

Umschmelzungen von Biotiten, Amphibolen usw. führen zu einer Opazitbildung, wie sie in den eben erörterten Fällen wohl kaum je beobachtet worden sein dürfte. Hingegen ist eine solche korrosive Umformung, wie sie die Biotite beider Gruppen zeigen, ein Lösungsphänomen, wie es auch normalen Ergußgesteinen nicht fremd ist (anatolische Trachyte usw.). Da handelt es sich aber sehr wahrscheinlich nicht um trockene und an lösenden Reagenzien arme Laven. Und gerade dies muß man auch bei der Erklärung der an den Pseudotachylyten und Sueviten zu beobachtenden strukturellen und mineralogischen Verhältnisse heranziehen.

Vom Standpunkt der Mineralfazies aus gilt für beiderlei Gesteinsgruppen:

Sie streben aus dem Zustand präexistenter, vollkristalliner Grundgebirgsgesteine unter Beanspruchung mit den Angriffsmitteln der Pyrometamorphose, bzw. der Ergußzone dem Zustand eines Ergußgesteines zu. Ihr Stoffbestand wird jedoch durch Abkühlung bereits wieder mineralisch fixiert, bevor das Gleichgewicht irgendeiner „pyrometamorphen“ oder „Ergußfazies“ (im Sinne der Fazieslehre Eskolas) erreicht worden ist. Daher findet man in ihnen so viele Reste von Protogenen, so viel Glas und so wenig und so schlecht individualisierte kritische und typische Mineralien der Ergußfazies. Daher ist auch weder von einer guten Syntexis noch von einer Differentiation etwas zu sehen.

Graz, Jänner 1931.

Mineralogisch-Petrographisches Institut der Universität.

**Josef Blumrich** (Bregenz). Wie kam der eiszeitliche Laiblachgletscher zustande?

Von vornherein kann es keinem Zweifel unterliegen, daß der eiszeitliche Laiblachgletscher der östliche Zweig des großen Rheingletschers war, der das 7—10 km breite Rheintal südlich vom Bodensee erfüllte. Nur ist es auffällig und nicht ohne weiteres verständlich, warum der Laiblachgletscher im Alpenvorland bei Bregenz sich vom Stamm des Rheingletschers loslöste und eine so ausgesprochene Selbständigkeit zu entfalten vermochte. Dieser Gedanke hat schon M. Schmidt (1) beschäftigt, der in dem Zweigbecken der Laiblach eine ganze Reihe von Randalagen der Rückzugsstadien dieses Gletschers feststellen konnte. Das letzte dieser Stadien ist im kleinen Zungenbecken der Feldmoosmulde am Ölrain bei Bregenz (2, 3) erhalten, ein älteres, nicht so gut ausgeprägtes in der Moränenstufe zwischen Hörbranz und Diezlings und das nächst ältere und letzte auf Vorarlberger Boden in einem gut entwickelten Zungenbecken in Hohenweiler (4), das von einem deutlichen Moränenwall umsäumt wird, dessen Stirn die Kirche und einige Häuser dieser Ortschaft trägt. „Wie es kam,“ sagt M. Schmidt, a. a. O., Seite 49, „daß das viel unbedeutendere Becken der Laiblach (im Gegensatz zum weiten Schussenbecken) so deutlich bis zuletzt einen ausgezeichneten, selbständig soweit vorspringenden Gletscherzweig beherbergte, liegt weniger auf der Hand.“ Er suchte den Grund hiefür einestheils in dem durch die gefällsreichen Pfänderbäche tiefer eingeschnittenen Laiblachbecken, andernteils in der

fächerförmigen Ausbreitung des Gletschers außerhalb des ihn beengenden Rheintales. Die geologischen Verhältnisse bei Bregenz waren damals Schmidt nicht näher bekannt, daher vermutete er die Ursachen für die Entstehung des glazialen Laiblachbeckens weiter im N.

Als ich daranging, die geologischen Verhältnisse des Riedersteins und Ölrains bei Bregenz genauer zu ergründen, erkannte ich die 1 km breite und jedenfalls recht tief reichende Mulde im Feldmoos, die den Riederstein vom Gebhardsberge trennt, als letztes Zungenbecken des schwindenden Laiblachgletschers. Ich erblickte im Vorhandensein des Riedersteins und der bis auf unbekannte Tiefe mit Alluvionen aufgefüllten Feldmooslücke die Gründe für das Zustandekommen des Laiblachgletschers; er erscheint nach dieser Auffassung vom Stamm des Rheingletschers durch den Molasseriegel des Riedersteins abgespalten.

E. Wasmund (5) äußert Bedenken gegen diese Erklärungsweise, indem er a. a. O. auf Seite 647 schreibt: „Die seltsame Tatsache, daß ein Teil des Rheingletschers . . . am Südsteilhange des Pfänders bei Kennelbach und am Gebhardsberg abprallte und hinter dem Pfänder talaufwärts floß, das will Blumrich durch die Sperrwirkung der niederen Molasserippe des Riedersteins erklären, welche südlich von Bregenz quer zum Streichen des Pfänderzuges vor dem Rheintalausgang liegt. Sie mag bei Beginn der Würmvereisung und bei späteren Rückzugsstadien eine gewisse Rolle als Anstoß und Anlaß zu der Gletscherbifurkation gespielt haben, aber mehr zu sagen halte ich bei der geringen heutigen Meereshöhe des Hügelzuges, auch die seitherige Aufschüttung zugerechnet, nicht für berechtigt.“ Er möchte die Ausräumung des Laiblachbeckens eher durch den faziellen Wechsel des anstehenden Obermiozäns vom Pfänder-Nagelfluh-Härtling zum weichen Molassesandstein bestimmt annehmen.

Nachdem ich das Buch von B. Eberl (6) „Die Eiszeitfolge im nördlichen Alpenvorlande“ gelesen habe, muß ich die Bedenken von Wasmund als berechtigt zugeben, doch behält meine Erklärungsweise bis zu einem gewissen Grade ihre Gültigkeit, wenn auch in wesentlich veränderten Sinne. Wie sich des weiteren ergeben wird, steckt in meiner Begründung ein Denkfehler, insofern als hier Ursache und Wirkung verwechselt erscheinen. Die Schwierigkeit bei der Erklärung des Zustandekommens des Laiblachgletschers wird nämlich behoben, wenn wir den Gedankengängen Eberls folgen, die er bei eingehendem Studium der Beckenräume und Beckenrinnen auf der Lech-Ilser-Platte gewonnen hat. Besonders klar liegen die Verhältnisse im Alpenvorland des glazialen Illergletschers. Dieser hat zwar die ihm entgegenstehenden Molassezüge zu Becken abgeschliffen, jedoch nicht gleichmäßig; es lassen sich vielmehr gewisse Stoßrichtungen nachweisen, längs deren die Abtragung an den Querriegeln besonders wirksam war, so daß tiefere Beckenrinnen entstanden. Der Illergletscher ging aus fünf Wurzelströmen hervor, die im engen Alpentor anscheinend zu einem geschlossenen Eisstrom verschmolzen wurden. Im flachen Vorland jedoch teilte sich der Eisstrom wieder in fünf Eisstromlinien, die in gesonderten Beckenrinnen nach N strebten. Jede dieser Beckenrinnen besitzt ihre eigenen

Wallmoränen, welche eine randliche Lappung des Eisschildes zur Voraussetzung haben.

Es wird angezeigt sein, wenn ich einige Sätze der klaren Ausführungen Eberls im Wortlaut anführe, sie werden die Tatsachen, auf die es hier ankommt, am besten beleuchten.

Seite 136: „Zahlreiche Einzelbeobachtungen führen immer wieder zu der Auffassung, daß prinzipiell die Erhaltung von Aufragungen des tertiären Untergrundes an einem bestimmten Platze zum großen Teil durch die bestimmte Richtung der Stromlinien verursacht erscheint und nicht umgekehrt. Diese Beobachtungen gewinnen ein entscheidendes Gewicht dadurch, daß nicht nur im Vorlande die Stromlinien sich nie überschneiden, sondern daß auch die Ursprungskomponenten des Wurzelgebietes in der Zusammendrängung eine solche Überschneidung und Vermischung nicht erfahren, daß also das Zusammenwachsen zu einer homogenen Eismasse im Alpentor nur ein scheinbares ist, wie die Materialführung der Stromlinien vor dem Alpentor bestimmt erweist.“

Seite 137: „Der mächtige Seitenast des Ostrachtals macht sich nach der Zusammenpressung im Alpentor wieder selbständig und schafft als Gänztalzung das Wilpoldsrieder Becken.“

Seite 138: „Der Eisfächer eines Vorlandgletschers ist also nicht homogen, sondern besteht aus einzelnen Eisströmen mit weitgehend selbständiger Bewegung, die nach außen radial divergieren als getrennte Zungen, welche die Zweigbecken füllen und schaffen.“

Wenden wir nun diese Erkenntnisse auf unseren Fall an, wozu wir um so mehr Berechtigung haben, als es sich bei uns wie im Illerbecken um Molassegebirge handelt, das von der glazialen Erosion betroffen wurde. Wir fassen zunächst die Zeiten der Gletschervorstöße und Rückzüge ins Auge, während deren der Rheingletscher, als Ganzes betrachtet, in der von ihm nach Möglichkeit vertieften und verbreiterten Rheintalrinne noch bequem Platz fand. Der große Rheingletscher erhielt an seinem rechten Ufer durch den Illgletscher einen recht ansehnlichen Zufluß. Dieser schloß sich zwar lückenlos an die Eismassen des Rheingletschers, ging aber nicht völlig in ihm auf, wie die bisherige Meinung war, sondern bewahrte sich seine Selbständigkeit, die jedoch erst beim Eintritt ins Alpenvorland zur Geltung kam.

Wenn wir fragen, warum die beiden Gletscher, anscheinend entgegen dem Gesetz der Regelation des Eises, nicht zu einer einheitlichen Eismasse verschmolzen, so liegt die Erklärung offenbar darin, daß ihre Geschwindigkeit eine verschiedene war. Der Rheingletscher besaß, entsprechend seinem größerem Nährgebiete, die größere Geschwindigkeit, der Illgletscher die kleinere. Da die Eismasse eben keine einheitliche war, konnte ein verhältnismäßig geringfügiger Anlaß wieder zur Trennung der beiden Gletscher führen. Der Illgletscher bildete immer den rechten Saum des Rheingletschers und grub sich in seiner Stromrichtung am Fuße des Molassegebirges seine eigene Beckenrinne. Somit war er es, der, an die Felsmassen des Gebhardsberges angepreßt, den vorgelagerten Molassehügel in tiefer Rinne durchbrach, also die Feldmooslücke schuf und den Riederstein vom Gebhardsberge abtrennte. Hier trat also bei

schwachem Eisgange zuerst eine reinliche Scheidung des Illgletschers vom Rheingletscher ein. Ersterer setzte von da aus am Westfuße des heutigen Pfändergebirges seinen Weg fort, indem er die Molasseschichten am Westhange des Pfänders wegschürfte und so allmählich das 2 km breite Laiblachtal erzeugte. Der Gletscher des Laiblächtales war demnach der am Riederstein vom Rheingletscher losgelöste Illgletscher.

Da der Rheingletscher reichlicher ernährt wurde, vermochte er sich beim Rückzuge auch länger zu behaupten als der Ill-Leiblach-Gletscher. Seine riesigen Eismassen lagen westlich der Linie Mehrerau—Lindau im See und stauten die Bregenzer Bucht auf, sobald sie der Laiblachgletscher freigegeben hatte, der noch lange Zeit hinter dem Ölrain in der Feldmoosmulde lag. Die Tatsache des Bestehens eines eisfreien Sees in der Bregenzer Bucht, während der westliche Teil des Bodensees noch von Gletschereis erfüllt war, ist jetzt auf Grund der Überlegungen Eberls wohl verständlich. Und noch ein Rätsel findet durch diese Erkenntnisse seine Lösung, nämlich das Vorkommen der Untiefenschwelle zwischen Mehrerau und Lindau, die als rechte Seitenmoräne des eigentlichen Rheingletschers zu deuten ist. Soweit der Illgletscher mit dem Rheingletscher vereinigt war, stellte sie die Mittelmoräne des Gesamtgletschers dar. Sie gibt zugleich gute Anhaltspunkte für die Ausmaße der beiden ungleichen Hälften des Gletschers am Schlusse der Würmeiszeit; demnach entfielen damals auf den Ill-Laiblach-Gletscher bis zum Gebhardsberge hin 2 km, auf den eigentlichen Rheingletscher bis zu den Schweizer Bergen hinüber etwa 8 km.

Solange während der einzelnen Stadien der fünf Haupteiszeiten der Eisstand ein geringer war, blieb der Rheingletscher, gemäß den oben mitgeteilten Eberlschen Sätzen, in seiner eigenen Beckenrinne und hatte keine Veranlassung, auf das vom Ill-Laiblach-Gletscher verlassene Vor- gelände überzugreifen.

Es wären noch die Gründe zu erwägen, warum der kleine Felshügel des Riedersteins von den eiszeitlichen Gletschern nicht völlig abgetragen worden ist. Daß die Gletscher ihn stark benagt haben, das beweist das ehemalige Gletscherfeld (7) am Eisenbahneinschnitte und namentlich der flache, breite Sandsteinsockel, der dem Felshügel seiner ganzen Ausdehnung nach südwärts bis ins Bett der Bregenzer Ach hinein vorgelagert ist. Der erhaltene Rest lag eben nicht in der vollen Stromrichtung weder des Illgletschers noch des Rheingletschers, sondern an der Nahtstelle beider, wo die abtragende und ausräumende Wirkung wesentlich geringer war.

Im Hochstande der Riß- und Würmeiszeit muß das Verhalten des vereinigten Rheingletschers ein ganz anderes gewesen sein. Damals ist er zwischen Dornbirn und Bregenz über die Molasserücken nach O hinübergequollen. Das betraf anfänglich natürlicherweise seinen östlichen Rand, also den Illgletscher. Er wird es zunächst gewesen sein, der durch glaziale Erosion den Anlaß zur Entstehung des Rotachtales gegeben hat. Später wird auch ein Teil vom Stamm des Rheingletschers über den östlichen Molasserand des Rheintals mit hinübergeflossen

sein und die Wirkung verstärkt haben. In der Würmeiszeit ragten aus der Eiswüste die Rücken des Pfänder- und Sulzbergzuges als Nunataker hervor, und es müßte die Möglichkeit bestanden haben, daß der im Ellhofner Moos liegende Riesenfindling vom Rheingletscher an der Westseite des Rotachtales abgesetzt werden konnte. Wie Wasmund nach der Gesteinsbeschaffenheit dieses Triaskalksteinfindlings vermutet, ist seine Heimat am Hange des Rheintales in Liechtenstein zu suchen, wo er beim Hochstande der Würmeiszeit auf den Rheingletscher abgestürzt ist.

Während des höchsten Eisstandes der Rib- und Würmeiszeit ist der Illgletscher von seinem größeren Nachbarn aus dem unteren Rheintal völlig hinausgedrängt worden, das der Rheingletscher allein ausfüllte, ebenso das vom Illgletscher ehemals geschaffene Laiblachtal und Laiblachbecken. Die im Laiblachbecken am weitesten vorgeschobenen Moränen sind jedenfalls vom eigentlichen Rheingletscher allein zur Ablagerung gelangt. Sobald der Eisstand wieder ein geringerer geworden war, glitt der Illgletscher in seine alte Beckenrinne ins Rheintal zurück, drang durch die Pforte im Feldmoos und über den Riederstein hinweg und stieß längs der Westseite des Pfänders ins Laiblachtal vor. Es dürfte auch nicht zufällig sein, daß die Breite des unteren Laiblachtales (2 km) mit der Breite des Riedersteins + Feldmooslücke so gut übereinstimmt.

#### Einschlägige Schriften.

1. Schmidt M.: Rückzugsstadien der Würmvergletscherung im Argengebiete. — Schriften des Vereines für Geschichte des Bodensees. Lindau 1911. Heft 40.
2. Blumrich J.: Geologie des Riedersteins und Ölrains. — Ebenda 1921. Heft 49.
3. Blumrich J.: Die Felfmoosmulde in Rieden-Bregenz. — „Heimat“, Bregenz 1925.
4. Blumrich J.: Der Laiblachgletscher der Würmeiszeit. — Vierteljahrsschrift für Geschichte und Landeskunde Vorarlbergs. Bregenz 1925.
5. Wasmund E.: Ein rätscher Riesenfindling im Allgäuer Rheingletschergebiet. Zentralblatt für Mineralogie usw. Jahrgang 1929. Abteilung B, Nr. 12.
6. Eberl B.: Die Eiszeitenfolge im nördlichen Alpenvorlande. — B. Filser, Augsburg 1930.
7. Blumrich J.: Das ehemalige Gletscherfeld in Rieden bei Bregenz. — Schriften des Vereines für Geschichte des Bodensees. 1907. Heft 36.

#### Literaturnotiz.

**Eberhard Buck.** Gefügestudien aus dem vorderen Pitztal. Tübinger Inauguraldissertation. Zuffenhausener Druckerei-Ges. m. b. H., Stuttgart 1928.

Der Verfasser verfolgt die Absicht, durch Gefügeanalyse an Gesteinen des vorderen Pitztals (Tirol) die Tektonik des Gebietes klarzulegen, u. zw. werden dazu einerseits orientierte Gesteinsproben aus den Gneisen (und Amphiboliten) des Zeigerbergkammes an der rechten Talseite und andererseits solche aus der Phyllitzone an der linken Talseite verwendet. Ersteres Gebiet gehört dem Ötzitaler Gneisgebirge, letzteres der Phyllitzone von Landeck an, zwischen beiden streicht die trennende Schubfläche entlang der Talsohle aus.

Es soll hier nicht auf Einzelheiten eingegangen werden; obwohl solche mehrfach zur Kritik Anlaß geben würden, sondern nur im ganzen auf diesen Versuch von regional-