenbach und Herrn Buchhändler A. Zumstein-Brack in Grünenbach (Allgäu). Bis um 1890, als Kunststein und Zement das heimische Handwerk zurückdrängte, war diese heute sehr verkleinerte Werkstatt als förmliche Industrie auf den blühenden Bruchbetrieb um Ellhofen gegründet, und zwar einerseits auf den Kalkbruch des Findlings und andererseits auf acht Brüche im Molassesandstein des bekannten Ellhofer Tobels. Aus beiden Gesteinen finden sich heute noch in klassizistischen und Biedermeisterstilformen recht ansprechende Grabdenkmäler und Grabtafeln auf Friedhöfen und Kirchenmauern in Röthenbach, Grünenbach, Gestratz, Maienhöfen, Ebratshofen, Heimenkirch, Ellhofen, Weiler, Lindenberg und Scheidegg, durchweg aus den ersten Jahren des vorigen Jahrhunderts. Die ersten Entwürfe sind noch aus den Jahren um 1790 vorhanden. Der Sandstein wurde weiter zu Fensterbänken, Backöfen usw. verwandt und bis gen Augsburg weithin vertrieben. Die Grabtafeln zeigen wie heute auch die verfallenen Bruchwände des Findlings eine hellgrau ausbleichende Verwitterungsfarbe, nur im frischen Anschlag kommt die schwarze Farbe mit der weißen Äderung wieder heraus. Im übrigen hat sich aber das Material bei aller Spröde tadellos erhalten und zu feiner Ornamentik und Reliefplastik verarbeiten lassen.

Einen weiteren frühen Anhaltspunkt für den Abbau haben wir im Datum des Bahnbaus Kempten—Lindau von 1848—1850. Die Eisenbahnbrücke bei Dreieiligen unweit Röthenbach wurde aus den obersten Lagen unseres Findlings gebaut. Diese obersten Schichten haben die Arbeiter natürlich nicht mehr selbst gesehen, doch genug davon gehört, das Material stammt ja auch tatsächlich daher. Sie haben aber noch in den 80er Jahren die Abfallstücke vom Behauen der Quader herumliegen sehen, die später gebrannt wurden. Aber schon vor dem Bahnbau bestand der Kalkofen, durch den man ja überhaupt auf diesen dem Bahnbau nächstliegenden einzigen Bausteinbruch der Gegend aufmerksam wurde. Das Brennholz wurde aus den fünf Stunden entfernten Wäldern bei Rimpach angefahren. Der Findling ragte im Urzustand als Kuppe über die Moräne hinaus und war umgeben von einem dichten Geröllmantel. Der erste Kalkbrenner soll überhaupt größtenteils nur aus diesem Schuttmantel gebrannt haben, solange er den Ofen betrieb. Damit stellen wir also fest, daß der Findling über die Geländeoberfläche hinausgeragt oder sie zumindest erreicht hat, die über der heutigen immer noch anstehenden Sohle bis gut 15 m höher liegt. Wie hätte man ihn übrigens auch sonst finden und abbauen sollen? Eine Eindellung in dem einheitlich streichenden Moränenzug anzunehmen liegt kein Grund vor; auch der heutige Südostrand liegt kaum weniger hoch über der Sohle. Kein geringer Beweis schien die Tatsache, daß im heutigen Blatt S.W. XXVI. 54 des Katasteramts Weiler

der Findling noch genau so als Brachflur eingezeichnet ist, wie es schon auf dem ältesten Katasterblatt von 1824 zu sehen ist. Da die erste Aufnahme 1821 erfolgte, war der Bruch im „Anstehenden“ entweder schon im Gange, oder der Steinstrich als offener Ausbiß über der Moräne aus. Nach der neuen bezirksamtlichen Vermessung, Abb. 3, liegt der Steinbruch etwas E der genannten Stelle. Entweder ist damals falsch vermessen worden, oder es handelt sich um eine inzwischen abgegangene Brachflur.

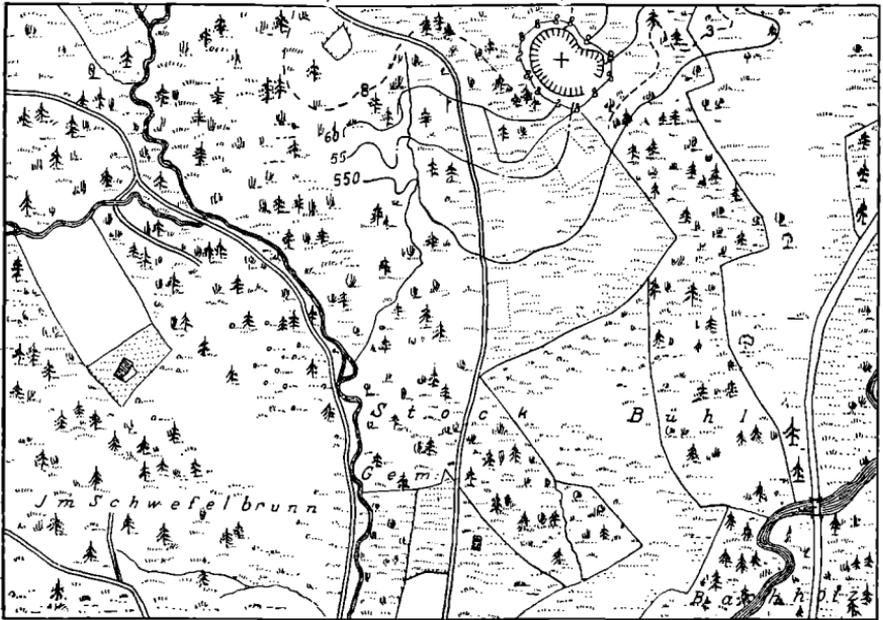


Fig. 3. (Kataster 1 : 5000.)

Unter dem Besitzer Bemetz wurde dann ein großzügiger Abbau etwa drei Jahrzehnte durch betrieben. Nach den Aussagen Burgers und Bochs wurde der Felsen von oben herab gesprengt und abgeteufelt und später in der Mitte durchgearbeitet. Das geschah etwa an der Stelle, wo heute sich die beiden Schuttkegel gegenüberliegen, also wurden sie nicht umsonst gerade hier wieder in die Grube zurückgekippt. Dann wurde der heutige Hohlweg als Abfuhrweg gegraben. Dabei stieß man erst später auf den „Kleinen Fels“, der vom „Großen“ durch einen 3—4 m breiten, mit lehmigem Schutt erfüllten Graben getrennt gewesen sein soll. Der Kleine Fels durchragte also die Moräne ursprünglich nicht wie sein Nachbar. An ihm wurde auch wenig abgetragen, hingegen wurde an beiden Längsseiten des Kalkbruchs der Fels völlig weggearbeitet. Er reichte also im Umkreis mindestens soweit wie die heutige Sohle, die ja z. T. wieder

verstürzt wurde und jetzt verlehmt ist. Das Liegende aber, die Untere und die Obere Sohle, sei noch unabgetragener fester Fels, dessen Erstreckung in die Teufe und bergwärts in die hinteren Steinbruchwände unbekannt sind. Für die Richtigkeit sprechen nicht nur die bestimmten Aussagen. Für die Festigkeit und Undurchlässigkeit des Bodens, der am schiefen Hang doch außer dem Grundwasserspiegel liegt, ist die Tatsache ein Beweis, daß die ganze Untersuchungzeit über die Untere Sohle derart ersoffen war, daß eine Schürfung niederzubringen unmöglich schien. 1929 ergaben zwei Grabungen positives Resultat. Auf der Oberen Sohle wurden drei Schürfgräben angelegt, die alle den anstehenden Fels antrafen. Auch da standen zwei Schürflöcher bald andauernd voll mit Wasser. Über der Oberen Sohle geht er aber nicht mehr in die hangende Moräne hinein, am äußersten rechten Rand der Bruchwand keilt er sogar schon 1 m vorher aus. Auf diese Tatsachen kann also eine Minimalberechnung des ursprünglichen Volumens des Findlings aufgebaut werden.

Nur an der Stelle des „Schuttgrabens“, der den „Großen“ vom „Kleinen Fels“ trennte, ist auf heutiger Sohle noch kein festes Gestein erreicht worden. Meine zuerst gehegte Vermutung, daß der Schuttgraben nur den Beginn des Abbaus in der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts darstelle, ist deshalb unwahrscheinlich, wenigstens nicht mehr beweisbar. Aber ähnlich wie v. BÜLOW mannsgroße geologische Orgeln in dem norddeutschen Schwestergeschiebe beschreibt, so kann auch hier das Resultat eines vielleicht schon glazialen Verwitterungsvorgangs vorliegen. Eine im Gestein vorhandene große Kluft mag durch Frost weitersprengt und mit hineingefallenem Schutt des Geröllmantels verklebt worden sein. An sich ist es unwahrscheinlich, daß zwei solcher Riesenblöcke direkt nebeneinander zur Ablagerung kamen, ohne zusammenzuhängen. Dieser postulierte Zusammenhang — den die genannte Angestellte übrigens als vorhanden gewesen angab — kann ja auch noch in der unbekanntem Teufe zu suchen sein, denn über die Reichweite des Felsens ins Liegende wissen wir ja außer der Tatsache selber nichts.

Der Kalkofen ging bald nach der Jahrhundertwende ein und zerfiel. Er muß in den Jahrzehnten des vergangenen Säkulums aber keine geringe wirtschaftliche Bedeutung für das bayerische Allgäu gehabt haben, denn viele Tausende von Fuhren Kalkstein wurden abgefahren und gebrannt. Zeitweise wurde sogar, wenn der Bedarf größer als die eigene Produktion war, Kalk vom „Burgberg“ angefahren, was für die Leistungsfähigkeit des großen Betriebes spricht. (Nach Aussagen älterer Einwohner, darunter der ehemaligen Angestellten, aus Moos.) Es kann das kein anderer Burgberg sein als der am Grünten im Ausstreichenden der helvetischen Kreide SE Immenstadt; das ist ja auch einer der nächsten Punkte anstehenden Kalksteins. Die Ruinenreste des Burgbergs beim nahen Schröckenmanklitz kommen nicht in Frage. Für die glaziale Heimat

des Findlings kommt diese Gegend schon deshalb nicht in Betracht, weil sie in der Zone des Illergletschers liegt, die mit dem Rheingletschergebiet keine direkte Verbindung hatte.

Bei der Berechnung des ursprünglichen Kubikinhalts heißt es schrittweise vorgehen und mit vorsichtigen Minimalzahlen arbeiten. Die zugrunde gelegten Maße sind alle in Karte und Profil angegeben (Fig. 2). Die jetzt noch auf Grund des vom Anstehenden berechenbaren Zahlen müssen zwar hinreichend genau errechnet werden, da aber die Teufe weder im Liegenden noch im Hangenden noch im bergwärtigen Ausstreichen mit Sicherheit bekannt ist, hat hier eine allzu große Präzision gar keinen praktischen Wert.

Der Kleine Fels steht nicht in einer senkrechten Bruchwand an wie sein großer Bruder, sondern folgt in seiner Oberfläche etwa dem natürlichen Neigungswinkel. Betrachten wir ihn deshalb als einen diagonal halbierten Würfel, so ergibt sich:

$$6,80 \text{ m} \cdot 6,80 \text{ m} \cdot 3,80 \text{ m} \cdot 2 = 87,9 \text{ m}^3.$$

Da er aber von seiner oberen Grenze sicherlich nicht saiger, von seiner unteren nicht gleich söhlig in den Berg hinein verläuft, so ist die abgerundete Zahl von 100 m^3 ein Mindestmaß, das er in Wirklichkeit übertreffen wird (vgl. Profil, durch die bisherige Freilegung schon über roffen, 1929).

Beim Großen Fels können wir wegen seiner senkrechten Vorderwand einfach die Längen- und Breitenmaße mit der Höhe multiplizieren, dann ergeben sich:

$$19 \text{ m} \cdot 6 \text{ m} \cdot 3,50 \text{ m} = 399,00 \text{ m}^3.$$

Unter der Oberen verwachsenen Sohle steht ja der Fels an. Nun hat jene zwar nicht überall die Breite von 6 m, dafür ist aber die Längswand stark eingebogen, also länger wie 19 m, wenn man sich die beiden Außenflügel zurückgebogen denkt, so übersteigt der wirkliche Rauminhalt sogar den errechneten, wie ein Blick auf den Aufriß lehrt. Trotzdem ist Aufrundung unzulässig, wir setzen für den Großen Fels ein Volumen von 400 m^3 in die Gesamtrechnung ein.

Nun ist noch der zum allergrößten Teil abgebaute Rest zu berechnen, der einst die bis 16 m tiefe Höhlung der heutigen Grube ausfüllte, und dazu das Anstehende im Liegenden der Unteren Sohle zu berücksichtigen. Da die früheren Außenneigungswinkel der die Moräne durchragenden Findlingsoberfläche ganz unbekannt sind, berechnen wir zunächst ein sicher bekanntes Teilstück. Ein gedachter Längsquader zwischen der heutigen anstehenden Unteren Sohle, den beiden Reststeinwänden und einer Verbindungslinie in etwa heutiger Höhe des Großen und Kleinen Fels — der Einfachheit halber wird sie zu 4 m angenommen — war zweifellos einmal völlig mit festem Gestein erfüllt. Nur die 3—4 m breite kalkschutterfüllte Kluft war eine Ausnahme — falls sie nicht bloß eine Modifikation des Gesteinsmaterials war —, doch können wir sie bei dem geringen Ausmaß zunächst vernachlässigen und sie auf das Konto des sicher

mächtigen, aber unberechneten Liegenden setzen. Das Längenmaß ist dann 23×5 m; an Breiten stehen uns an Maßen 19 m, 14 m und 6 m zur Verfügung, die letztere Breite an einer von nachträglich aufgetragenem Schutt künstlich verdeckten, also breiteren, Stelle. Das errechnete Durchschnittsmaß von 13 m ist also wieder zu nieder gegriffen, wie ein Blick auf den Aufriß lehrt, doch als Minimum zuverlässig. Es ergeben sich also:

$$28 \text{ m} \cdot 13 \text{ m} \cdot 4 \text{ m} = 1456 \text{ m}^3.$$

Wir runden noch 44 m^3 dazu auf auf Kosten des fehlenden Hangenden und unbekannt mächtigen Liegenden, und erhalten dann für den Großen und Kleinen Fels mit den zwischen ihnen abgebauten Felsquader in ihrer Höhe und jetziger Sohle

$$\begin{array}{r} 100 \text{ m}^3 \\ 400 \text{ m}^3 \\ 1500 \text{ m}^3 \\ \hline = 2000 \text{ m}^3 \end{array}$$

sicher berechenbaren Kubikinhalte des Grundquaders.

Davon gehen ab eine 3—4 m breite Schuttkluft, die man nur bedingt dazu rechnen kann. Dazu kommt aber das unbekannt Liegende in der Sohle und der auf den Berechnungsquader aufgesetzte schon abgeteufte Teil des Riesengeschiebes. Von dem wissen wir nur, daß er die heutige Geländehöhe von 14—16 m über der Sohle erreicht hat, also die vierfache Höhe des berechneten Teils. Man darf natürlich die Zahl von 2000 m^3 nicht einfach vervierfachen, denn nach oben wird die Sohle rasch kleiner geworden sein. Andererseits muß für den unbekannt mächtigen Felsgrund unter der Sohle auch ein gewisses Volumen veranschlagt werden, für das es allerdings wenig Anhaltspunkte gibt. Jeder weitere angenommene Meter Mächtigkeit im Liegenden oder Hangenden des 4 m hohen Grundquaders hat entsprechend seiner Grundfläche von 364 m^2 die gleiche oder wenig kleinere Kubikzahl. Bei Berücksichtigung aller dieser Punkte scheint mir eine absichtlich relative Zahl am Platz, denn wir gehen sicher in der Annahme, daß der doppelte Kubikinhalte wie der berechnete als Schätzung weit hinter der ehemaligen Wirklichkeit zurückbleibt. Bei den angegebenen Maßen ist ja jede Kritik möglich, die aber auch mit diesem Mindestmaß rechnen wird. Die auf allen angegebenen Grundlagen beruhende Schätzung nimmt also ursprünglich einen minimalen Masseninhalt des Riesenfindlings von 3—4000 m^3 an.

Damit, aber auch schon mit dem sicher berechenbaren Grundquader, sind alle bekannten Maße der größten Erratica im alpinen und fennoskandisch-baltischen Glazialgebiet weit übertroffen. Es fällt schwer, diesen Block, in dem über ein halbes Jahrhundert ein regelrechter Tagebau umging, überhaupt noch Findling zu nennen. Eher schon ist er den im norddeutschen Diluvium vorkommenden riesigen abgescherten Schollen anstehender baltischer Gesteine zu

vergleichen. Es ist doch wahrscheinlich, daß dieser im abgelegenen Rotachzweigbecken abgelagerte Kalkdolomitblock besonderen Ursachen sein Dasein verdankt. Es wird sich zeigen, daß wir es wahrscheinlich mit einem durch den Gletscher abtransportierten Bergsturz, vielleicht aber auch mit einem abgesicherten oder verschliffenen glazial zu Tal gefahrenen Vorposten des rhätischen Deckenstirrandes zu tun haben.

Vergleichen wir kurz die nächsten bekannten Maße für die größten bekannten Findlinge. Der größte alpine ist der oft abgebildete Pierre des Marmettes, ein Montblanc-Granit von 1824 m³, der bei Monthey im Wallis liegt. Ein zweiter gleicher Block von 300 m³ liegt in derselben Moräne, die noch mehrere heute zerstörte Blöcke von über 1000 m³ geborgen haben soll. Immerhin handelt es sich hier um Granit, und die Heimat war nicht sehr weit entfernt. Auch hier ist ein diluvialer Bergsturz zu vermuten, wenn das auch bisher nicht angenommen wurde, denn anders als auf der Obermoräne an der Gletscherflanke ist ein geschlossener Taltransport einer solchen Menge von Riesenblöcken gar nicht erklärbar. ALB. HEIM betont für die großen schweizerischen Erratica, denen er eine breite liebevolle Darstellung widmet, daß gerade sie kantig und ungerundet seien, gleich, ob sie nah oder fern ihrer Wurzel lägen. Sie wurden ruhig eine Strecke auf der Obermoräne getragen und konnten so ihre Absonderungsform bewahren. Bezeichnend ist auch für sie, daß sie sich nie im Talweg der Gletscher finden, sondern immer in den Randzonen, „an den Gehängen der Berge, auf Terrassen“, wo sie beim Abschmelzen liegen blieben. So auch der Ellhofener Block.

Nach der ausführlichen Darstellung des erratischen Phänomens in der Schweiz muß es Findlinge über 1000 m³ früher auch anderwärts gegeben haben, doch sind sie fast alle, besonders im bausteinarmen Molasse-Mittelland, der Verarbeitung zum Opfer gefallen. Ganze Häuser, Kirchen, Brücken hat man aus einem einzigen Block gebaut. Doch haben die Schweizerische Naturforschende Gesellschaft und die kantonalen Gesellschaften große Mittel für die Erhaltung der Reste aufgewandt. (So z. B. 30 000 Frs. für den Pierre des Marmettes.) Die Zahlen der so geschützten und uns noch berechenbaren Blöcke bewegen sich im allgemeinen zwischen 50 m³ und 700 m³, das scheint etwa die Durchschnittsgröße der auf der Obermoräne transportierten Kantengeschiebe zu sein. Einer der größten mit ist der durch seinen über 100 km weiten Transportweg bekannt gewordene Pierre à Bot, er stammt aus dem Granit des Aaremassivs, ist über 1000 m³ groß und liegt im Rhône-gletschergebiet des Juraabhangs über dem Neuenburger See. Bezeichnend aber ist es, daß fast ohne Ausnahme alle von HEIM aufgezählten Riesenfindlinge der Schweiz Granite sind, zumindest Eruptiva, ganz gleich, welchen Gletschergebiets. So im Rhône-gletschervorland die Granite vom Montblanc und aus dem Aaremassiv, im Aaregebiet

sind es Grimselgranite und Gasterngranite, in der Reußvergletscherung sind es wieder Reußgranite, im Zürichseetal bilden Sernifite und Melaphyre die Hauptzahl der größeren Blöcke. In der Rheingletscherzone sind die Silvrettagneise und Juliergranite bis zum Bodensee als Leitgeschiebe berühmt geworden.

Sedimentgesteine scheinen wenigstens in größeren Formen äußerst selten zu sein, HEIM erwähnt sie eigentlich nur aus dem Rhôneerraticum. Der größte Block, ein Urgonkalk, hat allerdings das imposante Ausmaß von 1100 m³, der Pierre à Bessa bei Bex im Wallis. In der Nähe liegt der Bloc monstre, Neocom, von dem nur Längenmaße angegeben sind, er scheint demnach das Volumen seines Nachbarn doch nicht ganz zu erreichen. Die übrigen großen Walliser Sedimentärgeschiebe sind aber schon ganz wesentlich kleiner, so der Pierre de la Li-blanche bei Orsières von ca. 125 m³, ein Kalkblock bei Sitten von etwa 30 m³.

Ein Problematikum ist der in einem isolierten aufgelassenen Steinbruch vorkommende rötliche, teilweise tonreiche Marmor N des Kochelsees. Hier sind anstehende Malmschichten in einer Länge von beinahe 100 m aufgeschlossen, deren geologische Stellung in allem noch zu klären ist. KNAUER (12) hat sich zuletzt mit ihnen befaßt und nachgewiesen, daß die in die Literatur übergegangenen Bestimmungen von Ammonitenfunden SCHAFFHÄUTL's aus diesen Schichten unzuverlässig und unverwendbar sind, nicht viel anders steht es mit solchen von GÜMBEL. Nach den wenigen, sicher bestimmbareren Fossilfunden scheint der Großteil des Marmoralkes den *Transversarius*-Schichten anzugehören, aber auch andere Horizonte des weißen Jura scheinen vertreten zu sein. KNAUER ist der Meinung: „Wenn das Vorkommen nicht so ausgedehnt wäre, dann würde ich es am liebsten für einen großen erratischen Block erklären, der von dem Gletscher aus dem Karwendel herübertransportiert und hier abgelagert wurde.“ Gegen diese Deutung scheinen mir verschiedene Gründe zu sprechen. KNAUER betont, daß die *Transversarius*-Schichten in dem von ihm untersuchten nächstbenachbarten Alpengebiet des Herzogstand—Heimgarten nicht anstehen, doch ist auch umgekehrt von einem Nachweis lithologisch gleichwertiger Schichten im Karwendel keine Rede. Da sogar Malmschichten am Herzogstand anstehen, wie die Aptychenschichten, als „ziemlich mächtige Schichtenserie von vielfach wechselnden Gesteinen“, die mit Lias und Hauptdolomit eng und wirr verfalet sind, und eine genaue Mächtigkeitsbestimmung nicht gelang, weil das Schichtpaket im Hangenden gar nicht aufgeschlossen ist, so scheint es in einem Steilhanggebiet wie dem Herzogstand nicht gar so ausgeschlossen, daß die dem isolierten Vorkommen an der Straße Großweil—Unternau entsprechenden Gesteine am nahen Herzogstand schwer auffindbar anstehen oder vielleicht auch noch eiszeitlich anstanden. Wenn man schon einen Glazialtransport für möglich hält, dann lieber aus der Nähe als

aus dem ca. 25 km entfernten Karwendel, wo ein überdies in der Transportkraft und Eismenge nie dem Rhein- oder Rhönegletscher vergleichbarer Eisstrom mannigfache Schwellen vor und hinter dem Walchensee zu überwinden hatte. Aber selbst die Glazialherkunft scheint mir noch fraglicher wie die stratigraphische Stellung und Einordnung. Denn GÜMBEL betont bereits, daß das Streichen des Marmorvorkommens konkordant mit dem Streichen der so nahe benachbarten Gebirgsglieder sei, und das wäre bei angenommenem Glazialtransport ein eigenartiger Zufall. Schließlich ist doch darauf hinzuweisen, daß bis zum nächsten im S des Steinbruchs aufgeschlossenen Flyschstreifen nur 700 m sind, oder wenn man den topographischen Alpenrand bei älteren Gesteinen annimmt, so liegt die nächste anstehende Trias des Herzogstand 2,5 km entfernt, der nächste Jura 3,2 km und nur 200 m höher. Im übrigen hat GÜMBEL bei Schwaiganger an der Loisach auf demselben Kartenblatt zwei gleichfalls isolierte und gebirgsparallel streichende Vorkommen von Gault und Seewensichten nachgewiesen, die man trotz gleicher morphologischer Alpenferne nicht als Erratica angesprochen hat.

Das größte norddeutsche, schon erwähnte Sedimentärgeschiebe bei Labenz in Pommern mißt 20 m³, bei den andersartigen Transportbedingungen des fennoskandischen Inlandeises haben auch die gewaltigsten nordischen Findlinge nicht das Volumen wie die alpinen. Der größte ist der „Große Stein“ bei Belgard in Pommern mit 600 m³, die nächstgroßen sind der Teufelstein bei Groddeck in Westpreußen mit 15 m Umfang; ein Block bei Pleschen in Posen mißt 6 m hoch, 10 m lang und 4 m breit. Der größte dänische Findling ist der Damnesten auf Fünen mit 46 m Umfang und 12 m Höhe, er wird also etwa 500 m³ umfassen. Für den russischen Riesen, den Granitfindling, der als Sockel für das prachtvoll barocke Reiterdenkmal Peters des Großen in Leningrad dient, wird in der Literatur (KAYSER-Lehrbuch d. Geol.) dasselbe Gewicht wie für den Pierre à Bot angegeben (15 000 tons), er kann aber meiner Schätzung dem Augenschein nach niemals die dann erforderlichen 1000 m³ erreichen, eines der Maße muß fehlerhaft sein.

Im skandinavischen Ausräumungsgebiet haben wir keine Riesenblöcke zu erwarten, ebensowenig im entfernten englischen Vereisungsgebiet, oder gar in den Zonen der geringfügigen Vergletscherungen der Pyrenäen, Karpathen, der deutschen Mittelgebirge usw. Damit ist also der Vergleich mit den größten Findlingen der übrigen europäischen Vereisungsgebiete, soweit bekannt, abgeschlossen. Über das nordamerikanische Diluvium sind mir keine Zahlen bekannt. Der Ellhofener Kalksteinbruch stellt also ein Vorkommen dar, dessen ursprüngliche Größenverhältnisse nicht nur für einen Sedimentärfindling erstaunlich sind, sondern der auch die häufigsten Urgesteinsblöcke maximaler Größe in ungewöhnlicher Weise übertrifft. Wir werden sehen, daß nicht das allein auffallend ist, sondern

daß dieser, wissenschaftlich ja nur relativ belangvollen Größe auch eine höchst interessante Herkunfts- und Transportgeschichte entspricht, die vieles an dem Phänomen verständlicher macht.

Die erratische Natur des Blocks ist trotz der unbekannt mächtigen liegenden Wurzel unter der Sohle gesichert: Durch die Lage in der Moräne, durch den umgebenden Schuttmantel gleicher Gesteine und durch eine Tatsache, die später ausführlicher behandelt werden soll. Es sind nämlich auch in der weiteren Umgegend und im rückliegenden Rotachtalzug Kalkdolomite und Kalkmylonite sehr häufig, ja sie machen stellenweise den Hauptteil der Geschiebe aus. An eine tektonische Durchragung oder eine Restscholle im eruptiven Schlot (Hegau, Ries, Alpersbach im Schwarzwald) ist ja bei der bekannten Paläogeographie, Stratigraphie und Tektonik des Allgäuer Molasselandes nicht zu denken. Läge der tektonische Alpenrand näher, könnte man an Überschiebungsapophysen denken, schließlich muß erwähnt werden, daß gewisse aus dem Vindelizicum stammende Gerölle im oberbayerischen Oligocän unserem Gestein ähneln (Die „schwarzen Dolomite und Kalke“ in den Arbeiten von BODEN). Der Findling liegt im Oberlauf der oberen Rotach, die ganz in der OSM verläuft, die Grenze zur OMM geht hart östlich Weiler und Simmerberg vorbei und tritt auch stellenweise orographisch hervor. Deren schmales Band wird wenig weiter E wieder von der UMM unterteuft (vgl. darüber Lit. 22 u. Fig. 6, p. 648). Die Mächtigkeiten der zwar gestörten, aber nicht aufgebrochenen Molassegewölbe schließen jedes „Fenster“ älteren Gebirges aus.

Der Block muß also vom Eis aus südlicheren Gebieten mit anstehendem Kalk hertransportiert worden sein, also aus den Kalkalpen. Man könnte auch an den sog. „Appenzeller Granit“ = die Kalknagelfluh von Dagersheim und Abtwil denken, an deren Zusammensetzung sich kaum kristalline, fast nur kalkige und dolomitische Gesteine beteiligen. Klüfte, Calcitflächen durchziehen den bausteinwürdigen Fels. Aber erstens ist es doch ein unverkennbares, wenn auch feinkörniges Konglomerat, das zweitens für die Herkunft aus glazialgeologischen Gründen (linke Rheinseite) erst recht ausscheidet. Setzen wir zunächst voraus, daß nur Schichten des alpinen Keupers in Frage kommen. Denn es wird gezeigt werden, daß nur der Hauptdolomit oder die Arlbergschichten in Betracht kommen. Dann liegt der nächstentfernte Rand der Triasüberschiebung von Ellhofen aus in Luftlinie ca. 35 km weit und zieht sich vom Zitterklapfen am Südrand des Bregenzer Waldes immer in gleicher peripherer Entfernung über den Widderstein an der bayerisch-vorarlbergischen Grenze, über die Mädelegabel im Allgäu nach NNE auf Oberstdorf und Hindelang zu, von wo die Grenze NE nach Sonthofen abbiegt, um sich dann von Füssen ab rein E zu entfernen. Überall bildet hier der Hauptdolomit, auf den Flysch aufgeschoben und mit ihm verfaltet, die Hochgebirgshöhen. Nach W im Öster-

reichischen läuft die Grenze vom Zitterklapfen, sich immer weiter von Ellhofen entfernend, nach Bludenz zu, wo sie das Illtal nach dem Vorderrhätikon überquert. Da wird dann schon der doppelte Abstand vom Fundpunkt erreicht.

Trotz dieser nahen Entfernung von ca. 35 km können die Bergketten vom Zitterklapfen bis Hindelang als Heimat des Findlings nicht in Frage kommen. Vom Widderstein nach E zu gehörten die Triaskalkalpen in das Gebiet des Illergletschers, der von Oberstdorf über Sonthofen nach N ging. Nur das Gebiet des Zitterklapfens entwässert auch heute noch durch Flysch- und Kreideschluchten in den Hinteren Bregenzer Wald, und man könnte annehmen, daß es zur Eiszeit damit direkte Verbindung zum Rheingletscher gehabt habe. Doch haben schon andere Autoren betont, daß die kleinen Vereisungen des Bregenzer Waldes gegenüber dem weit mächtigeren Rheingletscher keine Entwicklungsmöglichkeiten haben konnten. Er war erstens weitaus höher und dann floß der Zweigarm im Tal der Weissach und der Bregenzer Aach ja direkt gegen diese Eismassen. Keinesfalls also kann ein Block von diesem Ausmaß wohlbehalten auf Obermoränen durch das Gewirr der Vorberge auf den Rheineisstrom hinaufgehoben und ins Rotachtal geschoben worden sein.

Die Überlegung ergibt also einschränkend zunächst, daß nur die Kalkalpen innerhalb des alten Rheingletschergebiets als Wurzelzone für den Allgäuer Findling in Frage kommen. Verringern wir nun die Möglichkeiten weiter durch die Bestimmung des stratigraphischen Horizonts, soweit dieser sich bei dem Mangel an paläontologischen Grundlagen rein petrographisch-lithologisch und chemisch feststellen läßt. Denn es gibt in der Trias-Jura-Kreide-Folge der Alpen eine beträchtliche Zahl von Kalk- und Dolomit-Ausbildungsformen.

Vorher aber verfolgen wir die Methode, die mögliche Heimat des Findlings zunächst rein räumlich immer mehr zu isolieren, noch weiter durch folgende Überlegung. Der Riesenfindling kann nur auf der Obermoräne transportiert worden sein, so wie das auch die mit den ursprünglichen kantigen Abbruchformen erhaltenen Schweizer Riesenblöcke beweisen. ALBERT HEIM nimmt das grundsätzlich an. Im Eisstrom eingeschlossen würde ein solches Geschiebe völlig zerlegt und zerrieben worden sein. Nun sind die Obermoränen ja durchweg gleichzeitig Seitenmoränen, die Mitte des Gletscherstroms ist ziemlich geschiebefrei. Auch müßte in solchem anzunehmenden Fall der Block aus weiterer Ferne, schon aus Graubünden, hergekommen sein. Die Annahme einer näheren Herkunft ist ungleich wahrscheinlicher. Von den beiden Seiten kommt nun ausschließlich die rechte in Frage, die äußerste rechte Flanke biegt vor der Bregenzer Aach nach rechts vom Haupteisstrom ab — und dort liegt ja der Findling, die linke Seite brach ja bei Sargans ins Walenseetal aus

und floß an den Churfürsten entlang. Der Rheingletscher ergoß sich an seinem Ausgang in die Bodenseevortiefe nach NW umbiegend in das heutige Seebecken, das zur Würmzeit in ähnlicher Form schon bestand, und in dessen Vorland. Nur drei kleine Zungen behielten die alte Richtung nach N bzw. NNE bei, zwei glitten dem Streichen des Pfänderzugs folgend in seinen beiden ihn begrenzenden Seitentälern am Berghang entlang nach Röthenbach ins Allgäu zu. Die alten Betten werden heute in umgekehrter Fließrichtung von der Laiblach und der Rotach benutzt. In Pfänderlee verschmolzen die Eiszüge zur Würm-Hochzeit (= Eiszeit IV a) wieder. Die rechte Rheingletscherseite, die vor dem Pfänderhärtling zuerst ein Stück E abprallend dem Tal der Bregenzer Aach folgte, wohl teilweise schon vorher über die niedrigeren Molassehöhen bei Dornbirn gequollen war, wurde zu diesem Abschnen durch den Steilhang des Gebhardsberges und vielleicht auch noch z. T. durch den Riederstein bei Bregenz gezwungen (vgl. Lit. 1). Die Eismasse folgte dann, sowie sich die Möglichkeit bot, wieder einem sich nach N öffnenden Tal, dem der Rotach. Nur ein geringer Teil floß in Richtung Weissach und Aach noch weiter nach E, wo er die Eismassen des Bregenzer Waldes absperrte.

Dorther kann der Block also nicht gekommen sein. Zu dem Abschnen wurden nur die äußersten rechten Teile des Eisstroms gezwungen und damit auch die am Gebirgsrand entlang gleitenden äußersten Teile der Randmoräne. Wenn der Riesenfindling schon vor der Einmündung des Illtals auf den Gletscher geraten war, so wird er durch die dazukommenden Eismassen des Montafoner Gletschers vom äußersten Rand etwas abgedrängt und kommt daher nicht in die Weissachzunge, sondern gerade noch auf die linke Seite der Rotachzunge, wo er auch heute noch liegt. Daraus ergibt sich, daß er nur aus den Kalkalpen der rechten Seite des Rheingletschereinzugsgebiets stammen kann. Schon von vornherein ist ein naheliegender Fundpunkt wahrscheinlicher wie ein entfernterer, denn allzulange wird ein derart großes Geschiebe nicht auf der Eisoberfläche liegen bleiben und ungestört sein. Immerhin werden wir aus den angegebenen Gründen die Heimat doch hinter der Illtal-mündung — vom Eisrand aus gesehen — suchen, und da kommt eigentlich gerade das Rhätikon in Betracht, was wir nun aus andern Gründen nochmals finden werden.

Die weitere räumliche Einschränkung oberhalb des rechtsrheinischen ostalpinen Kalkzuges ist jetzt zunächst nur durch die stratigraphische Einordnung möglich. Dabei ist glazialgeologisch im Auge zu behalten, daß der Herkunftsort um so wahrscheinlicher gemacht werden kann, je kürzer der Transportweg ist und je einfacher. Der Haupttalstrom ist abgestauten Nebenströmen als Weg vorzuziehen. Bei der Ausscheidung des Mutterhorizonts waren mir nun zwei Funde sehr wichtig, die während winterlicher Skifahrten

1927/23 gemacht wurden. Ich fand Kalke desselben makroskopisch-petrographischen Aussehens, z. T. dolomitisch, mit der so bezeichnenden Durchsetzung mit Calcitadern an zwei Stellen: im Arlberggebiet an der Flexenstraße zwischen Zürs und Stuben, wo die z. T. direkt mylonitisierten Gesteine sich zur Valluga hinaufziehen. Die andere Stelle war an der Gaflei ob Vaduz im Fürstentum Liechtenstein, also im Massiv der Drei Schwestern, und direkt beim alten Schloß oberhalb der Residenz. Auf die Analysen, die die habituelle Gleichheit mit dem Findlingsgestein bestätigen, komme ich später. Diese Fundstellen, von andern weniger wichtigen abgesehen, waren mir für die Bestimmung der Findlingsheimat ausschlaggebend. Sind die Gruppe der Drei Schwestern doch der einzige Punkt, wo die ostalpine Triasdecke offen an den Rheintalrand heranreicht, und liegen sie doch als nordwestlich vorgeschobene Zone der rhätischen Decke gleichzeitig dem Ellhofener Fundpunkt innerhalb des Rheingletscherzuges von den triadischen Alpen am nächsten. Die Fundstelle unterhalb der Valluga war von Wert, weil dort die Arlbergschichten an ihrem locus classicus studiert werden konnten. Die betreffenden Handstücke wurden mit solchen von Ellhofen und von entsprechenden Leitgeschieben von Bromatsreute im mittleren Rotachtal der Geologischen Sammlung der Realschule Lindau überwiesen.

Die stratigraphische und damit die teilweise topographische Einordnung des Findlingsgesteins wird zuerst durch einen Umstand erleichtert: wir haben es innerhalb der rechtsrheinischen Trias wenigstens nur mit ostalpiner Fazies zu tun und brauchen die helvetische Ausbildung als vorwiegend linksrheinisch nicht zu berücksichtigen. Die Fossilfreiheit des Blocks ist als weiteres Kennzeichen natürlich nicht unbedingt leitend, doch ist es zum mindesten ein Hinweis auf petrefaktenfreie Horizonte, die wir dann bevorzugen werden, wenn es sich um die Entscheidung zwischen zwei sonst lithologisch gleichen Gesteinen handelt.

Der alpine Buntsandstein kommt natürlich nicht in Frage, ebenso können wir den Muschelkalk (v. RICHTHOFEN's Virgloria-Schichten) ausschalten. Jener weist Schichtflächen mit dicker Plattung auf, ist hart, intensiver schwarz wie unser Gestein, dem auch die dort bezeichnenden Kieselknollen und Tonlamellen fehlen. Die hangenden Partnachschieben fallen ebenfalls bei der Auswahl des möglichen Muttergesteins weg, denn die leicht erkennbaren Täfelchen- und Mergelschichten ähneln in keiner Weise dem Ellhofener Kalk.

Lassen wir den Keuper zunächst aus — denn hier werden sich die Beweise schlüssig verdichten —, so kann man im Hangendsten die Kössener Schichten mit schwärzlich mergelig-knolligem Bruch ebenfalls ausscheiden, sie sind auch wie die übrigen bisher angeführten triadischen Horizonte dolomitlos (vgl. den Geschiebefund im Steinbruch p. 616). In der Bregenzer Geologischen Sammlung des Vorarl-

berger Landesmuseums fand sich ein Handstück dieser Schicht, das durch reiche Calcitäderng eine gewisse Ähnlichkeit vortäuschen könnte. Doch war es, wie sein ganzer Horizont, viel kalkreicher wie das Ellhofener Gestein, wies muscheligen Bruch auf und war bezeichnenderweise stark fossilführend, was alles das Stück für den Vergleich ungeeignet macht. Auch der gleichfalls zum Rhät gehörige Obere Dachsteinkalk kommt schon aus Verbreitungsgründen nicht in Frage.

Über Jura und Kreide, die meist in tonig-mergeliger Entwicklung auftreten, die letztere in Vorarlberg noch in helvetischer Fazies, müssen wir uns raumsparend kurz fassen. Es liegt nicht im Rahmen der Arbeit, für jede Schicht an Hand ihrer Merkmale bis ins einzelne die Unmöglichkeit der Bestimmung als Heimatgestein des Findlings nachzuweisen, dem Kenner der Alpengeologie sind diese Dinge geläufig, der entfernter Stehende kann alles in der angegebenen Literatur vielseitig und ausführlich finden, lithologisch besonders bei ROTHPLETZ (18) und MYLIUS (13). Teilweise ist die Ausscheidung schon durch die Färbung, wie beim roten Adnether Kalk, oder durch typische Fossilanreicherung möglich. Der Flysch scheidet in allen Horizonten gänzlich aus, ebenso fehlen im Molassevorland Kalke vollständig.

Nur in der Kreide ist ein Horizont als Muttergestein diskutabel, der Schrattenkalk des Urgon. Erinnern wir uns doch, daß die großen Walliser Sedimentärfindlinge ebenfalls Aptienkalke waren. Er führt manche unserem Findlingsgestein ähnliche Kennzeichen: er ist größtenteils versteinungsleer, ein dunkler, weißgaderter Kalkstein. Er steht in der allerdings geringen Mächtigkeit von 50—100 m im ganzen Bregenzer Wald an, doch sind gerade die aus glazial-geologischen Gründen am meisten in Betracht kommenden Oberen Urgonschichten zur Gaultgrenze hin beim Gütle hinter Dornbirn mergelig und versteinungsführend, scheiden also aus. Typischer Schrattenkalk ist nur in der Gegend des Bregenzer Aach-Quellgebiets entwickelt, die, wie schon gesagt, aus glazialen Transportgründen nicht in Betracht kommt. Auch ist der Schrattenkalk doch etwas grobspätiger, wie unser auch dolomithaltiger Kalkstein, und m. E. von etwas anderer Verwitterungsform und -farbe. Auch ein sorgfältiger Vergleich mit Proben in der Geologischen Sammlung des Bregenzer Museums ergab das Resultat (das vom Vorstand Herrn Prof. BLUMRICH geteilt wird), daß der Schrattenkalk nicht in Betracht kommt. Er hat auch nicht das dichte kristalline Gefüge, das wir verlangen müssen, ist oolithisch, was in Ellhofen gar nicht der Fall ist. Die Durchtrümerung fehlt ihm völlig.

Im ostalpinen Jura kämen eventuell noch die Tithonkalke in Betracht, die massig, aber hellgrau entwickelt die mächtigen eindrucksvollen Felswände der Drusenfluh und Sulzfluh aufbauen. Im Nordrhätikon treten sie kaum auf. Die Ähnlichkeit des alpinen Malm

kann stellenweise so groß werden, daß Kenner wie RICHTHOFEN, THEOBALD und ESCHER v. D. LINTH ihn für Triasdolomit hielten. Das oolithische Aussehen und der Fossilgehalt unterscheidet das Gestein schon von dem des Findlings, entscheidend aber ist die Verbreitung, weshalb auch die Tithonkalke aus glazial-geologischen Gründen ausscheiden. Alle andern Kreide- und Juraschichten, auch den Seewernkalk, brauchen wir nicht zu berücksichtigen.

Damit sind also die Möglichkeiten innerhalb der ostalpinen Triaskalke auf den rechtsrheinischen Keuper eingeschränkt. Er tritt in Vorarlberg in den Formationen der Arlbergschichten und des massig mächtig entwickelten Hauptdolomits auf, in Bündeln mit kleinen Abweichungen, auf die wir noch zu sprechen kommen. Die Arlbergschichten entsprechen dem Wettersteinkalk in Bayern, dem Hallstätter Kalk in Tirol. Den zum Rhät hin abgrenzenden Hauptdolomit faßte v. RICHTHOFEN noch als liasischen „Unteren Dachsteinkalk“ auf. Beide Horizonte werden in Vorarlberg durch ein meist schmales Band gipsführender Rauchwacke der Raibler Schichten getrennt. Alle diese Stufen treten im tektonischen Verband der ostalpinen Triasdecke oder rhätischen Überschiebung (im Sinne ROTHPLETZ') auf. Wir werden also einerseits noch näher auf den Vergleich der Gesteinsbeschaffenheit eingehen und andererseits die tektonischen Fragen beachten müssen, beides wird dann eine endgültige lokale Festlegung der Heimat des gewaltigen Allgäuer Geschiebes ermöglichen.

Dem Gesteinscharakter nach kommen nun die Arlbergschichten sowohl wie der Hauptdolomit in letzte Wahl, und es dürfte nicht ganz möglich sein, auch hierin eine abschließende Festlegung zu sichern. Es liegen so viel Analogien und Verwechslungsmöglichkeiten im anstehenden Gebirge vor, wie will man da ein versteinerungsloses schichtfreies Erraticum bestimmen? Auch treten diese Gesteine in solch weiter Verbreitung und Mächtigkeit auf, daß die Herkunft bei ihrem vielfältigen petrographischen Habitus für jeden Horizont sprechen könnte. Ich neige zwar selber, soweit ich die Vorarlberger Alpen, im besondern das Rhätikon, kenne, durchaus zum Hauptdolomit aus ganz allgemeinen Gründen (Versteinerungslosigkeit, Eishöhe im Singener Stadium, Quantität des zur Abfuhr zur Verfügung stehenden Materials), aber ein strikter Beweis läßt sich meines Erachtens nicht führen. Doch ist das für die Aufklärung der Ursachen der Findlingsgröße und des Transportweges wenig von Belang. Denn Arlbergschichten und Hauptdolomit überlagern sich überall direkt oder sie sind nur durch die gelbe Raibler Rauchwacke getrennt, oder sind miteinander überschoben, steilgestellt und verfaltet, die topographische Festlegung des Findlingsursprungs wird durch diese enge Vergesellschaftung eher erleichtert. Es wird im folgenden, um ein sicheres Urteil zu gewinnen, nicht nur auf die eigene Autopsie in den Triaskalkalpen Vorarlbergs, sondern besonders auf die in

der Literatur über die ganzen rechtsrheinischen Triaskalke vorhandenen Gesteinsbeschreibungen Wert gelegt.

Die Arlbergschichten beschreiben ROTHPLETZ (17, 18) und nach ihm BLUMRICH (2) als „dunkle, hell anwitternde bimssteinartige Kalkbänke, wechsellagernd mit Schichten von Dolomit, Sandstein, sandigen Schichten, schwarzen Mergeln und grauen und gelben Rauchwacken“. Die Kalke führen zuweilen Muscheln, aber durchaus nicht immer. MYLIUS (1) schätzt sie auf 300 m Mächtigkeit, GUBLER (6) auf 350 m. GUBLER unterscheidet sie mit den Partnachschiechten gemeinsam als Ladinien vom Norien = Hauptdolomit. SKUPHOS stellt Arlbergschichten und die hangenden Raibler Rauchwacken mit einem gewissen Recht zusammen. Im zentralen Vorarlberg (6) treten nur lokal spärliche Fossilien auf. Die Kalke der Arlbergschichten beschreibt GUBLER als „des calcaires noirs en bancs épais, se débitant sous le marteau en parallélépipèdes“, die Dolomite: „toujours une dolomie à grain fin grise ou noire, qui, par altération, prend une teint plus claire. Elle passe insensiblement aux calcaires dolomitiques et aux calcaires francs.“ MYLIUS (13) äußerte sich ähnlich: „Die hellgrauen und schwarzen . . . porösen Kalke und Rauchwacken spielen die Hauptrolle und bilden fast die ganze Mächtigkeit der Stufe. Doch auch die Dolomite können, wie vor allem im Rhätikon, strichweise die Gesteinsfolge derart beherrschen, daß man hin und wieder glaubt, im Hauptdolomit zu wandern.“ In den Gebirgen des Rheinquellgebiets liegen die Dinge auch nicht anders, soweit die Arlbergschichten überhaupt noch gesondert vorhanden sind.

Am Arlberg habe ich sie selber studiert, tatsächlich haben sie oberhalb der Flexenstraße, besonders an stark dislozierten Stellen, überaus große lithologische Ähnlichkeit mit dem Ellhofener Gestein. Zahllose Kalkspatadern durchsetzen das schwarzgraue, dichte splitterige Massengestein. An den saiger die Paßstraße kreuzenden Verwerfungen und Klüften, die sich bis zur Valluga hinaufziehen, geht es durch Überwiegen der Calcitfüllmasse direkt in eine Kalkmylonitbresche über. v. RICHTHOFEN beschrieb die Arlbergkalke zuerst, und zwar aus demselben Gebiet, von dem früheren, heute durch Lawinen zerstörten Saumpfad Stuben—Zürs und betont, daß sie dort versteinungsleer wären, und weist auch auf den schnellen Wechsel verschiedener Gesteinsausbildung hin. Auch MYLIUS hat von diesem Paßtal zum Lechtal hinüber die komplizierten Lagerungsverbindungen des alpinen Keupers beschrieben, hier an der Südgrenze der Kalkalpen zum Arlbergkristallin befindet sich ja die klassische Entwicklung der Arlbergschichten. Sie kommt ja für den glazialen Transport gar nicht in Betracht, aber hier ist dieser Horizont am schönsten aufgeschlossen und durch die Tektonisierung des Gesteins noch vergleichbarer geworden, weiter macht man sich am Arlberg auch den innigen Zusammenhang und die Ähnlichkeit mit dem Hauptdolomit am ehesten klar, wie das an andern Stellen nicht so

möglich ist. Am Flexenpaß (1784 m) selber steht nach MYLIUS der Hauptdolomit an — ihn sah ich wegen der Schneedecke dort nicht —, ebenso ist er an den Flankenbergen aufgesetzt und geht bis zur Wildgrubenspitz (2756 m) und zur Valluga (2811 m) hinauf, talwärts folgen in großer Mächtigkeit die Arlbergkalke, die nur hier im Gegensatz zu sonst mit Calcitadern wie durchtränkt sind. Gegen Stuben zu sind sie völlig mit Partnachmergeln und Muschelkalk verwalzt. Die Verfaltungen mit dem Hauptdolomit sind gegen die Höhen so ungemein, daß die stratigraphische Sicherheit sehr stark aufhört.

Der Hauptdolomit (von MYLIUS auf 500 m, von GUBLER einschließlich der hangenden Plattenkalke auf 1000 m Mächtigkeit geschätzt) ist morphologisch das wichtigste Gestein im Aufbau der rechtsrheinischen Triasalpenlandschaft. Wegen dieser weiten Verbreitung und der Beherrschung gerade der Nunatakhöhen in Voralberg einerseits, wegen seiner enormen Widerstandsfähigkeit und seiner petrographischen Ähnlichkeit mit dem Findling andererseits scheint der Hauptdolomit als Muttergestein prädestiniert. Seine obersten Triasschichten bauen durchweg die höchsten Berge des Rhätikons auf, die Dreischwesternmasse, der Rumpf der Zimba und der Scesaplana bestehen aus Hauptdolomit. Schon v. RICHTHOFEN beschreibt das Gestein als „dunkle, zuckerkörnige Dolomite“, also ganz desselben Grundcharakters wie beim Ellhofer Findling. Er erwähnt noch nicht die typische Durchäderung, die dort und im vermutlichen Muttergestein üblich, wie es MYLIUS und GUBLER auch tun. Ich zitiere den ersten Autor: „Feinkörniger, kristallinischer, sehr heller Dolomit mit bald deutlicher, bald gänzlich fehlender Schichtung, von Kalkspatadern regellos durchwachsen und zu scharfkantigen Trümmern zerfallend, feine und grobe Dolomitbreccien, die an der Basis des Hauptdolomits nie fehlen.“ RICHTHOFEN ließ Analysen machen, nach denen er annahm, daß diese Formation immer als wahrer Dolomit aufträte, das würde nun mit meinen eigenen qualitativen Analysen vom Findlingsgestein nicht übereinstimmen. Doch haben sich auch die neuesten Auffassungen so gewandelt, daß chemisch kein Hindernis für eine Gleichstellung von Hauptdolomit und Ellhofer Block besteht, denn GUBLER beschreibt sein entsprechendes Norien so: „Le dolomie principal est une dolomie très fine traversée de veinules de calcite la teneur an carbonate de chaux est très variable et fréquemment on a affaire à un calcaire dolomitique plutôt qu'à une dolomie.“ Auch die breschenförmige Ausbildungsform erwähnt er, wie ebenso ROTHPLETZ von der Basis gegen die Raibler Schichten (Lüner See, Douglashütte).

Aus diesen Ausführungen sieht man, daß die Entscheidung zwischen den beiden großen und durch das Raibler Band getrennten Keuperhorizonte als Muttergestein recht schwer hält, wenn auch meines Erachtens das Schwergewicht dem Hauptdolomit zufällt. Wir werden im folgenden erkennen, daß der Ellhofer Block von

der Triasdeckschuppe der Dreischwestern stammen muß, wo es dann im Sinn des vorliegenden Problems keine so große Rolle mehr spielt, aus welchen der beiden vorhandenen Horizonte er stammt. Aber auch dort wird man sich aus Gründen der tektonischen Lagerung und der Eisrandhöhe eher für den hangenden Hauptdolomit entscheiden. Zunächst sichern wir das Ergebnis noch durch einige Vergleiche mit Handstücken und durch die chemischen Analysen.

Im Bregenzer Landesmuseum fanden sich eine Anzahl Handstücke, die eine gewisse Ähnlichkeit mit dem Ellhofener Material aufwiesen. Sie stammen aus der Sammlung von DOUGLAS und sind nur ungefähr lokal bestimmt, stratigraphisch deshalb nicht immer mit Sicherheit einzuordnen. Die Proben, die ihrem Kalk- bzw. Dolomitgehalt und ihrer Gesteinszusammensetzung nach zu dem erratischen Block passen, rühren alle aus der gleichen Gegend von klassischen Fundstellen bei Bludenz her, wo ja die Arlbergsschichten schon bei der Stadt in dickschichtigen, zerklüfteten, etwas dolomitischen Kalksteinen anstehen. Vom Galgentobel bei Bludenz stammt eben ein solches mit Salzsäure nur schwach brausendes Handstück, das ähnlich wie die Ellhofener Proben reagiert und dieselbe grobkristalline Struktur zeigt. RICHTHOFEN gibt vom Galgentobel ein Profil, das die Talsohle noch in den Arlbergsschichten verlaufend zeigt, über dem aber nach dem Raibler Band sich massig der Hauptdolomit des Hohen Frassen aufbaut. Vom „Hangenden Stein“ bei Nüziders stammen ebenfalls sehr ähnlich aussehende Stücke, denen aber das für Ellhofen geltende kristalline Gefüge nicht in gleichem Maße eigen ist und die rein dolomitisch sind. Auch am Hangenden Stein sind nach den RICHTHOFEN'schen Profilen die Keuperlagen vergesellschaftet, so daß an sich wieder der sichere stratigraphische Vergleich unsicher wird. Neuerdings ging GUBLER wieder auf die Aufschlüsse bei Nüziders ein und stellte dort unter dem aus Hauptdolomit bestehenden Hauptzug des Hangenden Stein (von dem wohl sicher das DOUGLAS'sche Stück stammt) interessanterweise ein Fenster der das Rhätikon S begrenzenden Falknisfazies fest. Doch damit hat unser Gestein nichts zu tun.

Das zweifellos beste Vergleichsstück in Bregenz, das im lithologischen Habitus und in der Reaktionsweise auf Säuren mit den Ellhofener Proben glatt verwechselt werden könnte, stammt von Rothenbrunnen am Ende des Großen Walsertals (Slg. BLUMRICH). Es ist ziemlich fein im Korn, wie viele Partien im Ellhofener Bruch, und weist bezeichnenderweise einerseits grobe bis drusenartige Kalkspatäste, andererseits die Durchschwärmung in feinsten Calcitädern richtungssystemlos auf. Das Stück ist ein wichtiger Hinweis auf die nach dem Hauptdolomit als Heimat hinneigenden Kennzeichen, aus dem es stammen muß, denn nach GUBLER's Geol. Karte fehlen die Arlbergsschichten bei Rothenbrunnen. Der Vergleich mit den musealen Belegstücken, ihre petrographischen und chemi-

schen Ähnlichkeiten stellen uns nur erneut die Frage, ob zwischen Arlbergsschichten oder Hauptdolomit als Muttergestein entschieden werden kann. Denn die chemisch untersuchten, von mir gesammelten Proben aus dem Arlberg- und Dreischwesterngebiet gehören ja in die Arlbergsschichten. Sie wird sich letzten Endes nur auf Grund der glazialdynamischen Analyse entscheiden lassen, denn der chemische Vergleich im folgenden zeigt auch nur wieder die Verwechslungsmöglichkeiten.

Es wurden vier qualitative Analysen zur Feststellung des Dolomitgehalts an verschiedenen Proben aus dem Gebirge und vom Ellhofener Findling ausgeführt. Der Dolomitmachweis wurde in der gleichen Weise nach Ausfällung der mitgelösten Eisen- und Aluminiumbestandteile durch wiederholten Zusatz von Ammoniak und Ammonchlorid in einer Salzsäurelösung der pulverisierten Gesteine durch Ausscheidung des Calciumcarbonats aus den versetzten Filtraten und Darstellung des Magnesiums mittels Beifügung von Dinatriumphosphat in Form von Magnesiumammoniumphosphat durchgeführt.

Es ergab sich das zunächst überraschende Resultat, daß eine Probe vom „Kleinen Fels“ aus dem Ellhofener Kalkbruch etwas dolomithaltig, eine andere vom „Großen Fels“ dolomitfrei war. Entsprechend war der Nachweis bei einer Probe aus den Arlbergsschichten (oberhalb der Flexenstraße) negativ, während ein Handstück (höchstwahrscheinlich Arlbergsschichten, möglicherweise aber auch Hauptdolomit) N von Schloß Liechtenstein ob Vaduz ziemlich starken Niederschlag aufwies. Dadurch ist einwandfrei gezeigt, daß der Dolomitgehalt an sich für die endgültige stratigraphische Einordnung nichts besagt; er wird ja auch von verschiedenen neueren Autoren bei Untersuchungen im Gelände für beide fraglichen Horizonte als schwankend angegeben. Die chemische Analyse zeigt erneut, daß beide Möglichkeiten offenstehen, wenn auch das Hauptmaß von Wahrscheinlichkeit dem Hauptdolomit zufällt. Es bleibt jetzt nur noch der Weg übrig, im Gebiet der rechtsrheinischen Verbreitung des ostalpinen Keupers nach dem Ort zu suchen, wo ein Abtransport so riesiger Gesteinsmengen auf der Obermoräne des Rheingletschers möglich und wahrscheinlich ist.

Das kleine Alpengebiet des Fürstentums Liechtenstein, wo sich das Rhätikon über die tiefe Schlucht des Taminatals in dem mächtigen Klotz der Dreischwestern nach dem Rheintal vorschiebt, wird sich als die gesuchte Heimat weisen. Aus welchen Gründen wird die genauere Darstellung der Tektonik und der glazialen Verhältnisse in Liechtenstein zeigen. Es wurde schon betont, daß hier auch die innerhalb des Rheintals zum Allgäuer Fundort nächstgelegene Trias liegt. Hauptdolomit und Arlbergkalke stehen aber auch im entfernteren Einzugsgebiet des Rheingletschers an, besonders in den Bergen um das Innerwalgau (Illtal) und im hinteren Rheintal und

seinen Bündner Nebentälern. Es wird nötig sein, zur sicheren Ausscheidung dieser weiten Gebiete außer der größeren Transportentfernung noch weitere Gründe zu finden.

In Graubünden tritt an die Stelle der Arlberg- und Raibler Schichten sowie des Hauptdolomits ein einheitlicher fossilarmer Komplex von dünnbankigem Kalk bzw. dolomitischem Kalkstein. Das Albulagebirge weist triadische Dolomite auf, ebenso tritt die Trias nach ROTHPLETZ (17, 18) im Plessurgebirge in bedeutender Entfaltung auf, schon im Muschelkalk kommen schwache Dolomite vor. Auch HOEK (11) betont für das zentrale Plessurgebirge die Seltenheit der im Rhätikon immer trennenden Raibler Schichten und charakterisiert den (dort nur 200—300 m mächtigen) Hauptdolomit folgendermaßen: „Hell- bis dunkelgrau, beim Anschlagen schwach zuckerkörnig, von weißlichem Verwitterungsstaub bedeckt, von zahlreichen Calcitadern durchzogen, er zerfällt leicht in eckige Bruchstücke.“ Bezeichnend ist desselben Autors Schilderung des den Arlbergschichten äquivalenten Wettersteindolomits: „Die genaueren Grenzen zwischen Wetterstein und Hauptdolomit sind namentlich am Lenzerhorn z. T. sehr schwer zu ziehen. Die Gesteine sehen sich ja überhaupt zum Ver zweifeln ähnlich. Zumal, wenn sie ziemlich starken Fältelungen, Verruschelungen und Pressungen (genau wie an der Flexenstraße, Verf.) ausgesetzt gewesen sind, ist es oft ganz unmöglich, im Einzelfall zu entscheiden, ob man Wetterstein oder Hauptdolomit vor sich hat . . . der Kalkgehalt des Gesteins ist oft so groß, daß man über die Bezeichnung zweifelhaft sein kann.“ Das sind also die gleichen Schwierigkeiten, die uns selber im vorderen Alpenrheintal und in Vorarlberg begegnet sind, es ist kein so großes Wunder, wenn wir nicht gleich zu Streich kamen. — ROTHPLETZ schildert die Bündner Trias z. T. allerdings etwas anders, er spricht von „mächtiger Ablagerung wohlgebankten Dolomits, der petrographisch besonders durch seine kleinen, unregelmäßig geformten und mit weißen Calcitkristallen ausgefüllten Drusenräume . . . zu unterscheiden ist“. Von Durchtrümerung, wie wir sie verlangen müssen, ist also keine Rede, Drusen und Bankung kommt dem Allgäuer Stein auch nicht zu. Es gibt also doch gewisse Unterschiede im Gestein, die die Herkunft des Findlings aus dem Rheinquellgebiet unwahrscheinlich machen.

Der Gründe aber sind noch mehr. ROTHPLETZ fiel es auf, daß das Plessurtal ob Chur, ebenso das Landquarttal in seinen Talböden ganz mit mächtigen Moränenablagerungen vom Silvrettagletscher her angefüllt sei, ganz im Unterschied zum offenen Rheintal, wo nur spärliche Seitenmoränen die beiderseitigen Berghänge begleiten. Die Täler sind am Ausgang ins Rheintal durch enge Felstobel und Klusen gesperrt, dadurch erfolgte eine Stauung der Eismassen, die deshalb schon den größten Teil des Schuttmaterials hier lassen mußten. Die Abstauung wurde natürlich durch den mächtigeren

Rheingletscher nur befördert. PENCK hat die gleiche Erscheinung reichlicher glazialer Akkumulation in Nebentälern auch aus dem Prättigau und dem Taminatal beschrieben, nirgends aber habe ich sie schöner gesehen, verknüpft mit Gefällsbrüchen, Übertiefungen, Erosionsschluchten und Flußterrassen wie am Hinterrhein an der Via mala, beim Schamser Tal, der Rofnaschlucht und dem Rheinwald. Genau dasselbe gilt aber nun für den Illtal-Montafoner-Gletscher, der am Nordrand der Dreischwestern das offene Rheintal erreicht. Auch er wurde durch die bei Feldkirch das Inner-Walgau absperrenden Kreidekuppen des Schellenberg-Rundhöckers und durch die größere Höhe des Rheineisrandes ab- und hochgestaut, er floß langsamer und wurde zum Absatz eines großen Teils seines Schuttmaterials gezwungen. Führte er auch größtenteils kristalline Leitgeschiebe aus der Silvretta, so kann er doch noch beim Überkreuzen des Triaskalkzuges bei Bludenz Gesteine mit auf den Weg bekommen haben, die unserm Allgäuer Block entsprechen. Die Vorkommen direkt bei Bludenz, nur wenig über der Talsohle, kommen nicht in Frage, denn Transport auf der Obermoräne ist ja Voraussetzung. Dann aber hätte der Block bei der Eishöhe der Talgletscher im zentralen Vorarlberg auf die Obermoräne fallen müssen und es ist unwahrscheinlich, daß trotz dauernder Einmündung in andere Gletscherzweige, trotz Einschieben von Gletschern der Nebentäler, trotz Stauchung und Zerrung ein solches Geschiebe unzerstört den Transport im Innern des Gebirges hätte aushalten können. Unterhalb des Gipfels des Scesaplana gegen den Lüner See zu und im Brandner Tal zwischen Brand und Bürs sah ich anstehend und als Gerölle Gesteine von einer unserem Findling analogen lithologischen Ausbildung, doch werden diese Stellen als Ursprungsgebiet auch nicht in Frage kommen. Die größere Entfernung des Vorarlberger gegenüber der des Liechtensteiner Rhätikons verstärkt wie bei den Bündner Kalkdolomiten die Einwände gegen solche Annahmen.

Feste Voraussetzung wegen des Abschnenkens in den Rotachzweig bleibt die Zugehörigkeit des Findlings zur äußersten rechten Seitenobermoräne, und das verlangt eine möglichst nahe Herkunft direkt von der rechten Rheintalflanke. Erst innerhalb des eigentlichen breiten Rheintals blieb ein solches Geschiebe erst ungestört auf einer Flankenstromlinie liegen. Oberhalb Chur oder Feldkirch mußten die Stromlinien sich kreuzen, Eis aus den Nebentälern schob sich darüber und darunter, Sperrberge wie im Rheintal noch der Fläscherberg verschoben und hoben oder gabelten wieder die Massen in sich, für ein Verbleiben eines abgestürzten Riesenblocks auf der seitlichen Oberstufe war bei derart erzwungenem wildem Fließen gar keine Möglichkeit. Diese war nur am Gehänge der Dreischwestern-Scholle gegeben, denn dort erreichen als einziger Stelle Arlberg-Schichten und Hauptdolomit in innigem Verband das offene Rheintal. Wenn auch sie sich etwas in den Talboden seitlich vorschieben,

wie der Blick vom Bodensee talaufwärts so schön zeigt, so ist das kein Hindernis, sondern verstärkt nur den Eindruck, daß von dorthier gar leicht ein abgestürztes Geschiebe die Alpengrenze erreicht haben mag.

Es wird sich zeigen, daß nicht nur die glazialen Verhältnisse eine Abstammung des Findlings von den Bergen des offenen Rheintals fordern, sondern daß die ganz eigenartigen tektonischen Bauformen in Liechtenstein geradezu prädestiniert sind für die Abgabe solch gewaltiger kompakter Moränenschuttmassen. Um die Lagerung der Trias der Dreischwestern-Scholle am weit vorgeschobenen Weststirrand der rhätischen Überschiebungsdecke zu verstehen, müssen ein paar Worte über sie gesagt werden.

Die Meinungen über die Deckennatur des Rhätikons sind, wie immer in diesen Dingen, in der Alpengeologie schroff geteilt. Es besteht nun weder die Absicht noch die Möglichkeit, sich hier dogmatisch auf eine der Theorien festzulegen. So hat eine Begehung des für unseren Zweck wichtigen Westhangs der Dreischwestern ergeben, daß die vorhandenen geologischen Karten dieser Gebirgsmasse (ROTHPLETZ, MYLIUS) keineswegs den Detailverhältnissen entsprechen. Der letzte Autor bemerkte selber einiges im Text über die Ungenauigkeit der Aufnahmen, und auch der erste wollte ja nicht über erste aufschließende Begehungen hinausgehen. Mehr Verlaß ist auf die Profile, von denen besonders die älteren von ROTHPLETZ und von RICHTHOFEN sehr lehrreich sind. Die beigegebenen Profile (Fig. 4 u. 5) sind im Wesentlichen nach den genannten Autoren und ergänzenden eigenen Aufnahmen zusammengestellt, geben deshalb absichtlich nur das Wichtigste wieder. Das Gebiet braucht dringend eine wirkliche geologische Spezialkartierung, für unsere Zwecke war das ja nicht nötig, es genügt, die Abkunft des Findlings aus dem Gebirgsstock verständlich, ja schlüssig zu machen. Die vor dem Überschiebungsrand auf basalem jüngerem Gebirge liegenden Triasfetzen sind Tatsachen und werden als solche von keiner tektonischen Hypothese berührt. Auf diese Tatsachen aber kommt es hier in erster Linie an.

Vor etwa 70 Jahren hat schon v. RICHTHOFEN die Überschiebung der rhätischen Trias auf den jüngeren Flysch erkannt. Seither hat der komplizierte Bau des Rhätikons eine große Anzahl Forscher angezogen, und es entstanden u. a. folgende Meinungen: STEINMANN nahm einen Deckenschub von S her an, MYLIUS als Gegner der Deckentheorie sieht umgekehrt nur eine geringe Bewegung der rhätischen Alpen nach S, v. SEYDLITZ faßt das Liechtensteiner Rhätikon als Gruppe dachziegelartiger Überschiebungen einzelner Schollen mit Fenstern jüngerer Gesteine auf, ROTHPLETZ als radikaler Verfechter der Deckentheorie nahm weit entfernte Wurzeln der Schubmassen aus E her an. (Das Prättigau ist nach ihm basales, nicht überschobenes Gebirge, das nördlich angrenzende Westrhätikon überschob nach dem seine Basis nach W um mindestens 30 km.)

Die ältere Triasdecke ruht auf dem jüngeren Flysch, der von Bludenz an bis über Vaduz unter dem rhätischen Deckgebirge ausstreicht und überall am Talrand des Rheins und der Ill zu sehen ist. Nun kommt der Flysch aber auch in größerer Höhe, ja sogar im Innern des Gebirges vor, und v. SEYDLITZ sieht das Fenster im Sinne der ROTHPLETZ'schen Theorie vom basalen Gebirge, MYLIUS aber eine ganz andere Flyschfazies, die ihm ein echter Bestandteil der ostalpinen Decken erscheint und die nur in Form von schollentrennenden Quetschzonen ausgebildet ist. Die Schollennatur der einzelnen Teile des Rhätikons wird aber allseitig anerkannt, MOJSISOVICS hat darin die erste Scholleneinteilung begründet, in der ihm mehrere nachfolgenden (vgl. MYLIUS' kurze geschichtliche, etwas einseitige Darstellung). ROTHPLETZ baute die Scholleneinteilung dann erst aus. Über die Zahl und das Streichen der Verwerfungen und Schubränder mag man sich streiten, „fest steht“ die Deckschollennatur des Dreischwesternmassivs.

Die ganz eigenartige tektonische Natur der Dreischwesternscholle liefert nun auch die Erklärung für ein so grandioses erratisches Phänomen. Wir wissen bisher, daß es sich dabei um Arlbergkalke, wahrscheinlich aber um den hangenden Hauptdolomit handeln muß. Beide Schichten sind in dieser am weitesten nach W vorgeschobenen Decke auch mächtig und offen zutage tretend entwickelt, ihre Lageungsverhältnisse sind gegenüber den ohnehin komplizierten des übrigen Rhätikons besonders einzig.

Die Nordgrenze des Rhätikons läuft in zickzackförmigem Stirnrand von Bludenz ab E—W und bildet zuerst die Südbegrenzung des Illtals, dann die Westabgrenzung des Rheintals. Hier hat der Weststirnrand der Triasdecke stark vor- und rückspringende Formen. Vor- und unterlagert wird die rhätische Nord- und Westgrenze vom jüngeren Flysch. Die Schubdecke selbst wird (nach ROTHPLETZ) durch die W—E setzende Bludenz—Vaduzer Spalte in die nördliche Dreischwesternscholle und die südliche Alpillascholle geteilt; jene wird wieder abgegrenzt durch die ebenfalls W—E laufende Verwerfungslinie von Malbun nach Bludenz, hier schließen die übrigen Teile des Rhätikons an: Scesaplana, Zimba usw. Der Südrand gegen das Prättigau ist durch die Bruchlinie Gaflei—Tilisuna gegeben.

Wichtig für unsere Fragestellung ist nun der Westrand der Triasdecke, die über dem Ill- und Rheintal steil über die niedrigen Flyschvorhügel abfällt. Vom Bargellenjoch führt eine Verwerfung ostwärts in das Gebirge hinein, südlich vom Gipsberg, der seinen Namen von den Raibler Schichten am Fuße führt, ist die ganze Gebirgsmasse um etwa 1000 m Sprunghöhe gehoben. Der Flysch, der unter dem Hauptdolomitzug vom Dreischwesternkamm bis zur Gaflei tief unten kaum über die Höhe des Rheintalbodens ausstreicht, reicht hier bis zum Bargellenjoch (1800 m) hinauf (vgl. Fig. 4). Die Trias in Form der Arlbergkalke fängt hier erst auf der

Höhe des Pilatus an, während jene kaum nördlich von Vaduz noch auf der Höhe des Schlosses Liechtenstein über der „Landeshauptstadt“ anstehen. Diese wichtige Spalte zeigt das Profil nach ROTHPLETZ, sie findet sich schon ganz richtig bei RICHTHOFEN's Profilen erkannt. Die Liechtensteiner Aufschlüsse beim Schloß werden weder in der Literatur noch auf den Karten von ROTHPLETZ und MYLIUS berücksichtigt, nur RICHTHOFEN scheint seinen Profilen nach ähnliche gekannt zu haben, die jetzigen sind offenbar durch Straßenbau neu gebrochen. Die neueren Autoren haben RICHTHOFEN gegenüber die untere Triasgrenze ob Vaduz immer zu hoch gelegt, während ich sie mit RICHTHOFEN's Darstellung übereinstimmend in Schloßhöhe legen möchte.

Ich fasse mich hier kurz und verweise auf die beiden Längs- und Querprofile und die (roh gehaltene) ROTHPLETZ'sche Übersichtskarte, wie auf die Karte von MYLIUS, die übrigens gerade am Triesner Berg und an den Hängen der Gaflei auch keineswegs mit den genaueren Beobachtungstatsachen übereinstimmt. Der Bau des wichtigen Gebiets ist in der ganzen angegebenen Literatur einer lebhaften Diskussion unterworfen worden, worauf ausdrücklich, um Wiederholungen zu vermeiden, hingewiesen wird.

Es sei zunächst daran erinnert, daß des öfteren in dieser Arbeit Vergleichshandstücke aus den Arlbergsschichten beim Schloß Liechtenstein angeführt wurden. MYLIUS sucht die tektonische Fortsetzung seiner besprochenen Dreischwesternschuppe ostwärts im Fuß der Klampner Schroffen und überm Illtal im Hangenden Stein bei Nüziders. Tatsächlich fanden wir ja auch dort Gesteine, die wieder äußerlich gut ihrer Fazies nach zu denen des Findlings paßten, was also kein Zufall ist (Bregenzner Handstücke). Während die in Frage kommenden Schichten — Arlbergkalke und Hauptdolomit — bei Schaan im N Liechtensteins tief herunter bis fast zur Rheintalsole gehen, stehen sie südlich der Bruchspalte Gaflei—Tilisuna erst weit

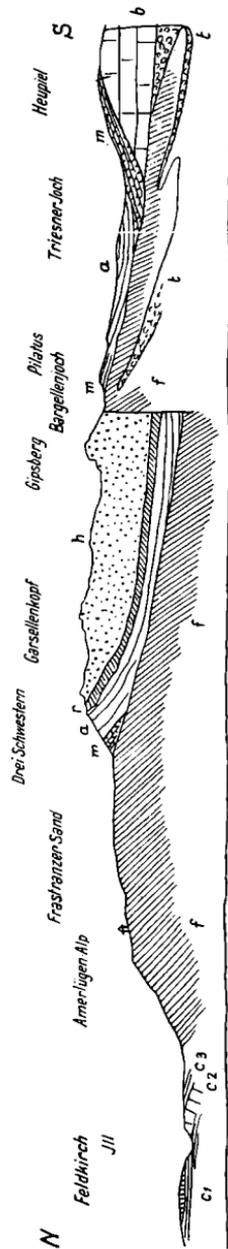


Abb. 4.

oben an, am Pilatus streicht noch Muschelkalk am Kamm aus. Doch zeigt das Querprofil durch den Triesner Berg im S Liechtensteins, daß einzelne Schollen von Hauptdolomit (nach MOJSISOVICZ auch Arlbergkalke) und von Raibler Schichten am Westhang zum Rheintal hinunter auf dem Flysch liegen. Ich sehe darin mit ROTHPLETZ die Reste des erosiv zeretzten Weststirnrandes der rhätischen Decke, oder, nach der modernen Terminologie ausgedrückt, der obersten penninischen Decke im ostalpinen System. Diese von ROTHPLETZ vor einem Vierteljahrhundert geäußerten Ansichten haben, wenn auch unter neuen Namen, nun auch heute bei den Schweizern prinzipiell eine späte Bestätigung erfahren. Hierzu ein paar Worte, um die Stellung der rhätischen Decke im geltenden deckentheoretischen System zu kennzeichnen, wenn wir auch weiter die alten Deckennamen gebrauchen der Einfachheit halber.

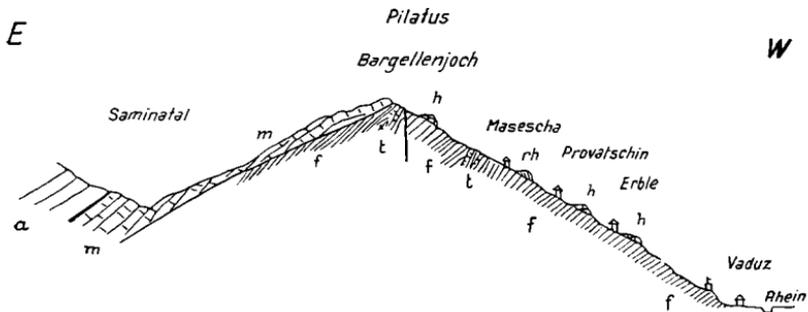


Abb.

STEINMANN erkannte schon 1897 (nach HERITSCH, 10), was schon auf RICHTHOFEN's Profilen zu sehen, daß die „rhätischen Decken“ bis zum Engadin über Flysch und Bündner Schiefer schwimmen, unter die ihrerseits die Churfirten- und die klassische Glarner Doppelfalte tauchen. STEINMANN nannte das, nach ROTHPLETZ, rhätische, ostalpine Decke, was noch ED. SÜSS und UHLIG übernahmen. Heute haben wir die Vorstellung, daß am Rheintal die gesamten helvetischen und penninischen Decken unter die Ostalpen untertauchen, die rhätische Decke als Teil, im ganzen ostalpinen System als oberste penninische Decke unter die Ostalpen, deren die Westalpen überlagernder Westrand auch nach der Meinung ALB. HEIM's und der Schweizer Schule ein reiner Erosivrand sei. Das meinte, wie oben gesagt, schon ROTHPLETZ speziell für den Westrand des Rhätikons.

Nirgends sieht man so deutlich, daß die Grenzlinie Bludenz—Dreischwestern—Gaflei—Tilisuna gegen den basalen Flysch nicht die anstehende Uferlinie des Triasmeers, sondern den abgebröckelten zerfressenen Rand der Triasüberschiebung darstellt. MYLIUS

bestritt das Schwimmen der Triasscholle auf basalem Flysch auf den Höhen des Triesner Berges und hält den bei Masescha und am Bargellenjoch anstehenden Flysch für ostalpin, d. h. mit der Trias im ursprünglichen Schichtverband verfalltet. Er zeichnet die aufgelagerten Schollenfetzen infolgedessen als ausstreichende Falten. Dagegen sprechen nicht nur die Bergsturzmassen am Triesner Berg, auf die wir noch zu sprechen kommen, sondern noch deutlicher die Neigungswinkel am Stirnrand. Wir halten also am Erosivcharakter der vorgerückten Schollen fest — einzelne sind so groß, daß ganze Weiler und Flecken wie Masescha, Provatschin, Erble, darauf stehen, kleinere scheinen nördlich der Hauptverwerfung bis zum Schloß Liechtenstein und der Vaduzer Mühle auf ca. 900 m hinabzugehen. Es wäre ja auch die weitere tektonische Deutung als Schubspäne vor dem Stirnrand möglich, doch ist das am Rheintalrand auszuschließen. Während nun im ganzen Rhätikon die Auflagerungsfläche der Triasdecke im Alpeninnern nach E schwach einfällt, gegen ihre Schubrichtung zu, fallen die Schichten am Westrand des Rhätikons über dem Rheintal und erst recht die vorgeschobenen isolierten Restschollen nach W ein.

Auch der E—W-Schub, den ROTHPLETZ annahm, ist vielfach bekämpft worden, heftig von MYLIUS, und im Prinzip von den Schweizern, allen voran ALBERT HEIM und STAUB, in deren deckentheoretischem Alpenbauplan der S—N-Schub einen „Grundpfeiler“ darstellt. Trotzdem wurden neuerdings im Unterengadin und in Graubünden zweifellose E—W-Schübe nachgewiesen, die Schweizer fassen vorläufig auch hier wie überall alle Erscheinungen als Rückfalten oder sekundäre Abstaungen auf. In den meisten Arbeiten der ostalpinen Geologen finden aber die alten von ROTHPLETZ im Rhätikon gewonnenen Meinungen eine späte Bestätigung, wenn sich auch im einzelnen natürlich nicht mehr alles halten läßt. Noch heute steht allerseits gerade für das Rhätikon am sichersten fest, daß die nördlichen Kalkalpen eine gefaltete, geschuppte, wurzellose Abscherungsdecke sind.

Diese ganz eigenartigen Lagerungsverhältnisse am rhätischen Westrand — die vorgelagerten Schubfetzen und das Westeinfallen zum Tal hinab — liefern uns den Schlüssel für die Erklärung der Herkunft so gewaltiger erratischer Massen wie bei Ellhofen. Der erodierte Weststirnrand der rhätischen Triasdecke am liechtensteinischen Rheintalrand ist durch seine tektonisch besondern Verhältnisse für den glazialen Abtransport abnormer Geschiebemassen prädestiniert.

Auf der tektonischen Übersichtskarte von ROTHPLETZ verbreitert sich der untertauchende Flyschstreifen sowohl von Bludenz als von Vaduz her bis zum Zusammenfluß von Ill- und Rheintal unter Feldkirch. Diese Höhen der Amerlügenalp, des Frastanzer Sands und

Rojabergs sind ja auch auf Profil 4 zu sehen, ebenso schön sieht man sie von den Bahnlinien im Rheintal aus. Über ihnen fehlt die Triasdecke, die Fetzen auf dem entsprechenden Flysch-Triesner Berg deuten auf ehemalige Überlagerung. Die Denudation scheint mir nun weit weniger von der Wassererosion herzurühren (die nur die Raibler Schichten kräftig angriffen, wie die Morphologie des Garsellenkopfs zeigt), sondern viel mehr in der vereinten Wirkung der klimatisch pessimal gesteigerten Atmosphärien und der Glazialerosion. Die erosive Kraft des Gletschers braucht man nicht nur in den Steilwänden der Trias mit schwachen Schuttkegeln sehen, deutlicher wirkt sie in den benachbarten Kreiderundhöckern am Rheintalboden, wie dem Kummenberg und dem Schellenberg am Ausgang des Illtals. Die Freilegung der walgauischen und rheintalischen beiden Flyschunterlagen, die sich zur Talverengung bei Feldkirch (= Eisverstärkung) verbreitern, ist sicher zum guten Teil diluvial. Die dünne Triasdecke darüber mit allerdings wechselnder Mächtigkeit wird ja auch von v. SEYDLITZ dem Innern zu als geringmächtig angegeben. Der Rojaberg, auf dem die vorarlbergisch-liechtensteinische Landesgrenze zu den Dreischwestern hochsteigt, ist vielfach von Moränen über dem Flysch bedeckt. Einzelne Silvrettagranitblöcke finden sich bis 1500 m und zeigen damit den Hochstand des Montafon-Illgletschers an. Der Rheingletscher ging etwas oberhalb bei Sargans und im Liechtensteinischen bei der Falknis bis auf 1700 m, so daß er am Ausgang des Inner-Walgaus mindestens die Höhe seines letzten Zuflußstroms gehabt haben muß.

Das Eis glitt also über die schmale Flysch-Vorhügelzone der rhätischen Decke, ja überdeckte nördlich der Bargellenjochverwerfung sogar die ganze Trias und ließ nur den Hauptdolomit in seinen zackigen wilden Formen darüberraigen. Wieviel vom Triasstirnrand an der Rheintalspalte schon pliozäne und ältere Erosion zerstört haben, wissen wir nicht, sicherlich aber hat der Gletscher säubernd und räumend gewirkt. Ob der Findling nun aus den Arlbergkalken oder aus dem Hauptdolomit stammt, ist ja petrographisch nicht mit völliger Sicherheit zu entscheiden und auch nicht so wichtig. Dünnschliffuntersuchungen hätten bei dem wechselnden Charakter wenig Sinn, das zeigt ja schon das Ergebnis der chemischen Analysen. Bei Schloß Liechtenstein steht ja an der neuen Straße ein schwach dolomitischer Kalk an, der lithologisch genau unserm Findling entspricht und den ich bei benachbarten Raibler Rauchwacken zu den Arlbergsschichten stellen möchte. Aber diese Stelle war ja vom Eis begraben und wenn wir einen Abtransport zur Zeit des Singener Stadiums annehmen müssen, wie sich aus der Lage des Blocks in der inneren Jungendmoräne ergibt, ist ein Wegschleppen noch beim Vormarsch ausgeschlossen. Zu jener Zeit dürften die liegenden Arlbergsschichten aber kaum irgendwo frei gelegen haben, so daß die größere Wahrscheinlichkeit doch für den hangenden

Hauptdolomit spricht, wenn nicht damals noch südlich der W—E-Hauptverwerfung noch ein isolierter Fetzen gelegen hat, wie MOJSISOVICZ sie auch noch beobachtet haben will, was ROTHPLETZ nicht bestätigen konnte.

Sicher erscheint mir jedoch, daß diese westlich geneigten letzten Triasreste am Abhang der Gaflei und des Pilatus, vielleicht auch die höchstgelegenen Steilkämme und Steilwände außerordentlich geeignet waren, Absturzmaterial in solch riesigem Umfang für die rechtsseitige Rheingletscher-Obermoräne zu liefern, dessen Herkunft sonst nirgends so einfach und einleuchtend abgeleitet werden kann. Ob es sich dabei um aktive Abscherung oder Aushebung eines kleinen Triasdeckenfetzens durch das Eis, oder um einen Abrutsch des harten spröden Materials auf der weichen plastischen Flyschunterlage, oder schließlich um einen Bergsturz durch Frostspaltenwirkung gehandelt hat, läßt sich heute natürlich nicht mehr genau sagen. An die ältere Vorstellung der Glazialerosion durch „Abhobeln“ denken wir nicht. Jedenfalls aber war es nicht ein zufällig mitgeschleppter Findling, sondern es wurde eine größere Masse des rhätischen Triaskörpers plötzlich von der Obermoräne mitgetragen, ein kleiner Teil dabei ging auf dem Weg besonders im Rotachtal verloren, der Hauptteil wurde im Allgäu bei Ellhofen geschlossen als mächtiger Block abgesetzt, was unterwegs abgesprengt und im Eis gerundet war, findet sich heute als dichte Kalkgeschiebestreuung rings um den Fundort, als Schuttfahne im unteren Rotachtal.

Bergstürze sind nun nicht nur durch die abnormen Klimaverhältnisse der Eiszeit und auf Grund der eigenartigen Lokaltektonek am Westhang der Dreischwesternscholle denkbar, sie sind auch heute noch faktisch nachzuweisen. HOEK (11) verzeichnet auf seiner Geologischen Karte des Plessurgebirges einen riesigen Bergsturz von den Hauptdolomitmassen des Parpaner Weißhorns herab auf Parpan und Churwalden zu. TARNUZZER (21) hat dieses große Absturzgebiet genauer beschrieben, das Fehlen von Gletscherschliffen und die Erkennbarkeit des Abrißgebietes läßt über die Entstehung keinen Zweifel zu. ALB. HEIM (7, 8) hat ebenfalls in mehreren Arbeiten die großen, wohl diluvialen Bergstürze von Glärnisch-Guppen in der Gegend von Glarus und von Flims in der Ostschweiz untersucht; da es sich hierbei durchweg um Abstürze handelt, die von Moräne unterteuft und überlagert werden, also diluvial sind, und bei denen triadisches Kalkmaterial eine bedeutende Rolle spielt, werden wir diese Verhältnisse etwas näher betrachten, um Anhaltspunkte für unsere Vorstellung eines glazial abtransportierten Bergsturzes zu gewinnen.

Das von der Lenzler Heide nach N über Parpan und Churwalden nach Chur ziehende Tal wird im E von der Kette der Parpaner Rot-, Weiß- und Schwarzhörner begrenzt, die gewaltigen von diesen Bergen niedergegangenen Sturzmassen haben fast alles Erratische bei beiden Dörfern unter sich begraben. Die Hochketten waren wohl,

nach den erratischen Blöcken an den Seitenhängen zu schließen, eisfrei, die Hörner selber sind aus kristallinem Material, aus Kalken und Dolomiten zusammengesetzt und demgemäß auch die Schuttmassen gemischt. Haushohe Blöcke sind recht häufig. In der Parpaner Gegend treten die Kalkdolomitblöcke vor den Hornblendeschiefern und Gneisen des Weißhorns zurück, weil sie zu Bauzwecken abgefahren sind. Bei Berücksichtigung vorzugsweise der großen Blöcke im Gesamtgebiet verschiebt sich das Verhältnis aber ganz ungemein zugunsten der Dolomitkalke gegen die kristallinen Trümmer. Soweit Triasmaterial in Frage kommt, umfaßt es die ganze Schichtenfolge vom Muschelkalk bis zum Hauptdolomit. Wir sehen also hier im weiteren Vorderrheingebiet, daß die triadischen Schichtgesteine nicht nur die Hauptmassen, sondern auch die Riesblöcke geliefert haben. Der Bergsturz hat, wie auch der von Flims und der von Glärnisch-Guppen, spätdiluviales Alter, dasselbe Verhalten wird uns auch dort bei dem gleichen oder ähnlichen Gesteinsmaterial begegnen, es wird also immer mehr verständlich, daß zur Hocheiszeit im rhätischen Triasgebiet unter analogen Umständen ein Abbruch in solch mächtigen Formen erfolgen konnte.

Der das Linthtal von Schwanden bis Glarus füllende enorme Bergsturz von Glärnisch-Guppen besteht wieder vorwiegend aus Kalkgesteinen, diesmal mehr jurassischer Herkunft. Er bildet eine ebenso fest verkittete Kalkbresche wie der größte bisher bekannte Bergsturz, der von Flims im Vorderrheintal. Beide werden von Grundmoräne unterlagert, aber die Erratica auf der Masse beweisen die Widerstandsfähigkeit gegen spätere Gletschervorstöße, man denkt überwiegend an das Bühlstadium. Wenn jenes auch neuerdings zweifelhaft geworden ist, so ist andererseits ein interglaziales Alter weniger wahrscheinlich wie ein interstadiales.

Die Kalk- und Kalkdolomitmassen bestehen aus immerhin noch recht großen Trümmern, wie oben schon gesagt. Die Größe des Ellhofener Findlings ist geradezu ein Beweis für seine Bergsturz-natur. Die mechanische Widerstandsfähigkeit der niedergegangenen Massen ist nicht geringer geworden, ebenso wie der Allgäuer Block als Steinbruch gedient hat oder man den Kalk gebrannt hat, so hat man bei den Sturzmassen des Parpaner Weißhorns Kalköfen aufgemacht. Auch wurde das Gestein als Baustein gesprengt und abgefahren, an zwei Stellen bildeten die Kalke förmliche Schuttwälle mit einem deutlichen Mittelstromstrich, in dem ein Steinbruchbetrieb umging. Im Linthtal wurde in einer solchen Schuttmasse ein kompakter Block von 20 m Höhe und 130 m Länge für anstehend gehalten und eine Kalkbrennerei dabei eröffnet. Daß der Findling aber so typische Bergsturzkennzeichen wie Schlagwunden, Hiebschrammen, Einlagerung heterogener Gesteine nicht mehr zeigt, ist ja bei der glazialen Transportbeanspruchung nicht weiter verwunderlich. Man könnte an späte diagenetische Entstehung der für den Findling so

charakteristischen Calcitadern und -flächen denken, dadurch, daß das Kalkfelmehl, das Gesteinspulver zwischen den zerschlagenen oder aufgesprengten Trümmern durch die Zirkulationswässer in Kalkhäute und -krusten verwandelt wurde, doch haben wir es doch wohl nur mit ausschließlich syngenetischer Entstehung zu tun.

Die geschilderten großen Bergstürze sind spätglazialen Alters, nach ihrer stratigraphischen Lage zu schließen. Auch PENCK zeigte im Etschtal, daß viele große Abstürze den letzten Stadien der Eiszeit angehörten. ALB. HEIM schließt daraus einleuchtend, daß die meisten Bergstürze großen Stils erst deshalb zu dieser Zeit erfolgten, weil erst dann die zurückgehenden Gletscher als Gegendrucklager fehlten, und dann die eiszeitlich tief verwitterten, durch die Durchnässung gelockerten Felshänge niederbrachen. Er erkannte ferner gemeinsam mit J. OBERHOLZER aus gewissen Formen des Bergsturzes bei Schwändi, daß dort die Massen auf eine noch im Tale liegende Gletscherzunge niedergegangen sind, die erst nachher darunter wegschmolz.

Nun gibt es aber zu dieser Frage noch einen weiteren Gesichtspunkt, auf den gerade die letzte Tatsache hinweist. Zweifellos sind auch während der Hochstadien der Würmeiszeit Bergstürze niedergegangen, wenn sie nicht erhalten sind, so liegt das einfach daran, daß sie vom noch vorwärts bewegten Gletscher abtransportiert worden sind. Ein solcher Fall liegt eben im Ellhofener Findlingsblock mit seiner Geschiebestreuung vor. Man sollte darauf achten, ob sich nicht an manchen Berghängen noch Ausbruchsnischen ohne die dazugehörigen Absturzmassen im Tal beobachten lassen. Denn die glazialen Verwitterungsbedingungen haben derlei sicher nur befördert, kennen wir doch in nächster Nähe unseres Ursprungsgebiets noch historische Bergstürze gewaltigen Ausmaßes, die ROTHPLETZ ob Maierenfeld hinter Chur aufgespürt hat. Und, worauf wir besonderen Wert legen müssen: am Triesner Berg im S Liechtensteins ist der Flyschhang nicht nur von Moränen, sondern auch von mächtigen Bergsturzmassen unbekanntes Alters bedeckt. Schließlich können wir auch als Ursache unseres postulierten Abbruchs kleineren Ausmaßes an Lawinen denken. Am Arlberg, im Quellgebiet des Hinterrheins im Rheinwald und besonders schön am Splügenpaß konnte ich solche mit Lawinen niedergegangenen Blockmassen beobachten.

Ausschlaggebend für unsere Auffassung der Ellhofener Gesteinsmassen als Bergsturzmassen ist nun die Tatsache, daß der Findling nicht nur von einem dichten Geröllmantel umgeben ist, sondern daß diese geäderten harten Kalke sich massenhaft in den Kiesgruben und Bachbetten seiner nächsten Umgebung finden. Im Bodenseeerraticum kommt das Gestein nicht oft vor, während es im Rotachtal geradezu als Leitgeschiebe gelten kann. Damit aber kommen wir zu unserem Findling zurück und versuchen seine Einordnung in

die Glazialablagerungen des Allgäus, nachdem als seine Heimat der Abfall der Dreischwesternscholle zur Rheinebene im Fürstentum Liechtenstein mit genügender Sicherheit bestimmt werden konnte.

Die Einordnung des Findlings in die Phasen der Rheinvorlandsvergletscherung beruht auf der in den Grundzügen immer noch geltenden klassischen chronologischen und morphologischen Gliederung, die PENCK und BRÜCKNER (15) gegeben haben. PENCK hat schon geschildert, wie der Rheingletscher sich im Rheintal zunehmend verbreiterte; er maß zwischen Alvier und Rhätikon nur 8 km, zwischen Hohem Freschen und Säntis schon 16 km, und schwoll dann vor dem Talausgang zu einer 80 km breiten Eisüberflutung an. Nach der Meinung PENCK's waren in der Würmzeit zwar die größeren Molassevorhöhen im Toggenburg und im Allgäu immer eisfrei, aber unter den niedrigeren am Rheintalausgang dürften nur wenige Nunatakr gewesen sein. In diesem Zusammenhang wurde auch schon die östliche Abzweigung des Gletschers in die Täler der Bregenzer Aach und ihrer Nebenflüsse Weissach und Rotach erkannt. Von SCHMIDLE's bekannten Untersuchungen über das Glazial des westlichen Bodenseegebietes übernehmen wir die Benennungen der Phasen, die nach dem Vorschlag K. TROLL's für die gesamten alpinen Vergletscherungen gelten sollen (24).

Die erste ausführlichere Skizzierung der Eisrand-Stillstandslagen zu beiden Seiten des Pfänderzuges bei Bregenz hat M. SCHMIDT (19) anlässlich der benachbarten württembergischen Spezialkartierung geliefert. In der Eintragung der Äußeren Jungendmoräne (= Würm—Schaffhausener Stadium) und der Inneren Jungendmoräne im Rotachtal (= Singener Stadium) folgen wir mit einigen Ergänzungen im Text auf der Karte (6) seiner Darstellung. Später hat sich M. SCHMIDT (20) nochmals bei der Schilderung des Scheffauer Gletscherkopfs mit der Diluvialgeologie des bayerischen und österreichischen Rotachtals beschäftigt. BLUMRICH (3) hat noch neuerdings diesem Tal und dem eigentümlichen hydrographisch gegenfälligen Netz pliozäne Entstehung zugesprochen. Demnach hätten erst die mehrfachen Vergletscherungen dem Rotachtal sein heutiges umgekehrtes Gefälle zum österreichischen Seeufer hin gegeben, eine Meinung, die auf der „relikitären“, dem SE-Talgefälle entgegengesetzten NE-Fließrichtung der Nebenbäche beruht. Ich möchte ergänzend auf die augenfällige Tatsache hinweisen, daß die Talböden im oberen Rotachtal bei Weiler viel breiter und ausgeglichener sind als weiter unten, wo sich nicht nur die Rotach viel tiefer einschneidet, sondern wo auch die seitlichen Berghänge viel enger zusammenrücken und die im breiten, fast ebenen Oberlauf mäandrierende Rotach, unten schluchtartig erodierend, auf die eigentliche Talgestaltung kaum einen Einfluß hat.

Trotz allen diesen Vorarbeiten ist unsere Kenntnis von den Abzweigungen des Rheingletschers ins Allgäu und in den Bregenzer

Wald noch sehr lückenhaft und bedarf sehr einer genaueren Durch-
 arbeitung, doch genügen sie schließlich für die Einordnung und
 stratigraphische Klärung der Lage des Ellhofener Blocks.

Die von der westlichen Hauptströmungsrichtung des rhein-
 talischen Vorlandgletschers abweichenden Zungen im Pfändergebiet:
 Laiblachgletscher am Westhang, Rotachgletscher an der Ostseite
 und die kleineren Nachbarn im Bregenzer Wald mußten wohl wegen
 der direkten Fortsetzung der Talströmungslinien eine ziemliche Kraft
 besitzen. Das beweist nicht nur die Tatsache ihrer enormen Gefälls-
 überwindung in den am Pfänder entlang ins bayerische Allgäu auf-
 steigenden Talböden, sondern auch ihre relativ lange Erhaltung
 in den späteren Würmstadien. Die Laiblachgletscherzunge lag noch
 am Pfänder, als sich das Bodenseeis schon ganz in die Bregenzer
 Bucht zurückgezogen hatte und es ist zu vermuten, daß es sich im
 tief eingeschnittenen Rotachtal noch mindestens ebenso lange hielt.

Die seltsame Tatsache, daß ein Teil des Rheingletschers über
 die Dornbirner Molassehöhen quoll — wie er auch den gegenüber-
 liegenden Altstätter Molassesporn im St. Gallischen überflutete —
 und daß er am Südsteilhang des Pfänders bei Kennelbach und am
 Gebhardsberg abprallte und hinter dem Pfänder talaufwärts weiter-
 floß, das will BLUMRICH (1) durch die Sperrwirkung der niedrigen
 Molasserippe des Riedersteins erklären, welche südlich Bregenz
 quer zum Streichen des Pfänderzuges vor dem Rheintalausgang liegt.
 Sie mag bei Beginn der Würmvereisung und bei den späteren Rück-
 zugsstadien eine gewisse Rolle als Anstoß oder Anlaß zu der Gletscher-
 bifurkation gegeben haben, aber mehr zu sagen halte ich bei der
 geringen heutigen Meereshöhe des Hügelzugs, auch die seitherige
 Aufschotterung zugerechnet, nicht für berechtigt. Möglich, daß
 auch in der Ausräumung des Laiblachtals der fazielle Wechsel des
 anstehenden Obermiozäns vom Pfänder-Nagelfluhhärtling zu weichen
 Molassesandsteinen die morphologische Entwicklungsgeschichte be-
 stimmt hat. — Wir sprechen im folgenden nur von der Würmeis-
 zeit, denn älteres Diluvium ist im Pfänderumkreis nur vermutet.
 Die morphologisch-geologische Lage des Findlings wird sein würm-
 zeitliches Alter beweisen und die Schilderung seiner weiteren Trans-
 portgeschichte ermöglichen.

Eingangs wurde erwähnt, daß ein ziemlich geschiebereicher
 Mergel den Findling überlagert bzw. bedeckte (p. 615). Jener
 gehört einem N—S langgestreckten flachen Moränenzug an, den
 man von der Rotach und der Kleinbahn Röthenbach—Weiler
 aufsteigen sieht, der aber nach seiner Westaußenseite nicht
 den erwarteten Steilabfall zeigt, sondern ziemlich eben, terrassen-
 förmig zu einem weiteren parallelen kuppenförmigen Wall auf
 größerer Höhe hinüberzieht. Das ist auch bei den meist ziemlich
 zertalten Endmoränenzügen im unteren Rotachtal ganz ähnlich,
 die Vorfelder sind dann meist vermoort. Dieser äußerste höchste

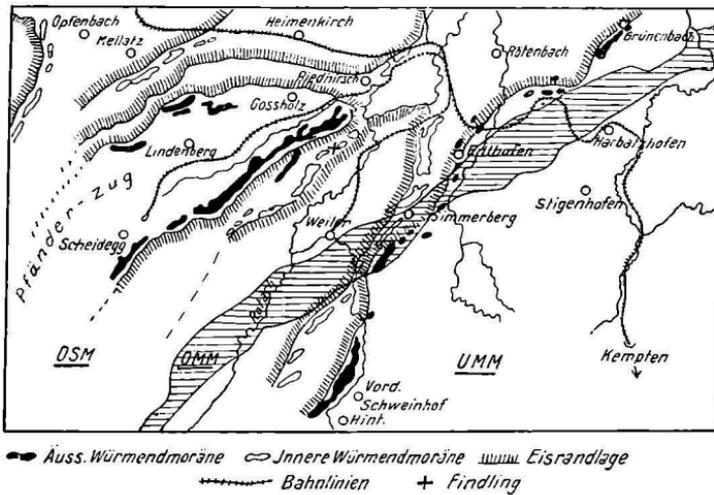


Abb. 6.

Moränenzug ist nichts anderes als die von M. SCHMIDT erkannte ältere Jugendmoräne, die hier im Pfändergebiet doppelt auftritt. Da die letzte Eiszeit nach allen Annahmen (BLUMRICH, M. SCHMIDT) die höchsten Pfänderhöhen als Nunatak freilieB und das Eis des Laiblachgletschers mit dem der Rotachzunge sich nach der Gabelung vor dem Pfänder auf seiner Leeseite bei Röthenbach wieder vernährte, muß also dem äußeren Endmoränenzug, der sich von Isny im Schwäbischen Allgäu über Riedholz, ob Ellhofen und Simerberg nach Hinterschweinhof ins Österreichische zog, ein in sich gleichalteriger Kranz rings um den Pfänder, wenigstens an seiner Stromschattenseite entsprechen. SCHMIDT hat ihn eingezeichnet, er läuft unterhalb Scheidegg und Lindenberg auf dem rechten Rotachtalgehänge und biegt dann bei Goßholz um, um dem West-Pfänderhang wieder nach S in ziemlicher Höhe zu folgen.

Dann zog sich das Eis vom Schaffhausener Stadium auf das Singener Stadium der Inneren Jungendmoräne zurück, die Wiedervereinigung der durch den Pfänder getrennten Stromteile bestand da schon nicht mehr, nur die beiden in Pfänderlee benachbarten Gletscherzungen bauten noch gemeinsam an der großen Röthenbach—Auers-Endmoräne, deren kiesig-fluvioglaziale Struktur auch diesen Ursprung verrät. Der innere Moränenkranz läuft im Rotachtal oberhalb Weiler wenig tiefer und parallel nahe dem älteren äußeren, die Dörfer Ellhofen und Simmerberg liegen auf einer Aufschüttungsterrasse gerade zwischen beiden Moränenzügen. Dort hat schon M. SCHMIDT die Absätze der zur Iller entwässernden Stauschmelzwässer erkannt, drüben auf der rechten Talseite ist die oben beschriebene versumpfte schmale Ebene westlich des Moränenzuges, in dem der Findling begraben liegt, das entsprechende Terrassenstück.

Die weiteren Rückzugsstadien des Gletschers das Rotachtal hinab kommen für unser Problem nicht weiter in Frage und sind z. T. wegen des mangelhaften Kartenmaterials auch ziemlich unbekannt. Nach SCHMIDT's Auffassung ist der $2\frac{1}{2}$ m tiefe schöne Scheffauer Gletscherkopf bei einer Endmoränenlage nahe der bayerisch-vorarlbergischen Grenze von den Schmelzwässern ausgestrudelt worden. Er liegt in einer ziemlich festen Lage der miozänen Austernnagelfluh der OMM. (Ob. Meeresmolasse). Es muß sich aber um ein subglaziales Strudelloch handeln, denn ursprünglich lag ein dünner Schleier von Grundmoräne auf der berühmten Stelle. Im allgemeinen weist das Rotachtal, wie Begehungen ergaben, mehr deutlich entwickelte Ufer- als Endmoränen auf, die Querbildungen sind schon ziemlich zertalt. Oberhalb Weiler zieht ein schwacher Zug von Buch und Hammermühle nach Moos hinüber, bei dem Marktflücken selber sind an der linken Tal-, also rechten Gletscherseite, kuppige Flankenmoränen entwickelt. Bei Bad Siebers hat sich die Rotach in eine schöne Querlage einerodiert. An der Landesgrenze liegen prachtvolle Endmoränenwälle über das Tal, bei Neuhaus und bei Hueb, allerdings täuschen die jungen Talrisse der Pfänderbäche zuweilen Wallbildungen vor. Die Langener Kirche im Österreichischen steht wieder auf kuppiger Grundmoräne. Die Verbreiterung der Talböden gegen den Oberlauf der Rotach wurde schon erwähnt, ein Gegenstück dazu sind die Steilabhänge in der Molasse, die nur im Unterlauf auftreten. Die Rotach selber hat sie nicht verursacht, denn sie fließt tief unten in einer Schlucht mit starkem Gefällsknick der Bregenzer Aach zu, die Felswände finden sich nur an den Prallstellen des Eises, zuerst vom Gebhardsberg bis Langen auf der Pfänderseite am rechten Talgehänge, dann macht der Talzug einen Knick mehr nach N zu, und von da ab geht das Steilgehänge auf die andere Talseite nach Thal und Sulzberg zu über, bis es sich im bayerischen Tal verflacht. THOMAS (22), der die Stratigraphie und Tektonik der dortigen Molasse festgelegt hat, hat keine tektonische Erklärung für dieses Verhalten gegeben.

Uns genügen vorläufig diese Feststellungen, es mag uns interessant erscheinen, daß das kleine, noch kaum bekannte Rotachzweigbecken des Rheingletschers gleich zwei im Alpenvorland doch ungewöhnlich schöne glaziale Phänomene birgt: die Scheffauer Gletschermühle und den Ellhofener Bergsturz-Findling.

Es wurde gezeigt, daß der Findling in der Inneren Jungendmoräne liegt, also in der Würmeiszeit abgelagert wurde. Nun ist zu überlegen, ob er zur Zeit ihrer maximalen Ausdehnung, vorher oder während einer späteren Stillstandslage dahin transportiert wurde. Es steht nur eines fest: nach dem Singener Stadium kann sein Absatz nicht mehr erfolgt sein, denn dessen Grund- bzw. Endmoräne bedeckte den Block. Einer älteren Vereisung kann man die Ablagerung nicht zuschreiben, denn dafür ist das hangende Diluvium zu geringmächtig. Im übrigen ruht das Würmglazial fast durchweg in der ganzen Gegend direkt auf den drei Molassestufen, wie man in den tiefeingeschnittenen Tobeln beobachten kann. Deren Grenzen sind durch THOMAS festgelegt (22) worden, früher hat ERB (5) Molasseprofile auch aus der Ellhofener Gegend beschrieben. Durch diese beiden Arbeiten sind wir über die ausschließlich tertiäre Unterlage im Rotachgletschergebiet völlig sicher unterrichtet, was oben schon gelegentlich der einwandfreien Feststellung der erratischen Natur des Ellhofener Kalkbruchs angedeutet wurde. Ein Eingehen auf die Molassegeologie an dieser Stelle erübrigt sich, wir hätten dem Bekannten auch nichts Neues zuzufügen und was für die vorliegenden Fragen nötig ist, sieht man aus der Karte 6.

Die zeitliche Einordnung des Transports und der Ablagerung in die Phasen der Würmeiszeit ergibt sich aus der genaueren Betrachtung des Transportweges. Der oberste Gletschersaum, der aus der Verbindungslinie von Endmoränen, Seitenmoränen und hochgelegenen Erratika im Zehrgebiet und den höchsten Glazialformen im Nährgebiet rekonstruiert wird, weist im Rheingletscherzug verschiedene Gefällsbrüche auf, die durch die Neigungswinkel des Untergrundes und durch die Abschmelzungsvorgänge im Vorland bedingt sind. Das mittlere Gefälle der Eisstromoberfläche in der Würmzeit betrug von Chur bis Sargans $15,6 \text{ ‰}$, von da bis zur Einmündung des Montafoner Gletschers am Illtalausgang vor den Dreischwestern 14 ‰ , bis zur Alpengrenze $12,5 \text{ ‰}$, dann nimmt es auf ca. 6 ‰ ab, zum Bodensee und darüber hinaus, nur in den Pfänderzweigungen nimmt das Gefälle wieder zu (vgl. p. 653). Der Findling geriet also nie in die der Eisflächenverbreiterung entsprechende Zone geringen Gefälles und langsamen Fließens, wo wohl sein Einsinken und die Zerstörung unvermeidlich gewesen wäre.

Auf den Nordausläufern der Dreischwestern stand das Eis bei ca. 1500 m, da die Rheintalsole sich von ihrer heutigen Ebenheit nicht allzusehr unterschieden haben wird, und die Eishöhe bei Sargans noch 1700 m hält, erst bei Chur die Schilffgrenze am Calanda

auf 2100 m anschwillt, so können wir am Westhang des Rhätikons etwa die gleiche Eishöhe annehmen. Das Ostufer lag also im N hart unter den steilen Bergkämmen des Hauptdolomits, im S des Bargellenjochs in Höhe der mittleren Trias. Der Grat von den Dreischwestern (2055 m) zum Garsellakopf (2124 m) über die Gaflei (1984 m), den Gipsberg (1999 m) und den Pilatus (1704 m) zieht genau parallel dem Rheintalrand nur in einer durchschnittlichen Luftlinienentfernung von 3—4 km hin. Daraus ist der jähe Abfall der Kalkalpendecke über der Flyschunterlage des Talrandes klar ersichtlich. Nach dem Maximalstand des Schaffhausener Stadiums stand der ohnehin tiefer liegende rechtsseitige Eisrand etwa in der Höhe der Dolomitfetzen auf dem Triesner Berg. Daß wir weniger an Abscherung denken, als bei den Frost- und Schmelzwirkungen des eiszeitlichen Klimas eher an einen Bergsturz von den Steilwänden des Hauptdolomits im N des Bargellenjochs oder an einen Bergschliff auf der plastischeren Flyschunterlage des Triesner Bergs im S der Hauptquerverwerfung, wurde schon gesagt. Die Eisrandhöhen in der Zeit des Singener Stadiums stimmen ausgezeichnet zu dieser Auffassung, die ja bei der Schroftheit der Abfälle nur allzu nahe liegt. Die rechtsseitige Ufermoräne nahm dann die Massen auf und schob sie bis vor die Riederstein-Pfänderschwelle, wo sie mit den äußersten flankierenden Stromfäden des Eises wohl schon vor dem Pfändersporn bereits hinter Dornbirn in der Richtung des Rotachzweiges abbogen.

Daß es sich tatsächlich um „Absturzmassen“ und nicht um einen vereinzelt Findling gehandelt hat, beweist nicht nur der Geröllmantel, der den Block umgibt, denn der wäre ja auch mit der intensiven Abwitterung und mit der mechanischen Kraft des Eises während des Transports erklärbar. Mehr wird die Streuung des analogen Geschiebematerials in weiterem Umkreis zeugen. Es ist sicher anzunehmen, daß die Kalkmassen nicht in das Eis einsanken, denn sonst wären die Ausmaße des Geschiebes nicht erklärlich, es wäre zerrieben und zertrümmert worden (das spricht auch gegen Abscherung). Nur einzelne Teile fielen den Transportumständen und den Atmosphärien unterwegs zum Opfer. Es müssen nicht geringe Mengen gewesen sein, die aber zum guten Teil schon von vornherein getrennt vom Hauptblock auf die Obermoräne gestürzt sein mögen. Wenn der „Kleine Fels“ tatsächlich gar keinen Zusammenhang mit dem „Großen Fels“ im Untergrund haben sollte, so ist er sicherlich erst beim Absatz oder kurz vorher abgespalten, unterwegs wären die beiden Teile doch weiter getrennt worden. Für die schon von der Ursprungsstelle des Findlings an begleitenden Gesteinstrümmern nun einige Belege.

Die äderigen Kalke von Ellhofen und von den Dreischwestern sind im übrigen Rheingletschergebiet, besonders im Bodenseevorland, keine Leitgeschiebe. Anders aber im Rotachzungenbecken. Am

Pfänderabhang zum Rotachtal fand ich zwischen Bromatsreute und Oberstein direkt an der bayerisch-österreichischen Grenze drei nuß- bis faustgroße Geschiebe, die völlig dem Ellhofener Gestein entsprechen. Sie müssen ihrer Meereshöhe nach (ca. 800 m) bei einem ziemlich mächtigen Eisstand, etwa gerade dem Singener Stadium, abgelagert worden sein. Der Höhenlage nach wurden sie also auch gleichzeitig abtransportiert und nur früher wie der große Block am Pfänderufer randlich abgestreift. Ihre Kleinheit und der abgerollte Zustand spricht allerdings dafür, daß sie schon in die Grundmoräne geraten waren. Im Talboden selber fanden sich prachtvolle gekritzte entsprechende Geschiebe in allen Größen in der Endmoräne, die bei Neuhaus die Straße kreuzt. Auf österreichischem Boden kann man die gleichen Stücke im Geschiebemergel stecken sehen, der den Moränenwall des Langener Kirchbergs aufbaut. Bei weiterem Suchen würde man zweifellos auch an anderen Stellen des rückliegenden Rotachtals das unserem Findling entsprechende Gestein als Leitgeschiebe finden. Das Ergebnis bestätigt unsere Auffassung von der Bergsturz Natur des Ellhofener Erraticums wesentlich.

Die Bachbetten der Rotach im Oberlauf, des Mühlbachs und Angerbachs sind voll mit kopfgroßen Geschieben und großen Blöcken des weißlich-versprengten Kalkdolomitgesteins. In einer Schottergrube (äußerster rechter Rand Meßt.-Bl. Weiler, Bayer. 825) am Wege von Auers nach Weiers, ebenso in einer bei Schröckenmanklitz, sind fluvioglaziale geschichtete Feinsande mit hangender Grundmoräne aufgeschlossen, die teilweise regelrechte Blockpackung mit Geschieben bis zu 1 m Durchmesser enthalten. Neben kleineren zentralalpinen und miozänen Geröllen sind $\frac{3}{4}$ der Gesteine die gesuchten Triaskalkdolomite! In einem Steinbruch bei Steinegaden nördlich Röthenbach bestand der größte Teil der Geschiebe aus schwarzen Findlingskalken oder Rauhbacken aus den dem Hauptdolomit benachbarten Raibler Schichten. Die Wegebeschotterung der ganzen Gegend hier an der Nahtstelle des Rotach- und Laiblachzweigbeckens mit ihren überwiegend schwarzgrauen weißgeäderten Kalken sei der letzte Hinweis auf die Massenhaftigkeit des Vorkommens vom kleinen Kiesel bis zum mächtigen Block und zum Riesenfindling. Alles das zeigt immer eindeutiger die Herkunft der Ellhofener Kalkgeschiebe von einem Absturz aus dem Liechtensteiner Rhätikon.

Die Frage des Zeitpunkts der Ablagerung ist mit der Tatsache der Einbettung in den inneren Jungendmoränenkranz noch nicht endgültig beantwortet. Die Bedeckung mit Grundmoräne gibt nur einen Anhaltspunkt. Allerdings läßt sich das heute nur noch an den randlichen Teilen mit Sicherheit feststellen, für eine zuverlässige Deutung wäre es wichtig gewesen, zu erfahren, ob die zentrale hochragende Partie des Findlings nur von seinem eigenen Schutt oder wenigstens zu beträchtlichen Teilen auch von Geschiebemergel bedeckt war. Das aber ist nicht mehr klar zu bekommen. Die übrigen

Geschiebevorkommen liegen nun, soweit bekannt, auch nicht außerhalb der inneren Würmmoräne, bei der engen Verknüpfung der Rückzugsstadien im Rotachtal ist das aber nicht ganz sicher. Wir kommen deshalb bis zu einer genaueren Spezialkartierung, mit der es wohl noch gute Weile hat, zu folgendem Resultat.

Das Oberflächengefälle des Rheingletschers, das westlich des Pfänders etwa $6 \frac{0}{100}$ zur Zeit der Maximalausdehnung betrug, steigerte sich durch das Aufsteigen durchs Rotachtal ins Allgäu bis auf $13 \frac{0}{100}$. Die Mächtigkeit des Eises, die bei Bregenz noch etwa 600 m betrug, muß also auf dem 26 km langen Weg vom Gebhardsberg bis zur Röthenbacher Endmoräne ganz außerordentlich abgenommen haben. Da an den Randpartien der Zunge sowieso noch eine kräftige Steigerung des Oberflächengefälles anzunehmen ist, wie auch an den heutigen Gletscherenden, so ist die Ablagerung des Findlings etwas hinter der Inneren Jugendmoräne etwa so vorzustellen: Der Block wurde von der rechtsseitigen Obermoräne während der Rückzugszeit vom Schaffhausener auf das Singener Stadium, vielleicht auch erst während dieser Stillstandslage bis kurz vor den Eisrand getragen. Hier aber geriet er bei ganz abgeschwächter Schubkraft des Eislobus auf dessen abfallenden Rand und schmolz ein. Die Wirkung der Insolation am Eisrand auf den kompakten Kalkblock mag nicht gering gewesen sein. Nur ein Teil der lockeren Bergsturzmassen wurde noch etwas weiter verfrachtet und hat dann einen wesentlichen Anteil an der Zusammensetzung der eigentlichen Endmoräne. Das abschmelzende Eis, das sich in das Becken von Weiler zurückzog, ließ dann noch einen dünnen Schleier von Grundmoräne über den in der linken Seitenmoräne der Rotachzunge abgesetzten Riesenfindling liegen.

Die Tatsache des Ferntransports der Bergsturzmassen auf der Eisoberfläche möge durch einen Bericht F. NANSEN'S vom Murraygletscher auf Spitzbergen verständlicher gemacht werden. (Lit. 14, p. 105). „Unter den größeren Steinen auf der Oberfläche des Gletschers sah man in Bildung begriffene Erhöhungen im Eise.“ Daß diese Blöcke eher herauf froren als hinabschmolzen, erklärt er durch die große Wärmeleitung und die im Verhältnis zum umgebenden Eisschnee schnellere Abkühlung der Gesteinsunterseite, wodurch immer neues Kondensationseis sich hier bildet, während Schmelzvorgänge sich anderseits auf seine Umgebung beschränken.

Diese Grundmoränendecke hätte den Block dem Menschen wohl für immer verborgen, wenn nicht die oberste Kuppe und der umgebende abgebröckelte Gesteinsmantel Anlaß zur Kalkbrennerei geworden wäre. Wir haben deshalb keinen Grund, die teilweise Zerstörung des größten Findlings der Alpen und vielleicht aller diluvialen Vereisungsgebiete durch die ehemalige blühende Westallgäuer Kalkindustrie allzusehr zu bedauern, denn ohne den Abbau im Steinbruchbetrieb wäre der Ellhofener Kalkdolomitblock wohl überhaupt unbekannt geblieben.

Den Naturschutzbestrebungen, die von den Lindauer Behörden und einzelnen heimatliebenden und tatkräftigen Allgäuern eingeleitet worden sind und die ein schönes Vorbild in der Erhaltung des benachbarten Scheffauer Gletschertopfs sehen, ist trotzdem im Rahmen der Möglichkeiten voller Erfolg beschieden gewesen.

Den ungefähren Zeitpunkt für das Singener Stadium des Rheingletschers, also der Inneren Jungendmoräne des Rotachzweigbeckens, setzen wir heute auf die Zeitspanne von 74 000—66 000 v. Chr. (= Eiszeit IV b nach SÖRGEL-MILANKOVITCH, = Würm II). Das wäre also auch etwa die Zeit der Ablagerung des Findlings. Er hat vom liechtensteinischen Rhätikon, ob Vaduz gerechnet, bis nach Moos bei Ellhofen einen Transportweg von etwa 65 km hinter sich. Genaue Angaben über die Zeitdauer des Transports lassen sich nicht machen, obwohl mit einem durchschnittlich gleichbleibenden Gefälle der rechten Ufermoräne von 12—13 % zu rechnen ist. Eine ungefähre Vorstellung vermitteln wenigstens die Angaben der minimalen Grenze — heutige Alpengletscher mit Jahresgeschwindigkeiten von 40—200 m — und der maximalen Grenze, nämlich der Jahresbewegung der wegen ihrer Mächtigkeit viel eher vergleichbaren Ausläufer des grönländischen Inlandeises mit ca. 6 km.

Die Widerstandsfähigkeit des spröden harten Kalksteins gegen die enorme Beanspruchung durch den Eistransport interessiert als ein natürlich nur cum grano salis vergleichbarer Hinweis auf die hohen Beanspruchungsmöglichkeiten in bezug auf Druck- und Zugfestigkeit der alpinen Keupergesteine, welche im Großen Gegner der Deckentheorie, wie MYLIUS, den spröden Triaskalken nicht zutrauen wollten.

Diese Beziehung zu einem unserer landschaftlich schönsten und geologisch interessantesten Alpengebiete war ja bei dieser Beschreibung des Allgäuer Bergsturzfindlings wissenschaftsmethodisch reizvoller als die Beschreibung der Größe des Fundes an sich. Erst die Möglichkeit, als Heimat des Riesenfindlings im bayrischen Allgäu das tektonisch klassische Dreischwesternmassiv am Stirnrand der rhätischen oberostalpinen Schubdecke zu bestimmen, gab das Recht, diesem bisher größten Errati um des Diluviums eine solch ausführliche — und, wie ich hoffe — beweiskräftige Darstellung zu widmen.

Literatur.

1. 1921. BLUMRICH, J., Geologie des Ölrains und Riedersteins. Schr. Bodenseegeschichtsverein. H. 49.
2. 1924. — Grundriß einer Geologie Vorarlbergs. Volksschr. d. „Heimat“. H. 1.
3. 1928. — Geologie des Rotachtals. „Heimat“. H. 1. Dornbirn.
4. 1927. v. BÜLOW, K., Mitteilung über das größte norddeutsche Sedimentärgeschiebe. Sitzber. Preuß. Geol. L.A. H. 2.
5. 1922. ERB, L., Zur Stratigraphie und Tektonik der Allgäuer Molasse. Geognost. Jh. Jg. XXXV.

6. 1927. GUBLER, J., Études géologiques dans le Vorarlberg Central. Vincennes.
7. 1883. HEIM, ALB., Der alte Bergsturz von Flims. Jahrb. schw. Alpencl. XVIII.
8. 1895. — Der diluviale Bergsturz von Glärnisch-Guppen. Vierteljahrsschr. Naturf. Ges. Zürich. Nr. 4.
9. 1919. — Geologie der Schweiz. Bd. I. Leipzig.
10. 1927. HERITSCH, Die Deckentheorie in den Alpen. SOERGEL's Fortschr. d. Geol. u. Pal. Berlin.
11. 1906. HOEK, H., Das zentrale Plessurgebirge. Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. Br. Bd. XVI.
12. 1906. KNAUER, J., Geologische Monographie des Herzogstand-Heimgarten-Gebietes. Diss. München.
13. 1912. MYLIUS, H., Geologische Forschungen an der Grenze zwischen Ost- und Westalpen. Teil I. München.
14. 1922. NANSEN, F., Spitzbergen. Leipzig.
15. 1905. PENCK, A. und BRÜCKNER, E., Die Alpen im Eiszeitalter. Bd. II.
16. 1859. v. RICHTHOFEN, F., Die Kalkalpen von Vorarlberg und Nordtirol. Jb. d. Geol. R.A. Wien. Bd. X.
17. 1900. ROTHPLETZ, A., Geologische Alpenforschungen. Bd. I. Das Grenzgebiet zwischen den Ost- und Westalpen und die Rhätische Überschiebung. München.
18. 1902. — Das Gebiet der zwei großen rhätischen Überschiebungen zwischen Bodensee und Engadin. Sammlg. geol. Führer X. Berlin.
19. 1911. SCHMIDT, M., Rückzugsstadien der Würmvergletscherung im Argengebiet. Schr. Bodenseegegeschichtsverein. H. 40.
10. 1912. — Über einen Riesengletschertopf bei Scheffau. Zeitschr. D.Ö. Alpenver.
21. 1898. TARNUZZER, CHR., Die erratischen Schuttmassen der Landschaft Churwalden-Parpan. Jb. Naturf. Ges. Graubünden. N. F. XLI.
22. 1926. THOMAS, H., Stratigraphie und Tektonik der Allgäuer Molasse nördlich vom Weissach- und Alpseetal. N. Jb. f. Min. etc. Beil.-Bd. LV. Abt. B.
23. 1929. WASMUND, E., Der größte Eiszeitfindling Europas im Allgäu. Bl. f. Natursch. u. Naturpfl. Bayerns. 12. Jg. H. 1/2. München.
24. 1929. — Klimaschwankungen in jüngerer geologischer Zeit. Handb. d. Bodenlehre ed. E. BLANCK. Bd. II. Berlin.