

Das österreichische Alpenvorland.

Von

Albrecht Penck.

Vortrag, gehalten den 5. März 1890.

Zwischen den Alpen und den mitteleuropäischen Schollenlandschaften bildet das nördliche Alpenvorland ein langgestrecktes Gebiet von ganz außerordentlicher Gleichmäßigkeit der Oberflächengestaltung. Gegenüber dem Hochgebirge der Alpen, welche mauerartig in seinem Süden ansteigen, erscheint es als eben, und eben ist es auch im Vergleiche zu den Landschaften, die sich in seinem Norden erstrecken, nämlich dem Zuge des schwäbisch-fränkischen Jura und den Erhebungen des böhmischen Massivs, namentlich dem Böhmerwalde sammt seinen Ausläufern. Die eingebürgerte Benennung eines Theiles dieser Landschaft als oberdeutsche Hochebene oder Donauhochebene bringt diesen Gegensatz in der Bodengestaltung zwischen ihr und ihrer Umgebung zum Ausdruck, aber ganz stichhältig ist diese Bezeichnung nicht, denn das Alpenvorland entbehrt keineswegs jeder namhafteren Höhenunterschiede. Es ist ein echtes Hügelland, mit Thälern, die durchschnittlich 100, gelegentlich aber auch 200 *m* tief eingesenkt sind. In diesen Thälern durchmessen Alpenflüsse die Landschaft und verrathen, dass sich dieselbe vom großen europäischen Hochgebirge aus allmählich um manchmal 200 *m* nordwärts

senkt; hier an ihren Grenzen bringt ihr Stammfluss, die Donau, eine weitere, ostwärts gerichtete Abdachung zum Ausdruck. So hat man denn in jedem Querschnitte des Alpenvorlandes die größten Höhen desselben unmittelbar vor den Alpen, ein Längsschnitt durch das Gebiet, parallel dem Alpenfuße gezogen, zeigt im Westen unweit des Bodensees Höhen von über 800 *m* in der Gegend von Heiligenberg (Glashütten 839 *m*) und am Abfalle des Wienerwaldes solche von unter 200 *m* (Donau bei Greifenstein 168 *m*). Diese Senkung im Gesamtbetrage von 650 *m* vertheilt sich auf eine Strecke von über 500 *km*, so dass sich also ein westöstliches Gefälle von $1.3^0/_{00}$ ergibt.

Gegenüber der genannten Längendimension erweist sich die Breite des Alpenvorlandes als ziemlich unbeträchtlich. Ihren größten Wert erreicht dieselbe südlich von jener Stelle, wo Jura und böhmisches Massiv zusammenstoßen, hier hat man von Regensburg einen Weg von 140 *km* bis zum Fuße der Alpen zurückzulegen; von dieser Linie an verringert sich ihr Durchmesser in westlicher Richtung unweit des Bodensees auf 60 *km* und auf Schweizer Boden bald darauf auf 30 *km*. Gegen Osten ferner mindert sich der Abstand zwischen dem böhmischen Massiv und den Alpen nach und nach auf 10 *km*, und als solch schmaler Streifen schlingt sich das Alpenvorland um das Südende der böhmischen Masse zwischen Erlauf und Traisen, dann verbreitert es sich wohl wieder zwischen dem Wienerwalde und Manhartsberg, aber das Gebirge in seinem

Süden verliert mehr und mehr an Höhe und bricht endlich ab. Die Donau zwischen Krems und Greifenstein bezeichnet das Ostende des eigentlichen Alpenvorlandes.

Auf seiner ganzen Erstreckung zwischen Bodensee und dem genannten Stücke des Donaulaufes zeigt das Alpenvorland nur sehr geringe Abänderungen seiner Oberflächengestaltung. Es lassen sich drei Abschnitte von einander sondern, welche ungefähr den Antheilen der drei ehemaligen Herzogthümer Schwaben im Westen, Bayern in der Mitte und Österreich im Osten entsprechen. Durch ganz besondere Einförmigkeit seiner Oberflächengestaltung hebt sich westlich des Leches das oberschwäbische Alpenvorland hervor. Es bildet eine Platte, deren breite Flachthäler genau südnördlich verlaufen und auf kürzestem Wege das Alpenvorland durchmessen. Reichhaltiger ist die Oberflächengestaltung des bayerischen Alpenvorlandes. Im Norden erscheint es als ein streng gegliedertes Hügel-land, im Süden als ein seenreiches Flachland, breite schiefe Ebenen trennen längs Isar und Inn beide Theile. Die Donau hält sich im allgemeinen an der Nordgrenze des Landes, lediglich bei Neuburg und Kelheim schnürt sie Vorsprünge des Jura ab. Die Abgrenzung des bayerischen Alpenvorlandes gegenüber dem österreichischen wird durch die Erhebungen des Hausruck und des Kobernauserwaldes bezeichnet. Dies sind zusammenhängende Höhen, welche das Niveau von 700 *m* durchschnittlich überschreiten und im

Göbelsberge bis genau 800 *m* ansteigen, sich also beträchtlich über das Mittel des Alpenvorlandes erheben, dessen halbe Breite sie einnehmen. Es bleibt nur ein 26 *km* breiter Streifen flachhügeligen Landes zwischen ihnen und den Ausläufern des böhmischen Massivs, in welchem letztere die Donau bei Vilshofen, der Inn bei Schärding eingetreten sind, um sich bei Passau zu treffen. Weiter gegen Osten bleibt es Regel, dass die Donau nördlich vom Alpenvorlande in tiefem Thale in das böhmische Massiv einschneidet, nur im Becken von Eferding oberhalb und jenem von Wallsee unterhalb Linz tritt sie wieder an die Grenze des Alpenvorlandes selbst. Das österreichische Alpenvorland zeichnet sich daher vor dem bayerischen und schwäbischen, also vor dem deutschen Alpenvorlande dadurch aus, dass es von der Hauptentwässerungsader nur ausnahmsweise aufgesucht wird. Im übrigen vereint es die Merkmale der beiden westlichen Glieder der Landschaft in sich: westlich der österreichischen Traun bildet es ebenso ein scharf gegliedertes Hügelland wie das nördliche bayerische Alpenvorland; zwischen Traun und Enns erscheint es als Platte mit nördlich gerichteten Thälern, ganz ebenso wie die schwäbische Landschaft, allein das seenreiche Flachland, das am Fuße der bayerischen Alpen liegt, fehlt am Abfalle der österreichischen, die Seen sind hier in die Thäler des Gebirges gerückt und reichen nur gerade bis an dessen Vorland heran.

Bei einer solchen Gleichmäßigkeit in der Oberflächengestaltung des gesammten nördlichen Alpen-

vorlandes erscheint es wohl als auffällig, dass dasselbe auf den geognostischen Übersichtskarten kein einheitliches Bild gewährt. In seinem schwäbischen und bayerischen Abschnitte herrschen laut der geologischen Karte diluviale Schichten, in seinem österreichischen Antheile hingegen tertiäre Straten, und während ferner es als durchgreifende Regel hinzustellen ist, dass die jungtertiären Ablagerungen den Nordfuß der Alpen begleiten, ohne je in die Thäler des Gebirges einzutreten, dringen sie auf den geologischen Karten des österreichischen Alpenvorlandes von letzterem aus regelmäßig mehr oder weniger tief in die Thäler des Gebirges hinein. Ein solches Verhalten würde auf eine große und tiefgreifende Verschiedenheit des deutschen und österreichischen Antheiles am Vorlande der Alpen deuten, es würde erweisen, dass die Thäler der österreichischen Alpen älter sind als die jungtertiären Bildungen des Alpenvorlandes, während die bayerischen wie auch die schweizerischen Alpenthäler entschieden jünger als die subalpinen „Molasseschichten“ sind.

Untersuchungen, welche ich während der Jahre 1887 und 1888 anzustellen Gelegenheit hatte, haben ergeben, dass eine solche Verschiedenheit, wie sie laut den geologischen Karten zwischen dem deutschen und österreichischen Alpenvorlande besteht, in Wirklichkeit nicht vorhanden ist. Es hat sich herausgestellt, dass seitens der Geologen, welche vor vier Jahrzehnten Ober- und Niederösterreich geologisch aufgenommen haben, die weit verbreiteten diluvialen

Schichten für tertiäre angesehen worden sind, und dass diese irrige Auffassung namentlich dort vorliegt, wo die Karten in den Alpenthälern jungtertiäre Straten angeben. Andererseits aber hat es sich auch gezeigt, dass auf dem bayerischen Alpenvorlande den diluvialen Schichten eine zu große Ausdehnung zugewiesen ist, es tritt namentlich im Norden des bayerischen Alpenvorlandes das Tertiär in zusammenhängender Weise zutage, wie dies auch schon auf den jüngst veröffentlichten Blättern Ingolstadt und Nördlingen der geognostischen Karte Bayerns für einen Theil des Gebietes deutlich zur Darstellung kommt. Es spiegelt sich in dem Colorit der geologischen Übersichtskarten kein factischer Unterschied in der geologischen Beschaffenheit des deutschen und österreichischen Alpenvorlandes, sondern ein Unterschied in der Auffassung deutscher und österreichischer Geologen, und wie wohl von vornherein zu erwarten, haben deutsches und österreichisches Alpenvorland genau denselben geologischen Aufbau: ihre Oberfläche wird sowohl von diluvialen wie von tertiären Schichten aufgebaut. Dabei zeigt sich in höchst bemerkenswerter und sehr auffälliger Weise, dass die verschiedenen Oberflächenformen innerhalb des ganzen Alpenvorlandes direct mit den sie aufbauenden Schichten zusammenhängen. Das streng gegliederte Hügelland im nördlichen bayerischen wie im westlichen österreichischen Alpenvorlande ist an das Auftreten der jungtertiären Schichten geknüpft. Die Platten des schwäbischen und österreichischen Alpen-

vorlandes begleiten diluviale Schotterbildungen, das seenreiche Flachland Südbayerns bezeichnet die Oberfläche ehemaligen Gletschergrundes. Es ist dies das Moränengebiet. Unter solchen Verhältnissen erweist sich das nördliche Alpenvorland als ein außerordentlich ergiebiges Feld für Untersuchungen über den Ursprung des Formenschatzes der Landoberfläche.

Die streng gegliederte Hügellandschaft, welche auf dem deutschen Alpenvorlande bereits kurzhin als Tertiärhügelland bezeichnet wurde, ist eine ganz ausgezeichnete Erosionslandschaft, dadurch entstanden, dass zahlreiche Flüsse Thäler einschnitten, während zugleich durch die Thätigkeit der Regenwässer die Gehänge abgeöschert wurden. Diese Abböschung wurde wesentlich dadurch befördert, dass die tertiären Straten größtentheils von mergeliger Beschaffenheit sind, weswegen die fallenden Regenwässer oberflächlich sofort abrinnen müssen. Zwischen den einzelnen Thälern behielt das Land im wesentlichen seine ursprüngliche Höhe bei. Es bildet nunmehr ein System von wasserscheidenden Rücken, welche sich zwischen den einzelnen Thälern ebenso regelmäßig verzweigen, wie sich diese verästeln, und hierin besteht die strenge Gliederung der Landschaft. Das ganze Land zwischen Donau und Riss unterhalb Warthausen in Württemberg, zwischen der Paar, einem unbedeutenden Zufluss der Donau, und der Isar und Amper, der nördlich vom Isenflusse gelegene Theil des Landes zwischen Isar und Inn in Bayern, endlich das ganze öster-

reichische Alpenvorland zwischen der Mattig und der von der Ager und Traun befolgten Richtung gehört diesem Landschaftstypus an. Eine ziemlich allgemein verbreitete Eigenthümlichkeit der Thäler desselben besteht darin, dass sie asymmetrisch entfaltet sind, d. h. sie haben ein steileres Gehänge, das regelmäßig gegen Westen gekehrt ist, und ein in entgegengesetzter Richtung sich sanft abdachendes, ein Verhältnis, welches wahrscheinlich dem Umstande zuzuschreiben ist, dass die Flüsse während der Thalbildung durch die herrschenden Westwinde nach Osten getrieben wurden.

Im österreichischen Alpenvorlande zeigt die Tertiärlandschaft im Kobernauserwalde und Hausruck eine etwas abweichende Gestaltung. Sie erhebt sich hier nicht nur zu größeren Höhen als sonst, sondern auch die Art der Bodenkleidung wird eine andere. Beides ist lediglich dem Umstande zu danken, dass sich über die mergeligen Tertiärschichten hier noch jungtertiäre Quarzschotter in sehr großer Mächtigkeit breiten, welche das Regenwasser aufschlucken und daher der Abspülung besser trotzen als die lehmigen Schichten, dafür aber auch sehr steril sind. Unmittelbar unter den Schottern lagern die wichtigen Braunkohlenvorkommnisse von Wolfsegg und Thomasreuth, welche gleichfalls eine besondere Eigenthümlichkeit des österreichischen Alpenvorlandes bilden. Südlich von Wallsee, sowie wahrscheinlich zwischen Erlauf und Traisen erstrecken sich weitere Partien der Tertiärhügellandschaft im österreichischen Alpenvorlande.

Ganz abweichend von der Tertiärhügellandschaft erweist sich die Scenerie der beiden anderen Glieder des Alpenvorlandes. Die ausgedehnten Platten sind durch Stromthätigkeit aufgebaut worden, und zwar in einer Zeit, als die Flüsse des Gebietes nicht Thäler einzuschneiden vermochten, sondern umgekehrt das Land mit ihrem Gerölle verschütteten. Dies geschah gleichzeitig mit der Entwicklung der großen Gletscher in den Alpen, so dass der Eiszeit ein ganz hervorragender Antheil an der Entwicklung der Oberflächen-gestalt des gesammten nördlichen Alpenvorlandes zukommt.

Das Studium der großen Platten in Schwaben und Bayern hat zu dem übereinstimmenden Ergebnisse geführt, dass dieselben keineswegs aus einer einzigen Schotterablagerung, sondern aus deren mehreren, nämlich durchwegs drei bestehen. Dieselben lagern auf der schrägen Platte von München übereinander und sind durch Schichten von Verwitterungslehm getrennt, im schwäbischen Alpenvorlande und im Inn-Salzachgebiete sind sie hingegen dermaßen ineinander geschachtelt, dass der älteste Schotter eine weit ausgedehnte, sanft nordwärts fallende Decke bildet; es ist dies die Decke der diluvialen Nagelfluh, während der zweitälteste Schotter in Thälern angetroffen wird, welche jene Decke in einzelne langgedehnte schmale Abschnitte zerlegen. Er bildet hier gewöhnlich hochgelegene Terrassen, weswegen er als Hochterrassenschotter bezeichnet

wurde. Als tiefere Terrasse tritt endlich in den die Decke zerschneidenden Thälern der jüngste Schotter, der Niederterrassenschotter entgegen. Dazu ist aber zu bemerken, dass nicht jedes Thal sowohl Hoch- als auch Niederterrassenschotter aufweist, sondern dass manche Thäler nur durch das Auftreten der einen oder anderen Bildung ausgezeichnet ist. Diese Verhältnisse weisen darauf hin, dass zwischen Ablagerung zweier aufeinander folgenden Schotter eine Thalbildung stattgefunden hat, während welcher die Thäler mehr vertieft als nachher wieder aufgeschüttet wurden. In der Gegend von München war jedoch die Thalbildung zwischen Ablagerung zweier Schotterbildungen nur sehr unbedeutend, die eingeschnittenen Thäler wurden gelegentlich der Schotteranhäufung gänzlich eingeebnet.

Zwischen Traun und Enns tritt — wie schon erwähnt — das österreichische Alpenvorland als eine äußerst deutlich entwickelte Platte entgegen, welche sich am Fuße der Alpen unweit des Traunthales bis auf 500 *m* erhebt und sich von hier in sehr regelmäßiger Weise Traun abwärts senkt, so dass ihr tiefster Punkt unweit der Mündung des genannten Flusses in die Donau angetroffen wird. Derselbe hat eine Höhe von 325 *m*. Diese nordostwärts gerichtete Abdachung beherrscht die Platte in ihrer ganzen Ausdehnung, und die Isohypsen verlaufen im allgemeinen senkrecht zur Richtung der Traun. Die 350 *m*-Isohypse geht von letzterer unweit Ansfelden

aus und läuft so gerichtet über St. Florian nach Haag in Niederösterreich. Die Höhenlinie von 400 *m* entfernt sich gegenüber Günskirchen von der Traun und zieht sich über Unter-Rohr nach Sierning an der Steyr, ihr Verlauf ist Ost—Südost. Die 450 *m*-Curve läuft vom Traunfall zunächst rein östlich bis nach Voitsdorf, dann beschreibt sie eine Ausstülpung nordwärts um Kremsmünster herum und erreicht bei Adlwang den Fuß der Alpen. Die 500 *m*-Isohypse wird nur von vereinzelten Partien der Platte zwischen Vöcklamarkt und Gmunden überschritten. Wird von der Ausbiegung der 450 *m*-Linie gegen Norden abgesehen, welche eine der Platte sichtlich aufgesetzte Erhebung von Moränen umspannt, so findet sich, dass der Abstand der einzelnen Höhengurven der Platte im Osten an der Traun größer als längs der Enns ist.

In dieser an mathematische Regelmäßigkeit grenzenden Höhenentwicklung setzt sich die Platte über die Enns ostwärts fort und stößt an die Tertiärhügellandschaft von Wallsee; einer ihrer Ausläufer füllt die schmale Senke zwischen jener Landschaft und den Alpen aus und zieht sich längs des Urbaches bis zur Ybbs.

Der geologische Aufbau der Traun-Ennsplatte gleicht durchaus jenem der schwäbischen Platte. Sie besteht aus einer Decke von Nagelfluh, deren diluviales Alter durch die Führung von Lössconchylien erwiesen wird. In den Thälern der Platte treten ferner Hoch- und Niederterrassen als selbständige Bildungen

auf. Wie in die anderen Platten des Alpenvorlandes beschränkt sich in der Traun-Ennsplatte die Decke der diluvialen Nagelfluh auf das Alpenvorland selbst, und vor dem Ausgange der großen Alpenthäler bricht sie regelmäßig ab, so dass sie in das Gebirge nicht verfolgt werden kann, und ihre muthmaßlichen Äquivalente, wie z. B. im Ennsthale, nicht durch unmittelbare Verfolgung festgestellt werden können. Anders die Hoch- und Niederterrassen. Während diese auf der schwäbischen, Münchener und Inn-Salzachplatte in nennenswerter Entfernung vom Gebirge aussetzen, ziehen sie sich tief in die Thäler der Steyr, der Enns sammt Salza und der Ybbs tief in die Kalkalpen hinein, ohne dass sich die mindeste Unterbrechung ihrer Gefällsverhältnisse feststellen ließe. Hieraus erhellt, dass seit Ablagerung der Hochterrassenschotter die österreichischen Kalkalpen keine ihnen eigenthümliche, sie vor dem Alpenvorlande auszeichnende Störung des Schichtbaues erlitten haben können. Österreichische Kalkalpen und Alpenvorland verhalten sich seit der Diluvialperiode als eine einheitliche Scholle. Andererseits aber schließt sich die Entwicklung der Hoch- und Niederterrassen der Traun-Ennsplatte wiederum jener der anderen Platten insoferne an, als die Niederterrassen sich durchwegs weiter südwärts als die Hochterrassen erstrecken, und dass beide je an Moränen enden. Es tauchen zuerst die Hochterrassen, dann die Niederterrassen an der Traun und Ager unter Moränen, und an der Enns kommen die Hochterrassen bereits bei

Reichraming, die Niederterrassen erst bei Hieflau mit Moränen in Contact. Die Hochterrassen der Krems verlieren sich in den Moränen von Kremsmünster, während sich die Niederterrassen an der Steyr und Teichl bis beinahe Windischgarsten verfolgen lassen. Während aber sonst sich die Niederterrassen nur etwa 5—10 *km* weiter südlich als die Hochterrassen erstrecken, erweist sich dieses nur für die westlichsten Bezirke der Traunplatte als stichhältig, nämlich längs der Traun und Ager, während im Enns- und Steyrgebiete die Enden der zusammenhängenden Hoch- und Niederterrassen um 27 *km*, beziehungsweise 55 *km* auseinanderliegen. Die räumliche Beziehung zwischen Schotterterrassen und Moränenentwicklung, wie sie sonst allenthalben im Alpenvorlande entgegentritt, wiederholt sich also auch im Bereiche der Traun-Ennsplatte. Schotterterrassen und Moränen schließen einander im allgemeinen aus. Ferner wiederholt sich dieselbe Regel in Bezug auf das gegenseitige Verhalten von Löss und Schotterterrassen, wie auf dem gesamten Alpenvorlande. Es ist die Decke der diluvialen Nagelfluh durchwegs mit Lehm bedeckt; gleiches gilt von den Hochterrassen, während die Niederterrassen nur eine ganz minimale Bodenkrume aufweisen. Wie in Schwaben und Bayern sind die Gebiete der Niederterrassen Oberösterreichs daher mit ausgedehnten Wäldern bestanden, während die Hochterrassen und Nagelfluhdecke als zwar häufig etwas trockene, im allgemeinen aber als sehr ergiebige Feldflächen ent-

gegentreten. Diese Lehmbedeckung geht in der Nähe der Donau in eine echte Lössdecke über, welche in der weiteren Umgebung von St. Florian die Platte vollständig überzieht, sowohl auf deren Höhen, wie auch an deren Gehängen auftretend, so dass sie die Austriche der Nagelfluhdecke und des darunter befindlichen Tertiärs gänzlich verhüllt. Neben dieser zusammenhängenden Lössbedeckung in der Nähe der Donau finden sich aber auch einzelne Vorkommnisse weiter im Süden bis in die Gegend von Steyr. Er reicht also im österreichischen Alpenvorlande im Gegensatze zum schwäbischen und bayerischen Alpenvorlande bis an den Fuß der Alpen.

Die drei einzelnen Glieder der Traun-Ennsplatte senken sich ebenso wie jene der schwäbischen oder der beiden bayerischen Platten nordwärts zur Donau hin. Die Verhältnisse lassen es undenkbar erscheinen, dass während der gesammten Diluvialperiode die Entwässerung in irgend welcher Weise anders als heute erfolgte. Es war das gesammte Traun- und Ennsgebiet schon damals auf die Greiner Donauenge angewiesen. Dieselbe ist daher, wie alle oberen Donauengen, prä-diluvialen Alters. Zeitweilig allerdings während der Ablagerung der diluvialen Nagelfluh hat sich noch ein weiterer Ausweg der Gewässer geboten. Die Nagelfluhdecke senkt sich an der Enns nicht bloß nordwärts, sondern auch von dieser ostwärts bis in das Einzugsgebiet der Ybbs. Die Ennswässer konnten daher damals auch direct am Fuße der Alpen entlang ost-

wärts fließen. Zahlreiche Urgebirgsgeschiebe in der Nagelfluh von St. Peter in der Au verrathen, dass die Enns wenigstens einen Arm in dieser Richtung entsandte, welcher im Alpenvorlande die Greiner Enge umgieng. Aber dies kann nur ein Zweig der Enns gewesen sein, nicht die Summe der Gewässer, welche die Nagelfluhdecke anhäuften, denn letztere senkt sich an der Donau auf unter 340 *m* Höhe herab, während die Vorkommnisse von St. Peter bis über 350 *m* ansteigen. Zur Zeit der Hoch- und Niederterrassenschotterbildung aber existierte dieser östliche Ausweg nicht mehr.

Das Moränengebiet des österreichischen Alpenvorlandes ist im Vergleiche zu jenem des deutschen Alpenvorlandes also außerordentlich dürftig entwickelt. Es füllt nördlich vom Zeller- oder Irrsee und vom Attersee den ganzen Raum zwischen Alpen und Kobernauser Wald aus. Es gewinnt hier den Anschein, als ob an der letzterwähnten Erhebung sich die Gletscher gestaut hätten, welche die Alpen in den Thälern zwischen dem Höllengebirge und Kolomansberge verlassen haben, so dass es hier ganz ebenso wie auf dem deutschen Alpenvorlande zur Bildung einer zusammenhängenden Eismauer am Fuße des großen Hochgebirges kam. Weiter ostwärts verließen nur noch zwei Gletscher die Alpen, nämlich im Traunthale und im Thale der Krems, welches letzteres als die Fortsetzung des Gebirgstales der Steyr anzusehen ist; diese beiden Gletscher schoben sich zungenförmig in das Alpenvorland vor, und zwar der

Steyr-Kremsgletscher weiter als der Traungletscher. Entfernte sich dieser nur 8 *km* vom Fuße der Alpen, so erstreckte sich jener fast 15 *km* weit hinaus in das Vorland, auf die Traun-Ennsplatte seine Moränen mindestens 50 *m* hoch aufbauend, so dass die 450 *m*-Isohypse, wie schon oben erwähnt, hier eine große Ausstülpung nach Norden beschreibt. Dies ist der östlichste aller jener zahlreichen Gletscher, welche während der Eiszeit die Alpen verließen. Das Stift Kremsmünster bezeichnet seinen nördlichsten Punkt.

Die Zusammensetzung des Moränenmaterials macht ersichtlich, dass es im wesentlichen die Eismassen der nördlichen Kalkalpen waren, welche sich in das österreichische Alpenvorland schoben. Alpenkalke aller Art, vornehmlich der Dachsteinkalk, in sehr namhafter Weise ferner Flyschgeschiebe, beteiligen sich an der Zusammensetzung der Moränen; allerdings fehlen demselben kaum je einzelne Urgebirgsgerölle. Allein da die Quarzschotter des Hausrucks deren enthalten, so ist gewiss anzunehmen, dass bereits früher ein Transport von centralalpinen Gesteinen gerade im Salzkammergute quer durch die Kalkalpen stattgefunden hat, und die von Simony beschriebenen Nagelfluhgebilde des Koppenthaler zeugen sicher von einem solchen Transporte, ebenso wie die weit älteren Augensteinconglomerate auf dem Dachsteinplateau. Unter solchen Umständen kann man jenen Geröllen in den oberösterreichischen Moränen ebensowenig Gewicht beilegen wie den in der

Nagelfluhdecke und den Hoch- und Niederterrassenschottern des Traungebietes auftretenden und darf sie nicht als erratische bezeichnen. Jedenfalls fehlen aber überall große, eckige Gneis- und Hornblendeschieferblöcke in den oberösterreichischen Moränen, welche auf einen directen Gletschertransport aus den Centralalpen quer durch die Kalkalpen zu folgern gestatten.

Müssen aber die Gletscher Oberösterreichs, welche das Alpenvorland betreten, als Abflüsse der Kalkalpen angesehen werden, so gewinnt eine Thatsache sehr an Bedeutung, nämlich die, dass dieselben an die großen, massigen Gebirgsklötze gebunden sind, welche die Kalkalpen des Salzkammergutes auszeichnen und hier bis auf über 2500 *m* Erhebung aufstreben. A. Böhm ¹⁾ hat dieselben insgesamt als Salzburger Kalkalpen bezeichnet, und die von ihm aufgestellte Ostgrenze der letzteren gegenüber den österreichischen Kalkalpen erweist sich zugleich als Ostgrenze der großen subalpinen Vereisung. Sobald die Kalkalpen unter 2500 *m* Gipfelhöhe herabsinken, senden sie keine Gletscher mehr auf das Alpenvorland. Die Wechselbeziehung zwischen der Gletscherentwicklung vor dem Gebirge und der Gestaltung des letzteren, welche im deutschen Alpenvorlande constatirt wurde, trifft auch für das österreichische zu.

In Bezug auf seinen Aufbau stimmt das oberösterreichische Moränengebiet vollständig mit dem schwä-

¹⁾ Eintheilung der Ostalpen, Geogr. Abhandl., I, 3, 1887, S. 414 und 427.

bisch-oberbayerischen überein. Hier wie da sondern sich äußere ältere und innere jüngere Moränen und bilden eine Umwallung um eine gewöhnlich am Ausgange eines Alpenthales gelegene beckenförmige Einsenkung, nämlich die centrale Depression, welche letztere von den schönen oberösterreichischen Seen, namentlich vom Traun- und Attersee eingenommen werden. Hier wie da endlich stellt sich heraus, dass den äußeren älteren Moränen die Hochterrassenschotter, den inneren jüngeren Moränen die Niederterrassenschotter als fluvioglaciale Bildungen, als die Anschwemmungen der Gletscherströme entsprechen. Aus allen diesen Verhältnissen kann auch nur der Schluss auf eine Wiederholung der Vereisung hergeleitet werden. Während aber das deutsche Alpenvorland von beiden Vereisungen betroffen wurde, lässt sich Gleiches nicht vom österreichischen behaupten, denn die zweite Vergletscherung erstreckte sich hier nirgends aus dem Gebirge heraus, sie erreichte im Irrseethale, am Kammer- und Traunsee gerade den Rand der Alpen und blieb im Thale der Vöckla, dürren Ager, sowie namentlich im Krems-Steyrthale tief im Gebirge stecken. Die End- und Ufermoränen dieser zweiten Vergletscherung sind im Thale der dürren Ager, sowie längs des Traunsees bei der geologischen Aufnahme Oberösterreichs als Tertiär bezeichnet, während das im Kremsthale bei Kirchdorf angegebene Jungtertiär theils den Moränen der älteren Vergletscherung entspricht, theils einfachen Schuttkegeln. Damit aber nun fallen die Beweise für

das hohe Alter der oberösterreichischen Alpenthalausgänge, und es schwindet die letzte Differenz in der Structur des Alpenvorlandes beiderseits der Mattig.

Es stimmt in Bezug auf seine äußere Gestalt und seinen inneren Bau das österreichische Alpenvorland genau mit dem deutschen überein. Beide lagen in der jüngeren Tertiärperiode noch unter den Fluten des Meeres und wurden, nachdem sie aufgetaucht waren, von den Anschwemmungen eines großen mächtigen Stromes überschüttet. Das sind die jüngsten Tertiärbildungen. Zur Zeit von deren Bildung glich das Alpenvorland der heutigen Poebene. Dann begann die Donau einzuschneiden; es wurde das Land von Thälern zertheilt, es entwickelte sich die Tertiärhügellandschaft. Da kam die Eiszeit. Gletscher erstreckten sich auf das Vorland und schufen das Moränengebiet mit seinen Seebecken und seiner Moränenlandschaft, während ihre Flüsse frühergebildete Thäler verschütteten. Mindestens zweimal wiederholten sich Ausbrüche des Eises, dreimal häuften die Flüsse Geröllbildungen, nämlich den Deckenschotter, den Hoch- und den Niederterrassenschotter an. In den Zwischenzeiten aber wurden die Thäler weiter vertieft, und zwar mehr, als sie später zugeschüttet wurden. Darum sind die Niederterrassen in die Hochterrassen hineingebaut, und letztere lagern unter dem Niveau der Nagelfluhdecke. Seitdem die Niederterrassen aufgeschüttet worden sind, haben die Flüsse ihr Bett noch nicht vollständig wieder bis zur früher besessenen Tiefe eingeschnitten.
