

Das Quartär im österreichischen Alpenvorland.

Von Gustav Götzing.

(Mit 1 Textfigur.)

Das österreichische Alpenvorland einschließlich der Flachlandgebiete zwischen Donau und March ist von verschiedenen Schottern, Konglomeraten, Lehmen und Lössen zusammengesetzt, welche als echte kontinentale Bildungen den Raum früherer jungtertiärer Meeres- und Seeablagerungen meist terrassenförmig überdecken. Die Erkenntnis, daß weitaus der größte Teil dieser Ablagerungen, was die flächenhafte Ausbildung anlangt, dem Quartär, dem Eiszeitalter angehört, ist erst 50 Jahre alt. Denn vordem wurden diese Bildungen — gerade vielfach von den Geologen dieses Hauses — fast durchwegs ins Tertiär gestellt. Heute ist es in den großen Zügen vollends klargestellt, was von den Ablagerungen ins Tertiär und was ins Quartär gehört.

Eduard Richter (1881) danken wir den ersten Nachweis, daß die Schuttwälle im Innkreise des Vorlandes eiszeitliche Moränen sind. In seinem bedeutsamen Werke: Die Vergletscherung der deutschen Alpen (1882) wies Albrecht Penck nach, daß im Alpenvorlande die Ablagerungen dreier verschiedener Eiszeiten vorliegen. Eduard Brückner bestätigte diese Gliederung auch im Salzachgletschergebiet des Innkreises. Während seiner 20jährigen Lehrtätigkeit an der Wiener Universität konnte Prof. Penck an die eingehende Untersuchung des österreichischen Quartärs, besonders in unserem Vorland, schreiten. Die Ergebnisse sind in dem großen Lebenswerk der beiden Forscher: „Die Alpen im Eiszeitalter (1901—1909)“, zusammengefaßt.

Die Haupttatsachen der Quartärgliederung sind in diesem Werke enthalten; sie bestehen auch heute noch zurecht, ein Beweis für die große Tragfähigkeit des Penck-Brückner'schen Systems der Eiszeitgliederung.

Wie die Resultate aus den Alpen im Eiszeitalter 1903 dem internationalen Geologenkongreß in Wien vorgelegt wurden und Penck und Richter eine eigene Glazialexkursion führten, so sind heute nach 33 Jahren die Vertreter Österreichs in der „Weltassoziation für das Studium des Quartärs“ in der glücklichen Lage, diese Tatsachen nochmals der internationalen Fachwelt vorzulegen, welche gegen die früheren Aufstellungen nur wenige Modifikationen erlitten haben. Es muß dem Begründer der alpinen Eiszeitforschung eine große Befriedigung sein, zu sehen, daß sein auf vollkommen richtiger Grundlage ruhendes System noch immer intakt zu Recht besteht, wovon wir uns auf unserer großen Exkursion vergewissern werden.

Daß ein großer Teil der Schotter, Konglomerate und Nagelfluhen des Alpenvorlandes von den Schmelzwässern der großen eiszeitlichen Talgletscher abgelagert worden ist, lehrt die Verknüpfung mit Moränen. Verfolgt man die meist lockeren Schotter der letzten Eiszeit, die Schotter der Niederterrasse, talaufwärts, so endigen sie stets an den Endmoränen der letzten (Würm-)Vergletscherung. Daß das Ausmaß der eiszeitlichen Vergletscherung gegen O immer mehr abnahm, ist bekanntlich in der auch damals gegen O zunehmenden Kontinentalität begründet. Während der Traisen-, Erlaf-, Ybbs-, Enns-, Steyr- und Kremsgletscher während der letzten Eiszeit im Gebirge stecken blieben, traten erst der Traun- und Salzachgletscher in das Vorland, u. zw. letzterer am weitesten

hinaus. Diese Unterschiedlichkeit zwischen O und W wiederholt sich auch bei den vorangegangenen Vergletscherungen.

Der Nachweis der letzteren erfolgt wiederum durch die Verknüpfung der fluvioglazialen Schotter mit den Moränen. Die die Niederterrasse überragende Hochterrasse ist im Alpenvorland gleichfalls eine fluvioglaziale Bildung. Deren Schotter endigen an den Moränen der Riß-Eiszeit. Diese reichen aber über den Raum der W-Vergletscherung hinaus; die R-Vergletscherung war größer als die W-Vergletscherung.

Die Hochterrasse wird von der jüngeren Deckenschotterterrasse überragt, wobei im allgemeinen das Intervall zwischen der jüngeren Deckenschotterterrasse und der Hochterrasse größer ist als das Intervall zwischen der Hochterrasse und der Niederterrasse. Die jüngeren Deckenschotter gehen aus den Moränen der Mindel-Eiszeit hervor, welche in Österreich noch über den Bereich der R-Moränen herausreichen, im Gegensatz zur Schweiz, wo, wie angenommen wird, die R-Vergletscherung die größte Ausdehnung hatte.

Über der jüngeren Deckenschotterterrasse erhebt sich die ältere Deckenschotterterrasse. Dieser Deckenschotter ganz besonders breitet sich deckenartig über das Vorland. Echte Moränen der Günz-Eiszeit, aus welchen der ältere Deckenschotter hervorgegangen ist, sind zwar in Österreich nicht bekanntgeworden (wohl aber in Schwaben). Wir haben aber bei Kremsmünster sichere Anhaltspunkte dafür, daß der ältere Deckenschotter fluvioglazial sein muß, denn die Zuführung von gewaltigen Mengen von Quarz- und Kristallin-Material kann in Anbetracht der heutigen orographischen Verhältnisse nur durch Gletschertransport des über den Paß Pyhrn übergefallenen Ennsgletschers erfolgt sein. Das Fehlen der G-Moränen ist übrigens dadurch erklärbar, daß die G-Vergletscherung kleiner war als die späteren M- und R-Vergletscherungen, so daß diese Altmoränen nicht nur überschritten, sondern auch zerstört wurden. Auf einen weiteren Beweis für das eiszeitliche Alter des älteren Deckenschotters kommen wir später bei Besprechung der Brodelböden zurück.

Infolge der gegen W zunehmenden Vergletscherung der Täler, was auch in den früheren Eiszeiten der Fall war, treten im österreichischen Alpenvorland, westwärts schreitend, nicht nur die W-Moränen, im Salzachgletschergebiet nebst den Endmoränen auch die Grundmoränenlandschaft, im Vorland stärker heraus; es sind auch die M- und R-Moränen im W in breiten Zonen eingeordnet, wie wir beim Steyr-Kremsgletscher, Traun- und Salzachgletscher erkennen. Es spielen also im westlichen österreichischen Vorland nicht nur Jung-, sondern auch Altmoränen nebst den zugehörigen fluvioglazialen Schottern und Konglomeraten eine ansehnliche Rolle.

Kehren wir zu den Schottern des Vorlandes wieder zurück. Durch ihre Beziehung zu den Moränen ist also deren eiszeitliches Alter erwiesen. Ihre Beschaffenheit, Diagenese, Verwitterung und Abtragung aber gestattet schließlich, Schlüsse auf die relative Chronologie des Eiszeitalters zu ziehen.

Unter sonst gleichen Verhältnissen, d. h. beim gleichen Wurzelgebiet der Schotter, sind die Hochterrassenschotter stärker und die Deckenschotter bedeutend stärker verfestigt als die Niederterrassenschotter. Von eigentlichen Nagelfluhen kann man meist erst bei den Konglomeraten der M- und G-Eiszeit sprechen.

Gemäß dem verschiedenen Alter der Schotter ist auch deren Verwitterung eine verschiedenen starke und verschieden tiefe. Der ganz geringen Verwitterung der Niederterrassenschotter steht die stärkere Verwitterung der Hochterrassen und bedeutend stärkere der Deckenschotter gegenüber. Während die Hochterrassenschotter nur selten Verwitterungstaschen und geologische Orgeln aufweisen, ist letztere, tiefreichende Verwitterungsform geradezu für die Deckenschotter die Regel. Außer der lokalen Bildung der geologischen Orgeln besteht in der Regel noch eine flächenhafte, mehrere Meter tief reichende Auflockerung der alten Nagelfluhen infolge Verwitterung. Die Kalke werden dabei vollständig gelöst, verschiedene Geschiebe skelettiert und das Überwiegen der aus

Quarz und Kristallin bestehenden Restschotter in den älteren Quartärbildungen ist geradezu ein wichtiges Charakteristikon.

Entsprechend der verschieden langen Zeit, welche seit der Bildung der Schotter verflossen ist, sind auch Abtragung und Zertalungsbild verschieden (Fig. 1). Die Hochterrassen bilden scharfe, nur schwach gekerbte Riedelabfälle, während ihre Flächen fast noch eben sind. Die Deckenschotterabfälle zu den Hochterrassen sind bedeutend flacher infolge langer Abtragungsdauer und die Deckenschotterflächen erscheinen infolge Zertalung wellig-kuppig. Unter Berücksichtigung des Zertalungsbildes ist jedenfalls die Zeit nach der R-Vergletscherung bedeutend kürzer als die Zeit nach der M-Vergletscherung; wir müssen vor allem für die M-R-Interglazialzeit eine sehr lange Zeitperiode anfordern.

Zu den gleichen Resultaten kommen wir bei Betrachtung der Diagenese, Verwitterung und Abtragung und Erosion der Jung- und Altmoränen. Diagenese, Verwitterung und Zertalung sind ebenso verschieden entfaltet bei den verschiedenen Moränen, wie bei den zugehörigen Schottern. Morphologisch ist besonders der Gegensatz zwischen den kleinkuppigen Endmoränenwällen der W-Vergletscherung und den stark abgeflachten, breit abgeböschten Geländeformen der R- und besonders der M-Moränen

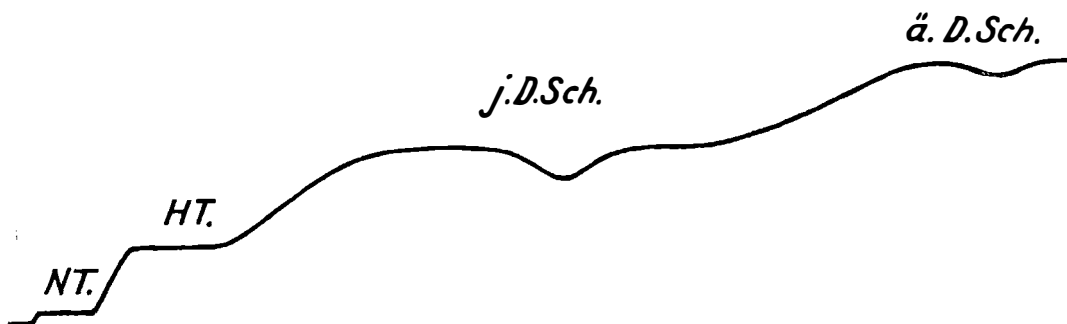


Fig. 1. Schema der Anordnung und Morphologie der Quartärterrassen.

in die Augen springend. Ich glaube, daß an der Verflachung der R-Moränen sowohl das feuchtere R-W-Interglazial, wie auch die Solifluktion im periglazialen Gebiet der W-Vergletscherung mitgewirkt hat. Wir haben bei unserer ersten Tagung in Dänemark ähnliche Unterschiede zwischen W- und R-Moränen bei ähnlichen Ursachen kennengelernt.

Die M-Altmoränen tragen infolge starker Zertalung überhaupt nicht mehr die Moränenform zur Schau. Ihre starke Erosion und Abflachung zu Hügelwellen ist wohl der langen M-R-Interglazialzeit zuzuschreiben, wobei an der Abflachung vielleicht auch die Solifluktion wohl der nachfolgenden Eiszeit, der R-Eiszeit, beteiligt gewesen sein mag. So bestehen also bei den Schottern und Moränen der verschiedenen Eiszeiten ganz gleichlaufende Unterschiedlichkeiten.

Daß im österreichischen Alpenvorland Schotter und Moränen von 3—4 verschiedenen Eiszeiten vorhanden sind, lassen auch die Lagerungsverhältnisse der verschiedenen Quartärbildungen zueinander erkennen.

Die Ineinanderschachtelung der Terrassen ist in Österreich meist sehr gut ausgebildet. Klassisch bleibt das Profil bei Steyr. Im Moränengebiet durchbrechen aber jüngere Schotter die Moränen älterer Eiszeiten. So durchbricht die Niederterrasse die R- und M-Altmoränen, die Hochterrasse die M-Moränen.

Weitere Bestätigungen liefert die Lagerung der Moränen zueinander. Im allgemeinen sind in die von M-Moränen umspannten alten Becken die R-Moränengürtel

eingebaut, randlich übergreifen dann die R-Moränen auf die stark verwitterten und verlehmtten M-Moränen. Die W-Moränen sitzen wieder häufig in den Zungenbecken, welche die R-Vergletscherung geschaffen hat. Wir sehen die W-Moränen an die R-Moränen herantreten und sie überdecken, wobei sogar der R-W-interglaziale Verwitterungslehm von den W-Moränen aufgearbeitet oder überdeckt wurde (Salzachgletscher). So liefern also auch die Lagerungsverhältnisse zueinander weitere Bestätigungen für die Richtigkeit des ganzen Systems.

Eine gesonderte Besprechung erheischen nun die Lehme und Löße des Eiszeitalters. Echte Verwitterungslehme der darunterliegenden Schotter, bzw. Nagelfluhen in einer 1—2 m übersteigenden Mächtigkeit kennen wir bloß aus den G- und M- und nur teilweise von den Rißbildungen, hingegen nicht von den W-eiszeitlichen Ablagerungen. Die feuchte Verwitterung entfaltete sich offenbar besonders während des langen M-R-Interglazials in größerem Ausmaße. Alle Quartärbildungen vor diesem langen Interglazial haben ansehnlichere Lehmbedeckungen.

Freilich wissen wir wohl, daß manche Lehme auch ursprünglich fluviative Lehme sind oder durch Verwitterung aus äolischen alten Lößen entstanden sein können. Die große Mächtigkeit von Lehmen über gewissen Deckenschottern hängt mit Verlehungen früherer Lößdecken zusammen. Die meisten mächtigen Lehme haben also eine Lößbasis. Über die G-Schotter ist dann der M-Löß aufgeweht worden, der während der M-R-Interglazialzeit verlehmt.

Über den Löß selbst, u. zw. über die rein äolische Fazies desselben, haben die Untersuchungen in Österreich manches Neue gezeitigt. Während die älteren Löße meist schon verlehmt sind, sind die jüngeren Löße noch rein erhalten. Am meisten gilt dies für den W-eiszeitlichen Löß. In regionaler Hinsicht ist zu bemerken, daß der Löß im östlichen Teil von Österreich, u. zw. vornehmlich im March-Donau-Gebiet, am mächtigsten entwickelt ist. Er begleitet das Donautal auch in Oberösterreich. Dagegen fehlt er den stromferneren Teilen des Alpenvorlandes.

Als äolische Bildung übergreift der Löß sämtliche Quartärterrassenabfälle. Nur die Niederterrasse ist bekanntlich lößfrei, hingegen ist der primäre Löß noch auf dem Erosionsabfall der Hochterrasse zur Niederterrasse entwickelt. Daraus haben wir gefolgert, daß der Löß jünger ist als dieser Erosionsabfall, der im R-W-Interglazial gebildet wurde. In der nun folgenden Vorstoßzeit der W-Eiszeit, was wir auch die (Prä- oder) Protowurmzeit nennen können, beginnt in den interglazial eingeschnittenen Tälern die Aufschüttung der Schotter von unten nach oben. In dem Momente, wo die Flüsse dabei bereits breite Anschwemmungsebenen aufbauen konnten, wurden aus den damaligen Anschwemmungen bei Zunahme des kalt-trockenen Klimas die feinen Sand- und Staubteilchen ausgeblasen und auf die Gehänge als Löß geweht.

Der Löß stammt also zum Teil vom Vorstoß der Vergletscherung und vom Hochstande der Vergletscherung selbst. Es ist aber wohl klar, daß nach dem Rückzuge des Eises, nach dem Hochstande der Vergletscherung, die Lößbildung fast aufhört, weil die Schmelzwasserflüsse in die Anschwemmungsebenen einzuschneiden beginnen und daher breite Anschwemmungen nicht mehr gebildet werden. Zudem werden die bisherigen Aufschüttungsebenen unter dem Einfluß des feuchter und wärmer werdenden Klimas durch Vegetation gebunden.

Man möchte darnach bei jeder Vergletscherung von Vorstoß- und Hochstandlöß sprechen. Als lößfreie Zeiten, als Zeiten der Verwitterung des Grundgebirges, bzw. der Verwitterung der schon älteren Löße sind die meisten der nunmehr in Österreich auch näher studierten Leimenzonen im Löß aufzufassen. Gewiß gehe ich nicht so weit, in jeder Leimenzone eine interglaziale Bildung zu sehen. Aber besonders mächtige und insbesondere mit mächtigen fossilen Humuszonen verknüpfte Leimenzonen sind interglazial. Wir kennen solche nunmehr in großer Zahl in Niederösterreich. J. Bayer

hat die Bedeutung der „Göttweiger“ Leimenzone erkannt. Ich stelle sie ins R-W-Interglazial. Dadurch, daß es mir gelang, zu den Leimenzonen auch zugehörige fossile Humushorizonte nach Art der begrabenen Böden der Ukraine an vielen Stellen Niederösterreichs zu finden, sind längere Unterbrechungen der Lößbildung anzunehmen. Sind die Lößzeiten Perioden kalten eiszeitlichen Klimas, so sind die Leimen- und Humuszonen Perioden feuchteren wärmeren Klimas.

Wir haben bisher drei wichtige Leimen- und Humuszonen im Löß feststellen können. (Vgl. Führer für die Quartärexkursionen in Österreich, 1936.) Die „Kremser“ Leimenzone liegt im langen M-R-Interglazial, die „Göttweiger“ Leimenzone und die dazugehörige „Hollabrunner“ Humuszone liegen im R-W-Interglazial, während die „Paudorfer“ Leimenzone, die zuweilen auch einen Humushorizont aufweist, wohl am besten in die Schwankung zwischen zwei W-Phasen einzuschalten ist.

Ich möchte bei dieser Gelegenheit noch einige andere geologische Leithorizonte für die Eiszeitgliederung nebenbei erwähnen. Es ist eine auffallende, aber vielfach noch nicht so eindringlich betonte Erscheinung, daß die Schlußschotter der Niederterrasse, der Hochterrasse und auch der Deckenschotter, also der Schotter, welche zuletzt bei der Aufschotterung von unten her aufgeschüttet wurden, sich durch die größten Geschiebe auszeichnen. Der Hochstand der Vergletscherung äußerte sich eben in den Schotterterrassen selbst in größerer Entfernung von den Moränen durch die Aufschüttung der größten Geschiebelagen.

Es ist anzunehmen, daß aber auch stärkere Vorstoßzeiten in der Vorstoßperiode jeder Eiszeit sich durch grobe Geschiebelagen im fluvioglazialen Ablagerungsraum äußern und so könnte man durch genaue Erhebung der Schottergrößen in vollständigeren Quartärprofilen die Zahl der Vorstoßzeiten und damit die Phasen des Vorrückens der Vergletscherung ersehen. Die genaue, regional vergleichende Durchverfolgung der groben Lagen unter diesem Gesichtspunkt hat erst begonnen und ist noch nicht so weit gediehen, daß wir daraus schon allgemeine Feststellungen über die Phasenfolge und damit zur Chronologie des Eiszeitalters machen könnten.

Noch auf eine andere neue Feststellung im österreichischen Quartär möge schließlich aufmerksam gemacht werden. Es sind dies die Brodelböden eines früheren, kälteren, eiszeitlichen Klimas. Sie bestehen bekanntlich in wirren Lagerungsformen der obersten Lagen der Schotterichten, Lagerungsformen, welche man früher bald auf Eiswirkung, bald auf Eisstoßwirkung zurückgeführt, bald als sogenanntes „Verschobenes Terrain“ oder „Gekriech“ gedeutet hat. Sie entstehen im periglazialen Klima infolge von Bodenbewegungen bei Wechsel von Gefrieren und Auftauen.

Wir können sie als fossile Eiszeit-Bodentypen in Österreich mehrfach beobachten. Ich kenne nun Brodelböden aus den obersten Schichten der Niederterrasse, der Hochterrasse und des Deckenschotters. An den älteren Deckenschottern von Absberg am Wagram wird der Exkursion gezeigt werden, daß der ältere Deckenschotter infolge von Brodelbodenbildung unbedingt eiszeitlichen Alters ist.

In diesem Zusammenhang wenige Worte über die Abgrenzung des Quartärs gegen das Pliozän. Daß der ältere Deckenschotter noch eine quartäre Fauna besitzt, haben Penck und Brückner in den „Alpen im Eiszeitalter“ dargelegt. Der Deckenschotter ist in Österreich in ein System von verschiedenen Schotterterrassen eingesenkt, deren mittel- bis oberpliozänes Alter durch paläontologische Funde festgelegt wurde. In Wien z. B. ist der Deckenschotter eingeschnitten in die Arsenalterrasse, diese in die Höbersdorfer und diese in die Laaerbergterrasse. Ebenso werden wir auf unserer Exkursion in den Hausruck sehen, daß der ältere Deckenschotter jünger ist als verschiedene jungpliozäne Schotterterrassen, welche in die altpliozänen Hausruckschotter eingeschnitten sind. Bei keinem dieser Schotter des Pliozäns ist bisher die fluvioglaziale Natur der Schotter erwiesen. So bieten die Verhältnisse in Österreich noch keinen sicheren Anhaltspunkt, pliozäne Eiszeiten im Vorland anzunehmen.

Unser Alpenvorland ist ein Spiegelbild für die allerwichtigsten quartärgeschichtlichen Ereignisse der Alpen. Wir können im Vorland also bisher nur eine vierfache Wiederholung der Eiszeiten nachweisen. Diese Hauptereignisse haben sich förmlich konserviert in der Ablagerungsfolge des Alpenvorlandes. Nur die Feinheiten der großen Gliederung des Systems, wie manche Vorstöße und manche Rückzüge sich vollzogen haben, können durch Untersuchung der inneralpinen Quartärbildungen vielleicht besser erkannt werden.