

## Beiträge zur Morphologie und Tektonik der Kalkalpen zwischen Inn und Saalach.

Von Otto Ampferer.

(Mit 15 Zeichnungen.)

Der größere Teil dieser Arbeit war unter dem Titel „Über die Morphologie der Loferer und Leoganger Steinberge“ bereits Gegenstand eines Vortrages, welchen der Verfasser am 17. Februar dieses Jahres in der Sitzung der Geologischen Bundesanstalt gehalten hat.

Für den Wegfall der dort vorgeführten Photographien, Zeichnungen sowie der neuen Karte der Loferer Steinberge von H. Rohn soll hier eine etwas ausführlichere Beschreibung und eine Vermehrung der Profile einen Ersatz bieten.

Ich habe in den sechs Jahren seit dem Kriege die beiden Kartenblätter „Kufstein und Lofer-St. Johann“, also den österreichischen Kalkalpenstreifen zwischen Inn und Saalach, ziemlich genau kennen gelernt.

Dies ermöglicht mir über die Tektonik und Morphologie dieses Gebietes eine Reihe von neuen Erfahrungen vorzulegen, an die sich Vermutungen und Fragen schließen, welche noch einer weiteren Prüfung bedürfen.

Die ältesten Oberflächenstücke, welche ich in diesem Gebiete aufgefunden habe, sind uns durch die Transgression des Gosaumeeres und die Eindeckung mit seinen Ablagerungen erhalten geblieben.

Die Überreste der Gosauschichten haben sich hier einerseits im Norden in einer langen Kette von kleineren und größeren Vorkommen erhalten, welche merkwürdiger Weise dem Wettersteinkalkgewölbe des Guffert-Pending-Zuges und seiner weiteren östlichen Fortsetzung zum Rauschberg und Hochstaufen folgen.

Weiter südlich treffen wir die Gosauablagerungen an der Ost- und Westseite des Kaisergebirges, im Becken von Kössen sowie unter den Schubschollen bei Lofer und auf der Höhe der Reiteralm.

Wahrscheinlich gehört auch der kleine Rest von Sandstein und Augensteinen, den Leuchs am Kopftörl im Wilden Kaiser entdeckt hat, noch zu den Gosauschichten.

Morphologisch verwertbar sind von diesen vielen Gosauresten nur wenige, weil die meisten durch nachfolgende tektonische Bewegungen so stark verschoben und auch verdrückt wurden, daß man ihre alte Transgressionsfläche kaum mehr mit Sicherheit zu erkennen vermag.

Bei einigen ist aber bis heute die alte Landoberfläche, über welche sich das Gosaumeer ergoß, ziemlich gut erhalten geblieben.

Ich führe als Beispiele dieser Art einerseits die Gosauablagerung der Kegelalpe nördlich vom Kegelhörndl im Unterinntal, andererseits jene der Reiteralm an.

Wie das beistehende Profil 1 durchs Kegelhörndl angibt, besteht die Schichtfolge hier von unten nach oben aus einer schmalen Lage von Basalbreccien und Konglomeraten von Wettersteinkalk. Weiter westlich stellen sich Konglomerate mit reichen bunten, exotischen Geröllen ein. Darüber folgen grüne Sandsteine mit kleinen Serpenteröllen und Aktaeonellen, weiter bläulichgraue, scherbüchbrechende Mergel voll dünner weißer Muschelschalen, endlich schöne, feste, gelblichweiße Kalke mit dickschaligen Muscheln, Rudisten und Korallen.

Diese Schichtserie ist ebenso wie ein tieferer Rest bei der verfallenen Schmiedalpe leicht zu einer Mulde verbogen, welche tief in das Wettersteinkalkgewölbe des Kegelhörndl eingesenkt erscheint.

Auf der Südseite lagern die Gosauschichten unter ganz flachem Winkel den wohlgeschichteten Platten des Wettersteinkalkes auf, an der

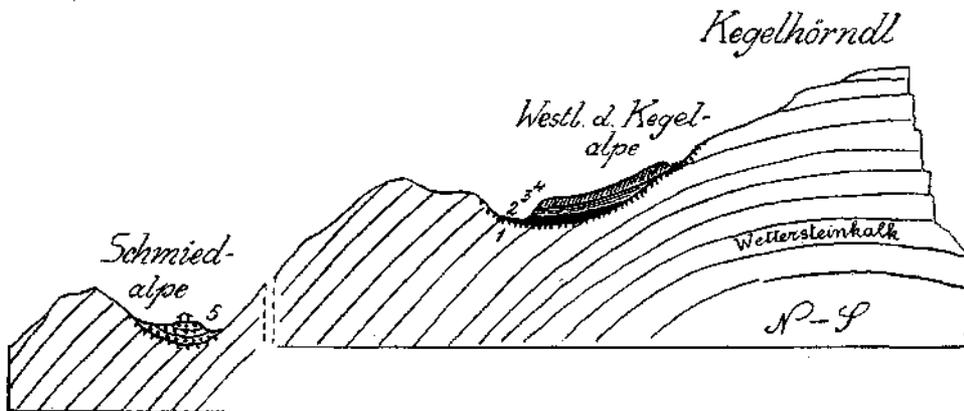


Fig. 1.

1 = schmale Lage aus Breccien und Konglomerat von Wettersteinkalk. 2 = grüne Sandsteine mit kleinen Serpenteröllen und Aktaeonellen. 3 = bläulichgraue scherbüchige Mergel mit weißen dünnen Muschelschalen. 4 = feste gelblichweiße Kalke mit dickschaligen Muscheln, Korallen, Rudisten . . . 5 = rotzementierte Basalbreccien, -sandsteine -kalke mit Nerineen-Aktaeonellen.

Nordseite übergreifen dieselben Gosauschichten die Wettersteinkalke nahe unter  $90^\circ$ .

Die genauere Betrachtung dieser Lagerungsform ergibt, daß das vorgosauische Relief hier bereits tief in ein Gewölbe von Wettersteinkalk eingeschnitten war.

Es zeigt sich weiter, daß dieses Relief trotz des tiefen Einschneidens ein ziemlich flaches gewesen ist und die heutige Verbiegung der Gosauschichten nicht durch eine gleichsinnige Verbiegung des Grundgebirges, sondern nur durch eine entsprechend ungleiche Verschiebung der Wettersteinkalkschichten gegeneinander zu erklären ist. Ich habe die Mechanik dieses Vorganges bereits im Jahrbuch 1922 auf Seite 109 graphisch dargestellt.

Hier bildet das Grundgebirge ein Gewölbe und die auflagernden Gosauschichten zwei Mulden.

Will man beide Formen durch eine gemeinsame Faltung erklären, so kann man die Zufaltung der Gosaumulde nur durch eine gleichzeitige Öffnung des Grundgebirgsgewölbes erreichen.

Diese Erklärung ist sehr unwahrscheinlich und durch eine ungleiche Parallelverschiebung der Schichtplatten des gekerbten Wettersteinkalksattels leicht zu umgehen. Denkt man sich die Verbiegung der Gosauschichten wieder ausgeglättet, so erhält man ein tief abgetragenes Gewölbe.

Ohne eine vorhergehende tiefgreifende und weit ausholende Abtragung und Vererbung des alten Faltengebirges ist es nicht möglich, daß sich die Gosauschichten auf eine so weite Entfernung gerade auf einem bloßgelegten Wettersteinkalkgewölbe hätten ausbreiten können.

Die Gosauablagerungen auf dem Plateau der Reiteralm (Fig. 2) lassen etwas andere Verhältnisse erkennen.

Wie bereits Gillitzer festgestellt hat, lagert hier die Gosau nur mehr als ein dünner Überzug auf einem Relief, welches im wesentlichen in Dachsteinkalk eingeschnitten ist und nur noch spärliche Reste von Unterlias in Hierlatzfazies trägt. Die Gosauablagerung, die auch vom Eise abgeschliffen wurde, beginnt mit rotzementierten, rein lokalen Basalbreccien (Untersbergmarmor), dann kommen graue Breccien mit Kohlenstückchen, endlich seltener Bauxitbrocken vor.

Darüber folgen hellgraue Mergelkalke mit kleinen Seeigeln und endlich dunkelgrüne milde Tonmergel (Glanegger Schichten) mit weißen Kalzitscherben und glimmerigen Sandsteinbänkchen.

Vereinzelte Fetzen von Gosauschichten sind mehrfach tief zwischen den gegeneinander verschobenen Dachsteinkalkschollen eingeklemmt.

An zahllosen feineren und vielen gröbereren Spalten sind offenbar Lösungen und Abschwemmungen von *Terra rossa* in den Dachsteinkalk der Reiteralm eingedrungen, die seine abweichende und auffallende Rotfäderung bedingen.

Es ist dies wahrscheinlich ein Hinweis auf jene alte tiefeingeschnittene

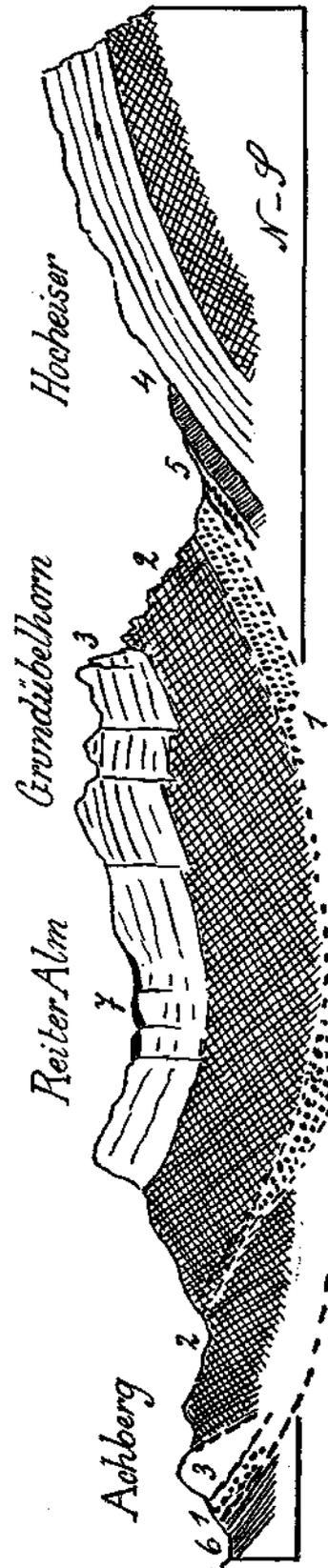


Fig. 2.

1 = Werfener Schichten. 2 = Ramsaudolomit. 3 = Dachsteinkalk. 4 = Aptychenkalke. 5 = Neokom. 6 = Gosauschichten.

Landoberfläche, über welche die Gosauschichten ausgebreitet wurden.

Konglomerate mit exotischen Geröllen scheinen der Reiteralm Gosau völlig zu fehlen.

Die Gosauschichten der Reiteralm zeigen also eine andere Entwicklung als die früher beschriebenen Gosauschichten.

Vor allem fällt der Mangel an exotischen Geröllen auf.

Außerdem liegt auch die Erosionsbasis ganz wesentlich, vielleicht um zirka 1000 m, höher als in dem nördlicheren Gosauzug.

Denkt man sich hier die Verbiegung der Gosauschichten wieder ausgeglichen, so erhält man als ursprüngliche Auflagerungsfläche ein flaches, weitgedehntes, bis in den Dachsteinkalk hinab eingeschnittenes Relief.

Gosauschichten und Grundgebirge sind hier gemeinsam verbogen.

Wie wir wissen gilt dasselbe auch für die benachbarten Plateaus von Lattengebirge und Untersberg.

Eine Ausnahme machen nur einzelne kleine Schichtfetzen, die an Verschiebungen oft tief in die Dachsteinkalkmassen eingeklemmt sind und wohl bei der Großüberschiebung erst in diese Lage geraten sind.

Morphologisch ist das Reiteralmplateau insoferne interessant, als es uns beweist, wie eine uralte Einebnungsfläche durch Senkung, Bedeckung mit Meeressedimenten, Hebung und allmähliche Herausschälung aus der Einhüllung gleichsam eine „Wiederauferstehung“ feiern kann.

Wenn man die geringe Mächtigkeit der Gosauschichten auf dem Plateau der Reiteralm ins Auge faßt, so muß man sich sagen, daß ein kleiner Fortschritt der Erosion genügt, um dieselben mit Ausnahme von einigen Verklemmungsfetzen ganz zu entfernen.

Enthält die Gosau harte Gerölle, so können diese die letzten Beweise einer abgetragenen Sedimentdecke vorstellen.

Der Fund von Augensteinen in der hohen und schmalen Scharte des Kopftörls im Kaisergebirge durch Leuchs läßt jedenfalls eine solche Auslegung als „Testament“ einer Gosaudecke ohneweiters zu.

Ich möchte bei dieser Gelegenheit an ähnliche Funde erinnern, welche ich und Stiny in der Gipfelwand des großen Buchsteins und auf der Hüpflingermauer in den Ennstaler Alpen seinerzeit gemacht haben.

Diese Angaben mögen als Beweise genügen, daß der Ablagerung der Gosauschichten sowohl im Bereiche des relativ basalen Gebirges wie auch in jenem der hohen Schubdecken eine tiefgreifende und weithin verflachende Erosion vorausgegangen ist, welche ja auch allein die weite Verbreitung der Meeresbedeckung über ein Faltengebirge hinweg zu erklären vermag.

Während sich aber auf den Schubmassen die heutigen Oberflächen teilweise auch noch mit dem prägosauischen Relief decken, gilt dies für das basale Gebirge weit weniger. Hier ist das alte Relief durch Faltungen, Verwerfungen und insbesondere durch Überschiebungen so sehr verstellt und verzerrt, daß es sich weitgehend von dem heutigen unterscheidet. Dabei kommt es nicht selten vor, daß alte Oberflächenstücke wesentlich unter den heutigen Flußsohlen begraben liegen.

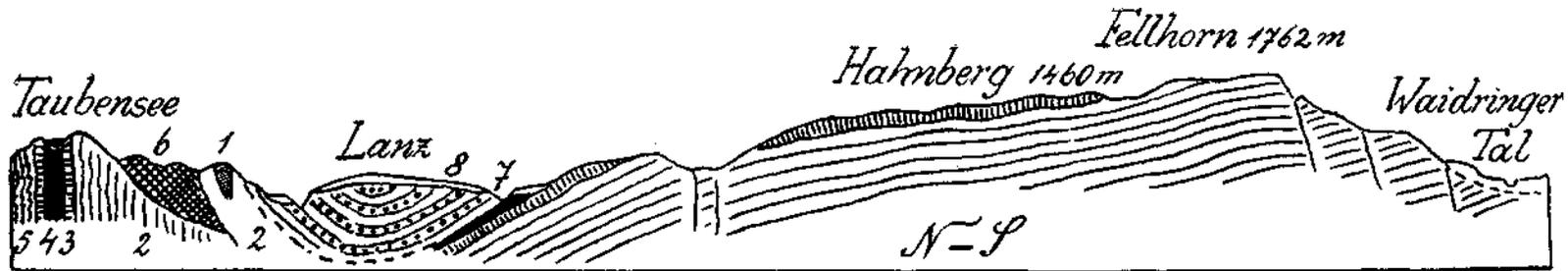


Fig. 3.

Oberes Profil: 1 = Wettersteinkalk.  
 2 = Hauptdolomit.  
 3 = Plattenkalk.  
 4 = Kössener Schichten.  
 5 = Lias und oberer Jura.  
 6 = Gosauschichten.  
 7 = Alttertiär.  
 8 = Grundmoränen.

Unteres Profil: 1 = Buntsandstein.  
 2 = Rauhwacken.  
 3 = Muschelkalk.  
 4 = Ramsandolomit.  
 5 = Raibler Schichten.  
 6 = Hauptdolomit.  
 7 = Schotterterrassen.

Die Gosausedimentation scheint nicht eine ununterbrochene, sondern eine mehrteilige gewesen zu sein.

Eine morphologische Wirkung dieser Mehrteiligkeit ist bisher nicht zu erkennen gewesen.

Die nächst jüngere, sicher dokumentierte Landoberfläche ist uns in diesem Gebiete durch die Transgression des Alttertiärs erhalten und erkennbar geblieben.

Diese Transgression ist an den Rändern der Unterinntaler Tertiärbucht teilweise auch heute noch sehr schön zu verfolgen.

Um die hier herrschenden Verhältnisse aufzuzeigen, führe ich ein Profil (Fig. 3) vor, welches aus dem Becken von Kössen gegen Süden zu gezogen ist.

Dasselbe schneidet das Kössener Becken in seinem östlichen Abschnitt und leitet über den Kamm des Fellhorns und das Waidringer Tal zur Kirchberggruppe.

Die streng lokal gefärbten Grundbreccien und Konglomerate der Tertiärschichten mit Nummuliten und Korallen gehören nach Schlosser noch dem oberen Eozän an und werden hier von mächtigen Sandsteinen und Konglomeraten der Angerbergschichten überlagert, in denen massenhaft Gerölle aus der unteren Trias und vor allem auch aus der Grauwackenzone eingeschlossen sind, während solche des Altkristallins zu fehlen scheinen.

Diese mächtige Schichtfolge ist zu einer ziemlich tiefen Mulde verbogen, welche sich gegen Westen zu senkt, gegen Osten zu aber bei Reit im Winkel heraushebt.

Ihre weitere östliche Fortsetzung bildet dann wohl das Alttertiär der Umgebung von Reichenhall.

Das Alttertiär lagert sich nun am Südrand des Kössener Beckens in deutlicher Weise auf ein Relief, das bis in den Hauptdolomit hinab eingeschnitten ist.

Der Transgressionswinkel ist dabei ein so flacher, daß weithin die Bänke des aufgerichteten Tertiärs mit den Schichtplatten des Unterberghorns und des Fellhorns parallel zu verlaufen scheinen.

Dies ist insbesondere zu beiden Seiten des gewaltigen Durchbruches der Großache prächtig zu sehen.

Denkt man sich nun diese Transgressionsfläche weiter gegen Süden zu fortgesetzt, so erkennt man, daß sich die höchsten heute noch erhaltenen Kämmе und Verebnungsflächen in diesem ganzen Gebiete ziemlich nahe an diese ideale alte Transgressionsfläche anschließen lassen.

Wenn man das Profil durch das Fellhorn (Fig. 3) mit dem westlich benachbarten Profil durch das Unterberghorn (Fig. 4) vergleicht, so findet man mit Ausnahme kleinerer Verwerfungen keine größere Störung darin. Dies ist nun ein morphologisch sehr wichtiger Befund, der eine tiefgreifende Zweiteilung unseres ganzen Landschaftsbildes gestattet.

Die Auflagerungsfläche des Alttertiärs ist von den heute noch erhaltenen obersten Altreliefstücken nicht mehr wesentlich verschieden. Dazu ist zu bedenken, daß die Ablagerungen der Unterinntaler Tertiärbucht vom oberen Eozän bis ins obere Oligozän reichen und hier eine

wohl mehr als 2000 m dicke Sedimentdecke abgelagert wurde, welche erst im Miozän ihre Muldenbiegung erfahren hat.

Zugleich mit dieser Muldeneinbiegung ist auch die südlich anschließende Aufwölbung geschaffen worden, in welche dann das ganze seitherige Relief ruckweise immer tiefer mit gelegentlichen Rückschlägen eingeschnitten wurde.

Überspannen wir also von der großen Tertiärmulde ausgehend das Gebirge mit dem idealen tertiären Oberflächennetz, so scheidet sich hier ein weites Landstück heraus, das sich in seinen ältesten Flächenstücken, wenn man die seitherigen Hebungen und Verwerfungen berücksichtigt, mit diesem tertiären Netz in nahe Übereinstimmung bringen läßt.

Dieses Gebiet umfaßt die Unterberghorngruppe, Fellhorn-Kammerkör und die Kirchberggruppe. Es gehört aber auch im Westen das Gebiet des Niederkaisers dazu und im Osten die merkwürdig breite und tiefe Furche des Römersattels, welcher die Loferer und Leoganger Steinberge scheidet.

Über dieses Tertiärrelief heben sich jedoch gewaltig und schroff das Kaisergebirge, die Loferer und Leoganger Steinberge und die Reiteralm heraus.

Die Überhöhungen betragen 600 — 1000 m und treten jeweils in geschlossenen Massen auf. Was ist nun die Ursache für diese zwei so verschieden hochgespannten Reliefzonen?

Daß es sich nicht etwa um Herauswitterungen von härteren Schichtmassen zwischen weicheren handelt, liegt auf der Hand.

Vom Kaisergebirge wissen wir heute trotz Leuchs, daß es eine Schubmasse vorstellt, welche noch über die Unterinntaler Tertiärbucht vorgeschoben wurde.

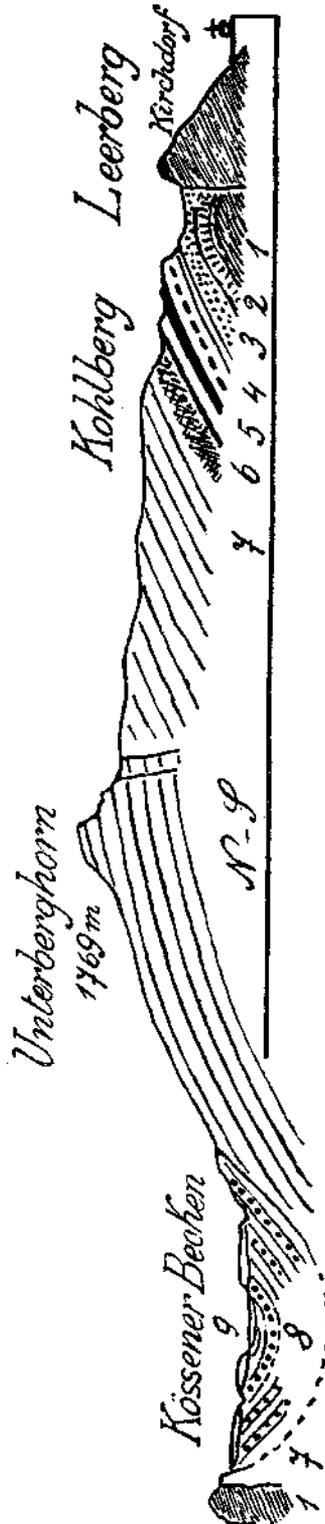


Fig. 4.

1 = Wettersteinkalk. 2 = schwarze Schiefer und dickbankiger grauer Kalk. 3 = Lunzer Sandsteine. 4 = Mergel- und Kalklagen. 5 = schwarze Kalke mit grauen schaligen Hornsteinen (Hornsteinfazies). 6 = dunkle Kalke, schieferige Kalk- und Dolomitlagen, Muschelbreccien, Sphaerocodienkalke und Sandsteine, Dolomitschichten. 7 = Hauptdolomit. 8 = Altertiär. 9 = Schotterterrassen.

Die Schubmasse der Reiteralm ist schon seit längerer Zeit als solche erkannt. Neu ist der Befund, daß auch an der Saalach die Schubschollen teilweise über Gosau und nach meiner Vermutung auch über das Reichenhaller Tertiär vorgewandert sind.

Damit rückt dieses morphologische Problem in ein neues Licht.

Es handelt sich also gar nicht um ein an Ort und Stelle einheitlich gebildetes Relief, sondern es ist mit der Möglichkeit zu rechnen, daß hier zwei verschiedene Reliefe durch Überschiebung übereinander geschaltet wurden.

Diese Erklärung kommt aber nur für die Schubmassen von Kaisergebirge und Reiteralm in Betracht, nicht aber für die Loferer und Leoganger Steinberge, welche keine solchen Schubmassen sind, sondern untrennbar mit dem basalen Gebirge verbunden liegen. Hier zeigt nun eine nähere Betrachtung, daß wir es mit deutlichen jüngeren Aufbiegungen zu tun haben, welche die derzeitige Hochstellung dieser Gebirgsgruppen verursacht haben.

Damit erscheint das ganze hier betrachtete Gebiet in ein „Niederspannungsrelief“ von wahrscheinlich miozänem Alter und in ein „Hochspannungsrelief“ zerlegt, welches letzteres einerseits aus jünger eingewanderten Schubmassen, andererseits aus stark emporgewölbten basalen Landstücken besteht.

Ich will nun eine Begründung für diese morphologische Zerlegung des Landschaftsbildes im folgenden versuchen.

Wenn man von dem heute freiliegenden Südufer des Alttertiärs im Kössener Becken gegen Süden zu in das Gebirge emporsteigt, so sieht man Schritt für Schritt, daß die hier vorliegende Aufwölbung in ihren heute noch erhaltenen höchsten Teilen sich nicht wesentlich von der tertiären Transgressionsfläche unterscheidet.

Das soll nicht heißen, daß diese Flächenstücke genau dieselben wie zu jener Zeit sind, sondern nur, daß sie ihre „Ähnlichkeit“ auch beim Tieferrittern zu bewahren vermochten. Wie das Profil über das Fellhorn (Fig. 3) zeigt, sind in diese wohl im Miozän aufgewölbte Landoberfläche seither gewaltige Einschnitte vollzogen worden.

Wenn man in den mittleren Teilen der Aufwölbung die heute noch in großen Stücken erhaltenen Hochflächen etwa zwischen 1400—1700 *m* einordnen kann, so ist z. B. demgegenüber der Einschnitt der Großache zwischen Fellhorn und Unterberghorn immerhin auf beinahe 1000 *m* zu schätzen. Ähnliche Beträge liefern uns auch die anderen Taleinschnitte.

Einer der schönsten ist an der Südostseite des Fellhorns in dem sogenannten „Muratal“ zu sehen. Dieser tiefe, trichterförmige Einschnitt ist unmittelbar in die schöne, breite Verebnung eingesenkt, welche zwischen dem Fellhorn und dem Kammerkörgebirge ausgespannt ist.

Der Einschnitt umfaßt von der Hochfläche der Durchkaser bis zu dem breiten flachen und verschütteten Talboden des Trichters herab ein Intervall von 600—700 *m*.

Der Trichter selbst macht den Eindruck voller Einheitlichkeit, vergleicht man aber die breite Furche zwischen dem Plateau der Durchkaser und der Kirchberggruppe, so heben sich deutlich mehrere Stufen heraus, die uns lehren, daß auch hier die Eintiefung stufenweise oder,

mit anderen Worten, die Aufwölbung selbst ruckweise erfolgt sein dürfte.

Solche Stufen treffen wir hier bei 1499 m, bei 1200 m, bei 1142 m. Daran schließen sich noch Aufschüttungsstufen bei 920 m und 780 m.

Sehr schön sind dann die Abstimmungen der Landoberfläche von der miozänen Hochfläche bis zur heutigen Tieflage in der weiten, von weichen Kreidesteinen erfüllten Mulde des Unkener Tales (Fig. 5) zu sehen. Hier heben sich eine Reihe von Tiefschaltungen in guter Erhaltung heraus.

Eine Weiterverfolgung dieser stellenweise recht deutlich ausgebauten Stufenlandschaft aus einer Berggruppe in eine benachbarte gelingt oft nur mit künstlichem Zwang.

Es ist dies nicht verwunderlich, nachdem wohl bis in die jüngste Zeit mit Hebungen und Senkungen und Verbiegungen zu rechnen ist, welche ein schematisches Durchlaufen der einzelnen Einschneidestufen verhindert haben. Wäre das Gebirge als Ganzes mehrmals einheitlich gehoben oder gesenkt worden, so müßten sich die zugehörigen Abstufungen in voller Klarheit durch alle Täler verfolgen lassen.

So erkennen wir aber in jeder Berggruppe für sich wieder ein mehr minder eigenes Einschneidesystem, das sich mit den benachbarten häufig nicht mehr in vollem Einklang und strenger Zuordnung befindet.

Sehr gut ausgeprägte alte Einbnungen haben sich im Bereiche der Kirchberggruppe erhalten. Es sind auch hier mehrere Stufen zu unterscheiden, welche sich aber ziemlich enge aneinandergliedern. In diese große flache Aufwölbung sind die radial ausstrahlenden Talfurchen schroff eingeschnitten.

Bei der letzten Großvergletscherung lag die ganze Gruppe unter dem fließenden Eise. Dabei wurden die Talfurchen mit gewaltigen Massen von Grundmoränen ausgestopft. Diese Ausstopfung war so

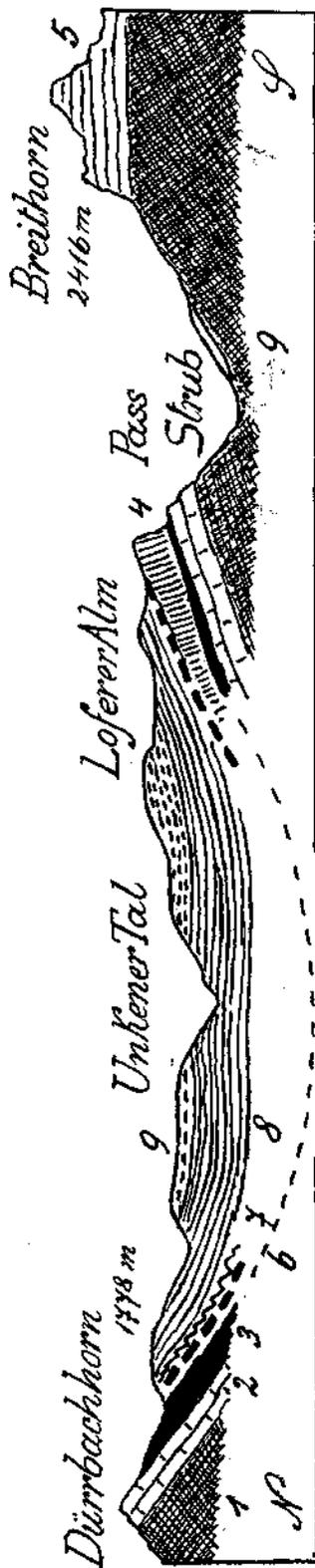


Fig. 5.

1 = Hauptdolomit. 2 = Plattenkalk. 3 = Kössener Schichten. 4 = Oberrätischer Kalk. 5 = Dachsteinkalk. 6 = Lias. 7 = Hornsteinkalke. 8 = Aptychenkalke. 9 = Neokom. 9 unter Paß Strub = Gehängebreccie.

mächtig, daß die Bäche beim Wiedereinschneiden vielfach ihre alten Furchen verfehlten und epigenetische Klammstrecken einsägten.

Auch heute sind diese Täler noch lange nicht ausgeräumt.

Während der Zeit der Ausräumung des eingestopften Moränenschutttes machen die steilen Bäche natürlich in dem weichen Material ganz gewaltige Arbeitsfortschritte, und sie vermögen riesige Schuttkegel zu erbauen. Treffen sie dann wieder aufs Grundgebirge, so sinkt ihre Leistung rapid und sie schneiden sich wieder in ihre eigenen Schuttkegel ein, welche jetzt für sie zu groß geworden sind.

Diese Verhältnisse, welche in ehemals vergletscherten Gebirgen eine weite Verbreitung besitzen, sind in den Tälern der Kirchberggruppe schön zu sehen. So hat z. B. der Griesbach bei Erpfendorf einen so riesigen Schuttkegel aus ausgeräumter Grundmoräne aufgeschüttet, daß er imstande war, die Großache ganz ans andere Ufer zu drängen und das Haupttal durch Stauung zu versumpfen. Die Schuttlieferung solcher mit Moränen verstopfter Talfurchen ist auch eine sehr ungleichmäßige, die z. B. bei Gewittern eine ganz unglaubliche Steigerung erfahren kann. Dann sinkt sie wieder ebenso rasch, und die Bäche verlieren sich oft in ihren Schuttsohlen.

Neben den bei weitem vorherrschenden Anzeichen einer Tieferlegung der Erosionseinschnitte begegnen wir auch bescheideneren Spuren von Tal-erhöhungen durch Aufschüttungen.

Ich führe einige Beispiele aus der Umgebung von Waidring für diese Verhältnisse an.

Zwischen Waidring und dem Piller See durchbricht die Piller-See-Ache in den „Öfen“ einen Felsriegel von Hauptdolomit, während östlich und westlich davon alte verschüttete Talfurchen liegen.

Wie der Querschnitt (Fig. 6) zeigt, wird die Verschüttung in den unteren

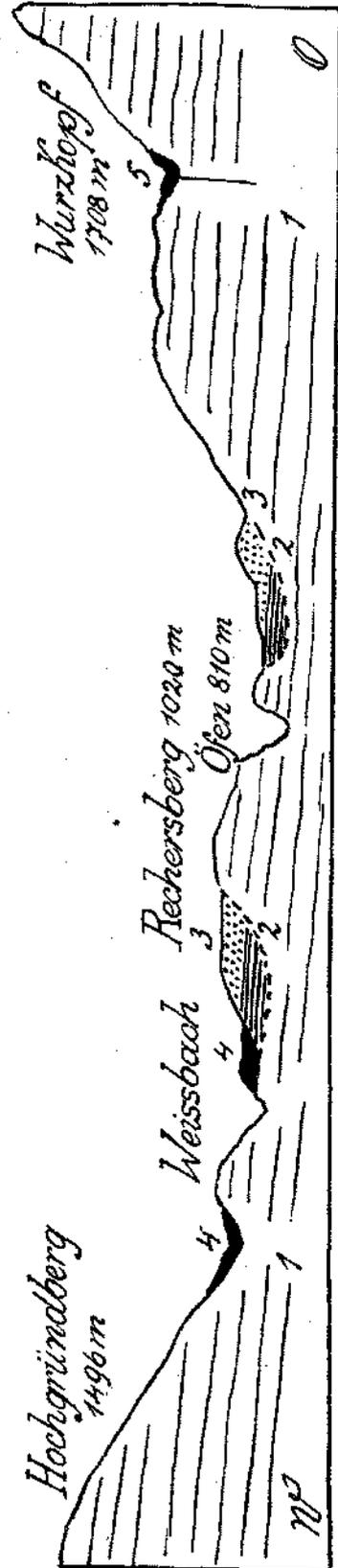


Fig. 6.

1 = Hauptdolomit, 2 = feine, bunte, konglomerierte Schotter, 3 = größere, bunte Schotter, 4 = Grundmoräne, 5 = Gehängebreccie.

Teilen von einem Konglomerat gebildet, das aus bunten, auffällig kleinen Geröllen besteht. Darüber folgen lockere Schotter, welche in der Höhe von Rechersau von Grundmoränen überlagert werden. Die Grundmoräne zieht sich dann nordwärts über die offenbar tief erodierten Schotter ganz in die Schlucht des Weißbaches hinunter.

Die Aufschüttung dürfte hier von zirka 800—1000 m emporgereicht haben.

In der Talstrecke zwischen Erpfendorf und Waidring fallen zwei verschieden hohe Schuttterrassen schon von weitem auf.

Wie der Querschnitt (Fig. 7) vorführt, haben wir es mit einer älteren hohen Talverschüttung mit bunten Schottern zu tun, in welche eine jüngere niedrigere Verschüttung mit mehr lokalen Schottern eingebaut ist. Die ältere Aufschüttung reicht am Reiterberg über 920 m Höhe empor, ist aber meist schon tiefer abgetragen. Sie zeigt keine ebenen Oberflächen mehr, ist vielmehr tief zerschnitten und abgerundet. Überlagerung durch Grundmoränen habe ich nicht getroffen, wohl aber eine Anhäufung von großen erratischen Blöcken.

Die jüngere Verschüttung reicht nur bis ca. 800 m empor, ist wohl eingeebnet und wird von den Bacheinschnitten scharfkantig abgegrenzt. Wie man am Eingang ins Muratal erkennt, nimmt auch Bänderton und Sand am Aufbau dieser Terrassen Anteil. Grundmoräne lagert nirgends darauf, wohl aber sieht man gleich bei Waidring großräumige Auswaschungen derselben und bei Rudersberg und Böckstein liegen kleine Wälle von kantigem Dolomitschutt darauf.

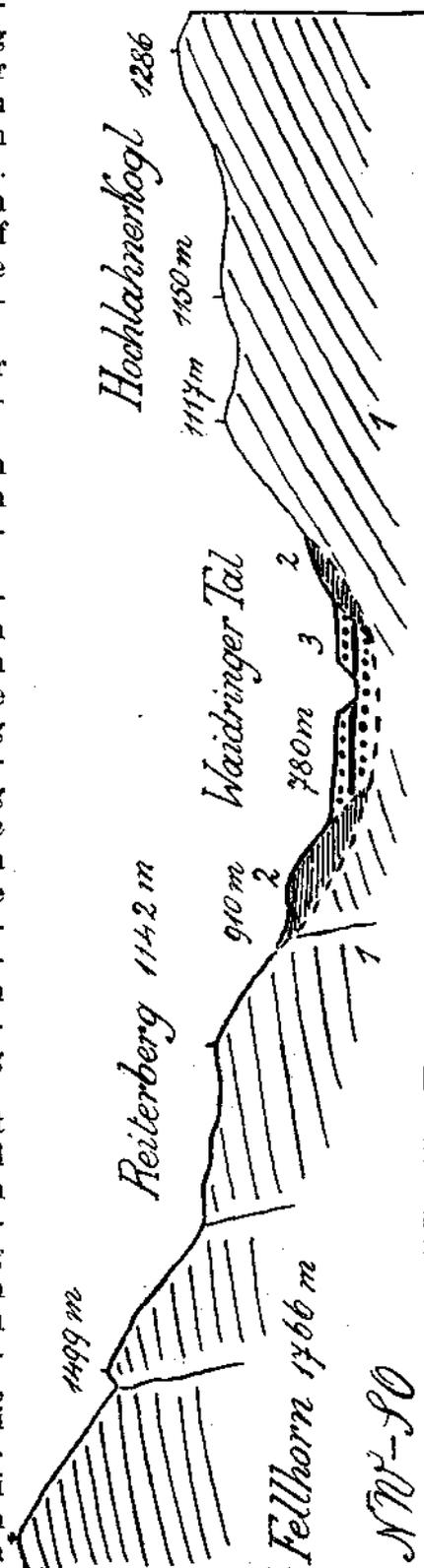


Fig. 7.

1 = Hauptdolomit. 2 = Ältere Aufschüttung von bunten Schottern. Sie bildet heute nur noch tiefabgetragene, abgerundete Terrassen.  
3 = Jüngere Aufschüttung von bunten Schottern, Sand und Bänderton. Diese Aufschüttung bildet scharfkantige Terrassen.

Mit diesen Angaben will ich hier die Beschreibung der aus dem Tertiär überlieferten Großformen und ihre seitherige Umgestaltung beschließen, um nun zu der Untersuchung des Verhältnisses zwischen diesem Niederspannungsgebiete zu den hohen Schubmassen überzugehen. Die Schubmasse des Kaisergebirges ist erst durch die Neuaufnahme als solche erkannt worden, nachdem Leuchs die Hochstellung dieses Gebirges durch vertikale Verwerfungen erklärt hatte und auch heute noch so erklären will.

Im Jahre 1921 hatte ich noch an zwei Stellen eine Auflagerung von Häringener Schichten auf der Kaisergebirgsdecke angenommen.



Fig. 8a.

1 = basale Trias. 2 = überschobene Trias.

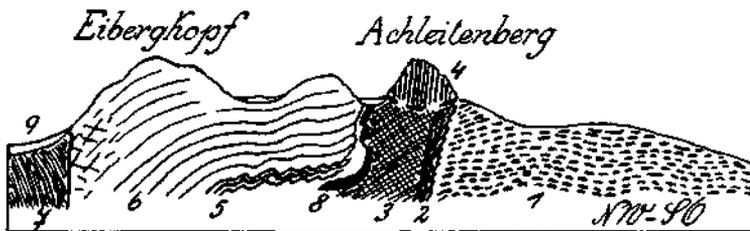


Fig. 8b.

1 = Buntsandstein. 2 = Rauhwacke, Gutensteiner Kalk, Muschelkalk. 3 = Dolomitbreccie. 4 = Muschelkalk, Wettersteinkalk. 5 = bituminöse Lagen in 6. 6 = Hauptdolomit. 7 = Gosaumergel. 8 = Häringener Schichten. 9 = Grundmoräne und Hangschutt.

Die weitere Untersuchung hat aber ergeben, daß dies an der einen Stelle, nämlich im Weißachdurchbruch, sicher nicht der Fall ist, an der anderen Stelle bei Dux eine Einklemmung von unten her ebenso wahrscheinlich wie eine solche von oben her ist.

Das Profil am Weißachdurchbruch (Fig. 8a—8b) ist deshalb sehr interessant, weil es nicht nur zu erkennen gibt, daß die Häringener Schichten nur zum basalen Gebirge gehören, sondern daß auch die Gipfelmassen des Achleitenbergs sowie die gegenüberliegende des großen und kleinen Bölfen Schubmassen sind, die heute von der Kaisergebirgsdecke getrennt sind, zu der sie wohl gehören.

Damit erklärt sich auch der Einschub der Bölfenmasse gegen die Häringener Kohlenmulde und die Verbiegung und Anschoppung der Flöze durch eben diesen Einschub.

Es wird aber auch das merkwürdige „Gosaunest“ von Eiberg nun als ein „Fenster“ unter der Kaisergebirgsdecke deutlich.

Die Ähnlichkeit zwischen den Ablagerungen von Eiberg und jenen von Schwendt im Kössener Becken ist durch die Auffindung der Gosaukonglomerate und der roten Senonmergel vergrößert worden.

Während das Kaisergebirge im Norden weithin auf Tertiär, und zwar auf Oberangerbergschichten aufgeschoben erscheint, zieht sich an seiner Südseite als unmittelbare Fortsetzung der Unterberghorn- und Kirchberggruppe ein Vorgebirge hin, das mit dem Niederkaiser beginnt und sich dann schmaler werdend über den Hintersteiner See zum Becken von Eiberg und Häring verfolgen läßt. Hier weicht die Kaisergebirgsdecke zurück und darunter taucht nun die Gosau von Eiberg auf, über der sich dann weiter westlich die Tertiärablagerungen von Häring einstellen.

Wir sind also immer derselben alten Oberfläche folgend vom Tertiär im Kössener Becken auch hier wieder zu der Tertiärküste im Unterinntal zurückgekommen.

Das heißt mit andern Worten, die Kaisergebirgsdecke ist auf ein Relief überschohen, das sich nicht wesentlich von der alten Auflagerungsfläche des Unterinntaler Tertiärs unterscheidet und das sich westwärts unter die heutige Innebene einsenkt.

Die Einschiebung selbst kann erst nach der Einnuldung des Tertiärs, also am wahrscheinlichsten im Miozän, vollzogen worden sein.

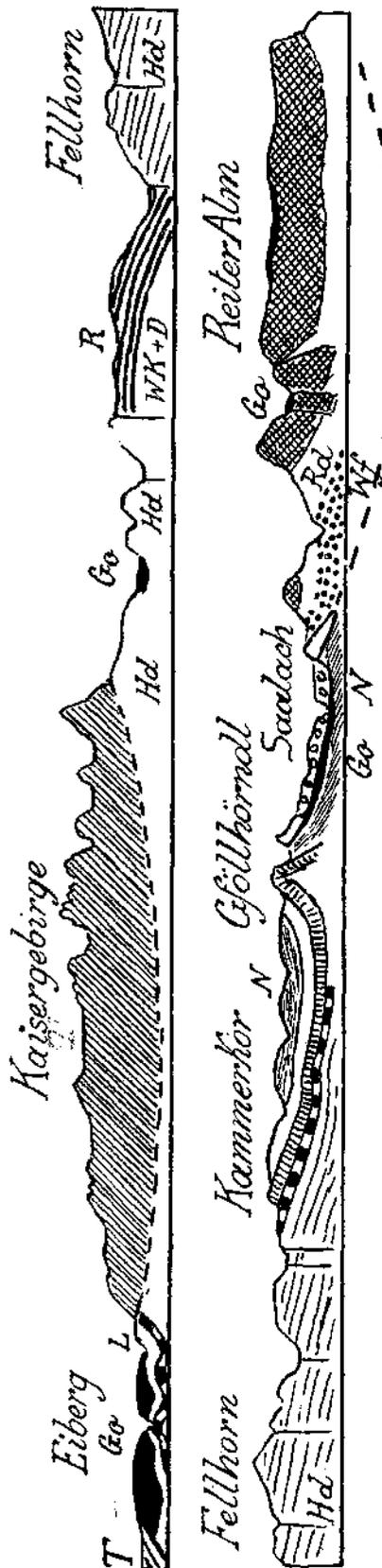


Fig. 9.

Wf = Werfener Schichten. Rd = Ramsandolomit. WK + D = Weitersteinkalk und Dolomit. R = Raibler Schichten. Hd = Hauptdolomit. L = Lias. N = Neokom. Go = Gosauschichten. T = Alltertiär. Schubmasse des Kaisergebirges = schräg schraffiert. Schubmasse der Reiteralm = gegittert.

Vielleicht steht mit dieser Einschiebung auch die Schrägstellung der Unterinntaler Tertiärmulde und die Abknickung und Niederpressung des Pendling-Rauschberg-Zuges in unmittelbarem Zusammenhang.

Wie das Ostwestprofil (Fig. 9) vom Kaisergebirge zur Reiteralm lehrt, gliedert sich das Untertauchen der alten tertiären Oberfläche gegen Westen unter das Kaisergebirge ebenso der weiten mittleren Aufwölbung an wie das Untertauchen gegen Osten unter die Schubmasse der Reiteralm. Nur erfolgt das letztere viel steiler, was aber wahrscheinlich auf Rechnung späterer Störungen zu setzen ist.

Die weite Aufwölbung der tertiären Oberfläche zwischen Kaisergebirge und Reiteralm hat auf den Lauf der Entwässerung einen entscheidenden Einfluß genommen.

Der Inn durchbricht die Kalkalpen gerade an jener Stelle, wo der Pendlingzug vor dem Kaisergebirge ganz niedergedrückt erscheint, und die Saalach folgt deutlich der mächtigen Niederbiegung, in welcher die Schubmasse der Reiteralm lagert.

Die zwei Quertäler, welche dazwischen die Aufwölbung durchbrechen, Paß Grießen—Kohental sowie die Großache, aber laufen mit wirksamen, nordsüdlich streichenden Verwerfungen parallel.

Der Aufbau und Schichtbesitz der Reiteralm- und der Kaisergebirgsdecke sind recht verschieden.

Die Reiteralmdecke ist zunächst einmal zweiteilig. Diese Zweiteiligkeit der Schubmasse ist ganz klar entwickelt, obwohl sich F. Hahn seinerzeit dagegen ausgesprochen hat.

Auf den gegen Osten zu untertauchenden Massen von Kammerkör, Loferer und Leoganger Steinbergen liegen eine Reihe von einzelnen größeren und kleineren Schubschollen mit abweichender Schichtentwicklung in Hallstätter Fazies.

Es ist möglich, daß der von F. Hahn als Abart des Dachsteinkalkes beschriebene sogenannte Lerchkogelkalk zum Wettersteinkalk gehört.

Damit würde diese untere in einzelne Keile und Schollen aufgelöste Schubmasse der Kaisergebirgsdecke etwas näher gerückt, wenn auch immerhin noch genug Unterschiede bestehen bleiben.

Große Ähnlichkeit besitzen diese Schubschollen an der Saalach mit jenen des Roßfeldes, der Halleiner und Lammer Gegend nicht nur in der kleinscholligen Tektonik und in der Schichtentwicklung, sondern vor allem auch in der tektonischen Einordnung unter die Schubmasse des Untersberges, welche ja genau der Reiteralmdecke entspricht.

Für eine solche Zweiteilung haben sich auch bereits Pia und Spengler ausgesprochen. Neu ist der Befund, daß nördlich von Lofer in ziemlich großer Erstreckung Reste von Gosauschichten, entlang der Überschiebungsränder, zu finden sind, welche wohl nur durch die Schirmwirkung der Schubmassen aufbewahrt wurden.

Die Gosauschichten zeigen eine reiche Gastropodenführung und den Einschluß von Pechkohlen.

Die Reiteralmdecke selbst besteht von unten nach oben aus Werfener Schichten (nicht Buntsandstein!), Ramsaudolomit, Spuren von Raibler Schichten, Dachsteindolomit und Dachsteinkalk.

Von jüngeren Schichten sind nur eine Reihe von kleineren Hierlatschollen erhalten.

Mit tiefer und scharfer Transgression liegt dann die Gosau darüber gebreitet.

Die unmittelbare Fortsetzung der Reiteralm bildet das Lattengebirge und das Untersbergplateau bei Salzburg.

Sie zeigen einen sehr ähnlichen Schichtgehalt und äußeren Aufbau, nur daß z. B. auf dem Untersberg noch größere Massen von Tithonkalk von der Gosautransgression verschont wurden.

In den Werfener Schichten schalten sich in der Gegend von Hallein und Berchtesgaden größere Massen von salzführendem Haselgebirge mit exotischen Gesteinsschollen ein.

Die Entwicklung der Werfener Schichten mit fossilreichen Kalken und Mergeln ist deutlich von dem echten Buntsandstein mit seinen bunten Quarzsandsteinen und seinen blutroten Schiefen verschieden, wie er an der Südseite des Kaisergebirges, der Kirchberggruppe und der Leogänger Steinberge prächtig ansteht.

An der Zusammengehörigkeit der Schubmassen von Reiteralm—Lattengebirge—Untersberg ist ebensowenig mehr zu zweifeln wie an der Unterlagerung dieser mächtigen Schubdecke durch eine tiefere, ganz in Einzelschollen aufgelöste Bewegungsmasse.

Diese Unterlagerung tritt allerdings im wesentlichen nur an der West- und Ostseite entlang des Saalach und Salzachdurchbruches, nicht aber in der Mittelregion zutage.

Über das Alter der Einwanderung dieser Schubmassen gehen die Ansichten derzeit weit auseinander.

Nach den Angaben der bayrischen Geologen soll der Einschub der „Berchtesgadener Decke“ bereits vorgosauisch erfolgt sein.

Auch die Kartendarstellungen von F. Hahn für das Saalachgebiet, Gillitzer für die Reiteralm, Lebling für das Lattengebirge, Fugger für den Untersberg lassen eine enge Verkittung durch Gosau und Tertiär mit dem basalen Gebirge bestehen.

Ich möchte demgegenüber wenigstens als Arbeitshypothese auch für diese große Schubmasse einen tertiären Einschub in Erwägung und Prüfung ziehen.

Es hat sich ja auch für das Kaisergebirge erst in der neuesten Zeit nach wiederholter Prüfung die tertiäre Einwanderung als wahrscheinlich herausgestellt.

Auffallend bleibt weiter die schräge Nordfront dieser Schubmasse, welche ähnlich wie die Schrägstellung der Unterinntaler Tertiärmulde verläuft und das Auftauchen der stark gestörten Tertiärschichten in dem tiefen Einschnitt zwischen Lattengebirge und Untersberg.

Vom morphologischen Standpunkte ist die Einwanderung der Schubmassen auf ein „Tertiärrelief“ die einfachste Lösung, welche sich am engsten an das heute vorliegende Landschaftsbild anschließt und die geringsten Erosionseingriffe erfordert.

Die Hochstellung der Schubmassen ist dabei bereits als solche gegeben.

Wenn man die weitere Annahme hinzufügt, daß diese Schubmassen nicht als eine streng zusammenhängende Decke, sondern bereits

aufgelöst in einzelne große Schollen ihre Einwanderung vollführten, so erspart man für die Erklärung der heutigen Formen weiter riesige Erosionsbeträge.

Für eine solche Annahme kann man mehrere Gründe geltend machen.

Die Schubkörper liegen heute hier ersichtlich in weiten Mulden des basalen Gebirges.

Diese Erscheinung kann auf drei verschiedene Arten gedeutet werden.

1. Sie sind nur in den tiefen Mulden vor der Abtragung bewahrt geblieben.

2. Sie sind als freie Schollen vor allem in Mulden hineingeglitten.

3. Sie haben durch ihr eigenes Gewicht den Untergrund muldenförmig eingedrückt.

Die erste Erklärung setzt große geschlossene Schubmassen voraus.

Die zweite ist nur möglich beim Vormarsch getrennter Schollen.

Die dritte ist bei aufgelösten, aber auch bei geschlossenen Schubmassen denkbar, wenn letztere durch die Erosion entsprechend vorher zerschnitten worden sind.

Es ist nun zu fragen, welche von diesen Erklärungen für unser Gebiet die größte Wahrscheinlichkeit für sich hat.

Wenn die Schubmassen als eine geschlossene Decke eingewandert sind so müßte dies bereits in vorgosauischer Zeit gewesen sein, ja die Schubmassen müßten zur Zeit der Gosautransgression nahezu auf ihre heutige Schollengröße zugeschnitten gewesen sein, weil sich sonst die Gosauablagerungen unmöglich zugleich zu ihren Füßen und auf ihren Köpfen hätten niederschlagen können.

Diese Erklärung der vorgosauischen Einwanderung der großen Schubmassen, welche ich selbst durch lange Zeit für sehr wahrscheinlich hielt, zwingt uns, in die vorgosauische Zeit nicht nur die größten Massentransporte, sondern auch die größten Erosionsleistungen einzusetzen, weit größere als wie sie in nachgosauischer Zeit hier zu erkennen sind. Dies verleiht dieser Erklärung einen etwas verdächtigen altehrwürdigen Anstrich.

Dazu kommt die weitere Unwahrscheinlichkeit, daß das Gosaumeer die großen Höhenunterschiede zwischen dem Fuß und dem Kopf der mächtigen Schubkörper nicht nur überflutet, sondern auch insedimentiert haben soll. Morphologisch ist diese Ableitung nicht gut verständlich.

Der Gegensatz eines Niederspannungsreliefs zu einzelnen Hochelementen soll bereits in vorgosauischer Zeit durch Erosion angelegt und im wesentlichen bis heute erhalten worden sein.

Das ist eine entschieden viel zu weit gehende Veralterung der Landschaftsformen, welche die ganze seitherige Erosionswirkung allzu gering bewertet.

Ich möchte also demgegenüber die Hypothese einer tertiären Einwanderung der Schubmassen in den Vordergrund der Beachtung und Prüfung rücken.

Diese Hypothese zwingt zur Annahme, daß die Gosauschichten auf dem basalen Gebirge und auf den Schubmassen ursprünglich getrennte Bildungen waren, die erst durch die großen Überschiebungen benachbart wurden.

Ein sehr großer Teil der Beobachtungen ist in den ganzen Nordalpen mit dieser Deutung ohne weiteres vereinbar.

Andere Angaben stimmen damit nicht zusammen, und es ist daher für diese eine neuerliche Prüfung unerlässlich.

Was endlich die Frage betrifft, ob unsere Schubmassen als zusammenhängende Decke oder aufgelöst in Schollen über das Tertiärrelief eingewandert sind, so möchte ich der letzteren Meinung den Vorzug geben.

Damit verlasse ich das Gebiet der Schubmassen und wende mich der Morphologie der Loferer und Leoganger Steinberge zu, welche wieder ein anderes und selbständiges Hochgebirgsrelief innerhalb der Niederspannungen bedeuten.

Ihre Hochstellung tritt von Norden, Westen und Süden dem Beschauer besonders wirkungsvoll gegenüber, während dies von Osten her weniger der Fall ist.

Am auffallendsten ist die machtvolle Hochstellung gegenüber der niedrigen und alteingeebneten Kirchberggruppe, welche durch die tiefe Furche des Pillerseetales von den hohen Steinbergen getrennt wird.

Ein Höhenunterschied von etwa 800 m trennt die beiden in ihrem Schichtfundament eng verwachsenen Gebirge.

Noch größer aber ist vielleicht der Unterschied in ihren Oberflächenformen.

Die Loferer und Leoganger Steinberge werden selbst wieder durch die breite und tiefe Furche des Römersattels voneinander geschieden.

Diese gewaltige Furche zwischen den beiden Hochgebirgen ist eine mehrteilige (Fig. 10) und enthält in dem langen wohlzugerundeten Rücken des Hochsäl ein Flächenstück, das offenbar mit den Erhebungen der Kirchberggruppe in Übereinstimmung steht.

Bemerkenswert ist hier weiter der Umstand, daß die hier durchstreichende Zone der Raibler Schichten nicht mit den tiefsten Sattelleinschnitten zusammenfällt.

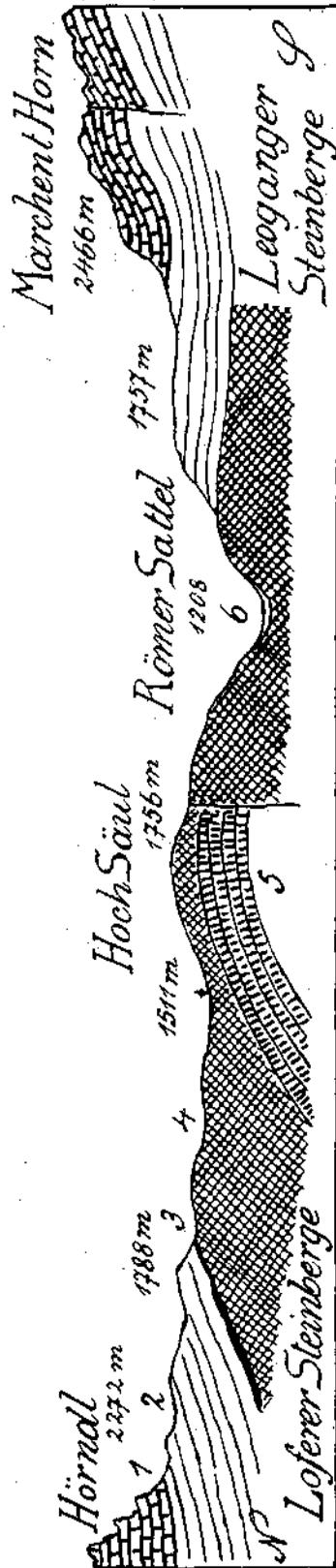


Fig. 10.

1 = Dachsteinkalk. 2 = Dachsteindolomit. 3 = Raibler Schichten. 4 = Wettersteindolomit. 5 = Wettersteinkalk. 6 = Schuit.

Es ist nun von Interesse, daß die tiefe Furche des Römertales in ihrer Uranlage bereits zur Zeit der Einschiebung der großen Schubmassen vorhanden war.

Dies ergibt sich unmittelbar schon aus der Karte von F. Hahn im Jahrbuch 1913.

Während sonst am ganzen Ostrande der Loferer und Leoganger Steinberge der Dachsteinkalk samt jüngeren Schichten die Basis der Schubdecken bildet, fehlt genau in der Fortsetzung des Römertales die mächtige Dachsteinkalkzone und die verschleppten Neokomschichten stoßen unmittelbar an den Ramsaudolomit.

F. Hahn hat dieses Verhältnis durch eine Verwerfung zu erklären versucht.

Ich glaube aber, daß die Annahme einer alten Furche die Erscheinungen hier zutreffender erklärt.

Danach wäre die Entzweischneidung der Loferer und Leoganger Steinberge schon zur Zeit der großen Überschiebungen wenigstens in der Uranlage vorhanden gewesen.

Wenn wir nun diese beiden Gebirge näher betrachten, so fällt uns einmal ihre große Ähnlichkeit auf, welche auf gleichem Material und ähnlichem Bauplan beruht.

Weiter tritt bei beiden Gebirgen der Gegensatz zwischen je drei schroffen, wild zerrissenen Flanken und je einer merkwürdig ruhig, breit und gelassen geformten Oberfläche klar hervor, welche letztere ungefähr parallel mit den Schichtflächen gegen NO zu niedergebogen erscheint.

Der Gegensatz dieser beiden Formenwelten bildet für den Morphologen eine reiche Quelle von Anregungen und Einsichten. Ich versuche, diesen Gegensatz der Formen im folgenden lebendig zu machen und eine mechanische Begründung für seine Herausbildung zu geben.

Jede dieser Formengruppen ist für sich selbständig und in sich geschlossen. Im Verhältnis zueinander erweisen sich aber die steileren Formen insofern als die lebendigeren, als sie die flacheren verzehren.

In diesem Sinne kann man auch die einen als Alt-, die anderen als Neuformen bezeichnen.

Die Altformen werden durch einfache und großangelegte Raumgestaltung charakterisiert. Sie erinnern mit ihren schönen, weiten, hellen Räumen an die stillen alten Herrenhäuser mit ihren breiten Treppen und Gängen und hohen Gemächern.

Die Steilhänge der Neuformen dagegen weisen eine zusammenlaufende, bis ins kleinste zweckmäßig geordnete Regelung, ein tausendfältiges reich verzweigtes Furchennetz auf, das der Erosion nicht nur zahllose Angriffsstellen, sondern auch dem Bruchschutt die schnellste Abfuhr ermöglicht.

Diese schroffen, manchmal an 2000 m hohen, einheitlich von oben bis unten zerfurchten Steilhänge tragen die Neuheit und Unbeständigkeit ihrer Formenwelt klar genug zur Schau und beweisen dies noch weiter durch die riesigen Schuttkegel, welche ihren Schluchten entströmen. Sie gehören zu den veränderlichsten Formen der Landschaft und zu ihren mächtigsten Schuttlieferanten.

Im Bereiche der Altformen sinkt dagegen die Schuttlieferung auf ein Minimum, und für die Abfuhr ist keine gute Vorkehrung getroffen.

Wer die merkwürdig steil aufgewölbten und von unten bis oben breitsohligen Hochtäler im Bereiche der Altformen hinaufsteigt und die anschließenden Kare durchwandert, wird über die Schuttarmut erstaunt sein. Weit und breit tritt der Fels nackt zutage. Dies ändert sich nicht, ob das Tal nun in Dachsteinkalk oder in Dolomit eingeschnitten liegt.

Diese Armut betrifft aber nicht nur den postglazialen, sondern auch den glazialen Schutt.

Wir finden hier im Bereiche der Altformen nur recht geringfügige Moränen aus der Zeit der Vergletscherungen, wogegen im Bereiche der Neufornen vielfach gewaltige Moränen und Blockmassen der Lokalvergletscherung lagern.

Auch die Gehängebreccien haben sich ausschließlich innerhalb der Neufornen angesiedelt.

Es macht den Eindruck, als ob die Altformen für den Aufenthalt und die Bewegung von Eismassen so vollkommen passend eingerichtet waren, daß das Eis der letzten Eiszeit an den vorliegenden Formen nur wenig mehr zu ändern fand.

So einheitlich die Altformen aus der Ferne wirken, so erkennt man doch in der Nähe auch hier noch Reste älterer Formen.

So umspannt z. B. in der Umgebung der Schmidt-Zabierow-Hütte (Fig. 11) ein höherer Felsaum das mehrteilige tiefe Kar der

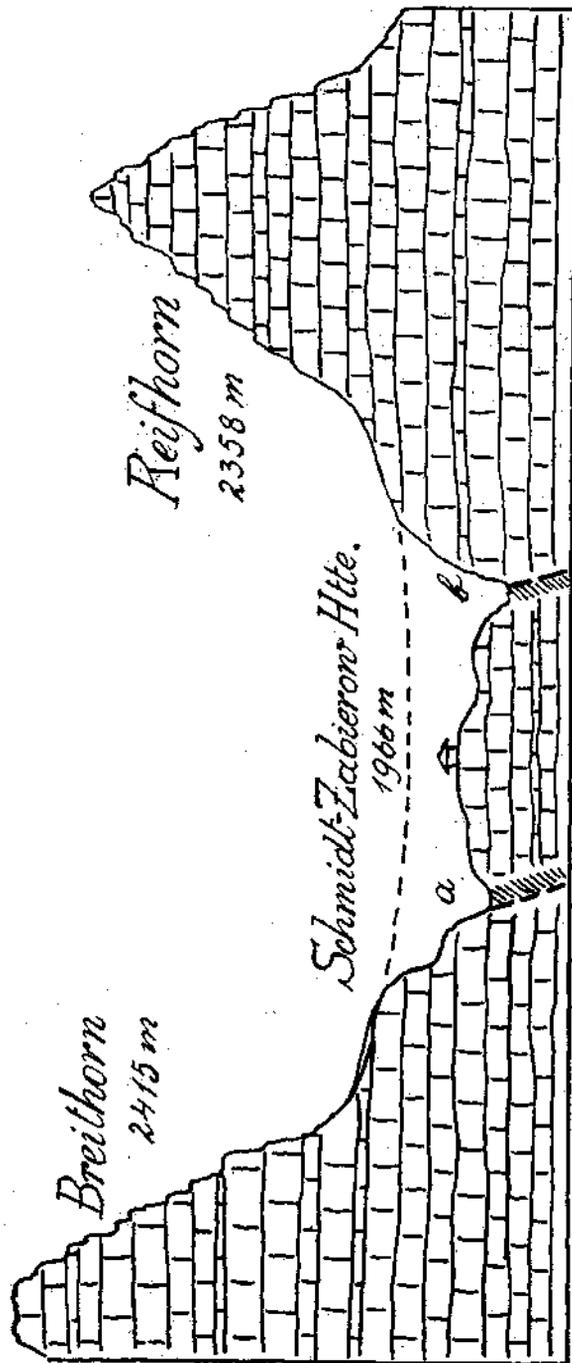


Fig. 11.

*a, b* = Verschiebungszonen im Dachsteinkalk.

Wehrgrube, welches also in einem noch breiteren und höheren Karboden eingesenkt erscheint.

Die Kare selbst sind vielfach wohl durch dolinenartige Verwitterung trichterförmig vertieft.

Interessant ist, wie auch Fig. 11 zeigt, daß die größeren Störungslinien sich durch leichtere Verwitterbarkeit tiefer einprägen und auf den Gratenscharten und in den Karen Gassen bedingen.

Der Gegensatz zwischen den breiten Felssohlen und den steilen Seiten- und Gipfelwänden ist ungemein scharf ausgeprägt.

Vielfach sind hier die Hohlkehlen noch ohne Verschüttung im blanken Fels zu sehen. Man wird diese Hohlkehlen wohl nur durch die Einwirkung des bewegten Eises, und zwar durch seine ausschleifende Tätigkeit erklären können, weil dieselben auch bei verschiedenen Schichtneigungen immer gleich sauber ausgeführt erscheinen. Da solche Ausschleifungen ja nur möglich sind, wenn das bewegende Medium von einer Talseite zur andern reicht und so eine entsprechende Gegenpressung vorhanden ist, so können dieselben wohl nur zur Zeit der Großvergletscherungen ausgebildet worden sein, wo die Kar- und Talräume genügend hoch mit fließendem Eise erfüllt waren. Jedenfalls bieten diese blanken Felssohlen mit den seitlichen Hohlkehlen und Steilwänden ohne viel Verschüttung prachtvoll Beispiele für breit-U-förmige Talumformungen durch das fließende Eis.

Während aber der Querschnitt dieser Täler ausgezeichnet dem eines verhältnißmäßig breiten glazialen Taltroges entspricht, stimmt der Längsschnitt ganz und gar nicht dazu.

Wenn wir den Querschnitt durch die Loferer Steinberge (Fig. 12) näher betrachten, so wird uns diese Erscheinung offenbar. Der Querschnitt zeigt zunächst die starke Einseitigkeit zwischen der Alt- und Neufarmseite, weiter aber auch, daß die Altformseite konvex, die Neufarmseite konkav gebaut ist.

Während das Altformtal in voller Breite und in einem Schwunge sich bis zur Karschwelle aufwölbt, zeigt das letztere einen gut abgegrenzten, ziemlich tiefliegenden Trogrand und Trogschluß. Die darüberliegenden Karnischen sind dafür undeutlicher und verkümmert. Es scheint mir dies wieder ein Hinweis zu sein, daß die Anlage von Trogrändern und Stufen weniger auf die Wirkung von Eisströmen als auf jene von Hebungen zurückzuführen ist.

Ich gehe nun dazu über, das Zustandekommen eines solchen Formenunterschiedes zu erklären. Es ist wohl ziemlich naheliegend, die Hochstellung der Loferer und Leoganger Steinberge mit ihren hochaufgewölbten Altältern (scherzweise „Brust-heraus-Täler“ genannt) durch eine entsprechende Aufbiegung tektonisch zu begründen.

Sucht man aber nach den Verwerfungen, welche etwa dieses aufgehobene Stück Land gegen das tiefere Umland abgrenzen sollen, so sind keine entsprechend großen Linien nachzuweisen.

Andererseits ist die Erscheinung einer Heraushebung und Aufbiegung gerade bei den Loferer und Leoganger Steinbergen außerordentlich klar entwickelt.

Dies hat mich nun auf den Gedanken gebracht, daß die Heraushebung nicht mit einem großen Ruck, sondern vielleicht mit vielen kleineren erfolgt ist, welche sich nicht zu einer einheitlichen Verwerfung, sondern nur zu einer Störungszone summieren lassen.

Eine solche Störungszone ist nun tatsächlich rings um die Heraushebungen her an manchen Stellen durch kleine staffelförmige Verwerfungen und die Einschaltung von Mylonitisierungszonen festzustellen. Besonders deutlich ist dies an der West- und Südseite der Loferer Steinberge zu sehen, wo z. B. der Ausstrich der Raibler Schichten wie das Zickzackband einer Kreuzotter erscheint. Vielleicht zeigen hier die starken Erschütterungen, welche vor einiger Zeit die Umgebung von St. Ulrich am Piller See betrafen, die Fortdauer solcher Verschiebungen längs der Hebungszone der Loferer Steinberge an.

Es ist nun eine wichtige Frage, ob vielleicht die Gebiete der Neuformung Gebiete von jüngeren und intensiveren Störungen sind als die Gebiete der Altformung.

Dies würde einen Zusammenhang von Tektonik und Morphologie von großer Tragweite bedeuten.

Untersucht man nun mit dieser Fragestellung die Gebiete der Alt- und Neuformen in den Loferer und Leoganger Steinbergen, so erkennt man bald, daß eine Reihe von größeren Verwerfungen beide Gebiete durchschneiden, sonst aber die Störungen im Gebiete der Neuformen wahrscheinlich zahlreicher und vor allem dichter aneinandergerückt sind.

Noch größer aber ist der Unterschied in bezug auf die Mylonitisierungszonen.

Hier sind die Gebiete der Neuformung bei weitem überlegen.

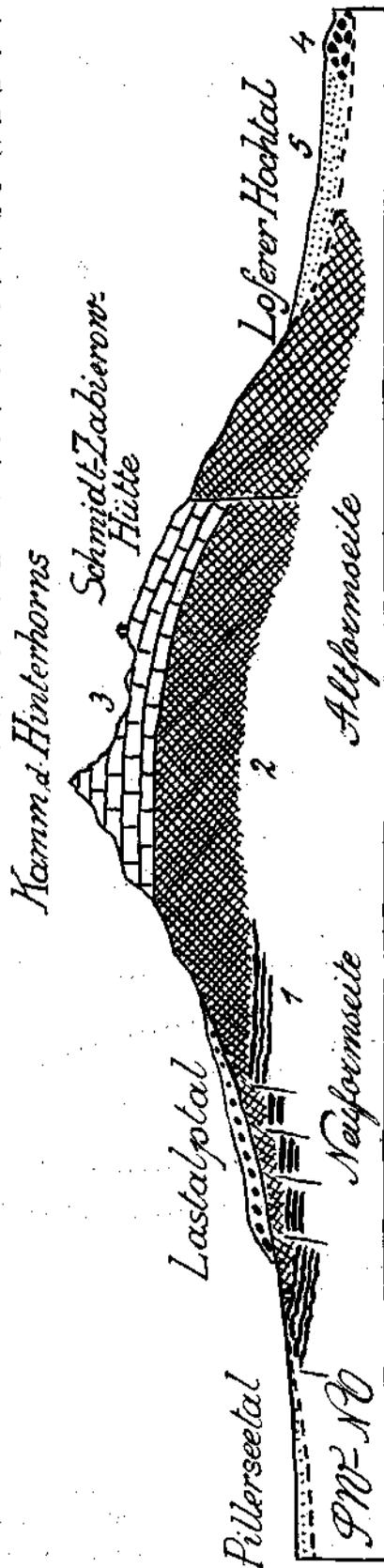


Fig. 12.

1 = Raibler Schichten. 2 = Dachsteindolomit. 3 = Dachsteinkalk. 4 = Blockmoräne. 5 = Talverschüttung.

Faßt man diese Erfahrungen zusammen, so kann man etwa sagen, daß sich die Heraushebungen an Störungszonen vollziehen, wobei die kleinscholligen Verwerfungen und die Gesteinszertrümmerungen vielfach eine führende Rolle für die Leitung der Erosionswirkungen innehaben.

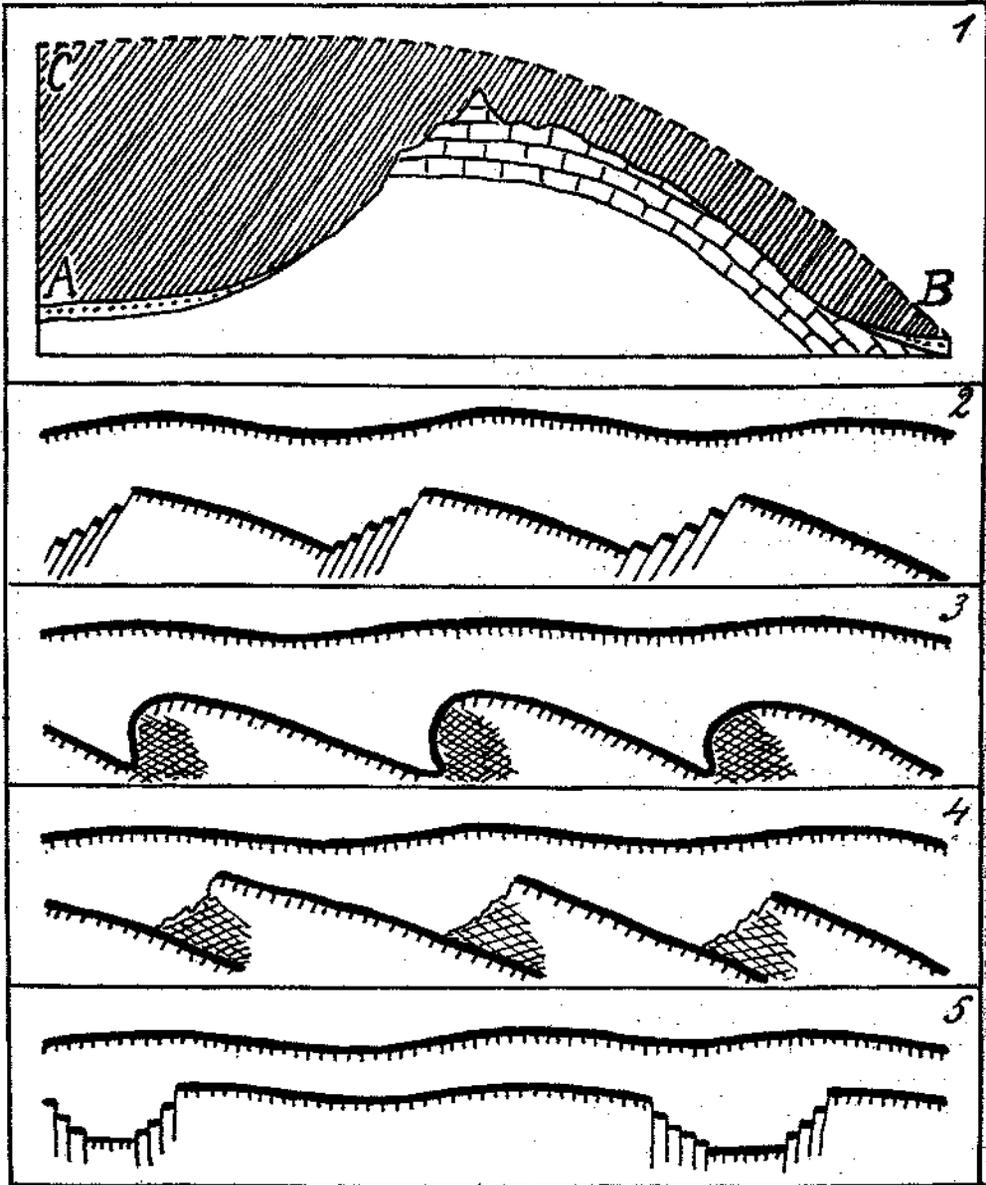


Fig. 13.

1 = Die Herausschneidung der Loferer Steinberge aus einer einheitlichen Aufwölbung der Triasschichten würde einen gewaltigen Arbeitsunterschied zwischen Konvex- und Konkavseite ergeben. 2—5 = Beispiele von wechselnd sanfter und schroffer tektonischer Umformung eines alten Oberflächenstückes.

Fig. 13 soll einige hiehergehörige tektonische Umformungen schematisch vor Augen führen. Es ist die Frage, ob z. B. die heutige Grundform der Loferer Steinberge aus dem gegebenen Urblock-A-B-C bei

ruhender Tektonik lediglich von der Erosion herausgeschnitten wurde oder ob dabei die Tektonik durch eine Reihe von Hebungen und Verbiegungen mitbeteiligt war.

Die Mitbeteiligung der Tektonik kann eine recht verschiedene sein.

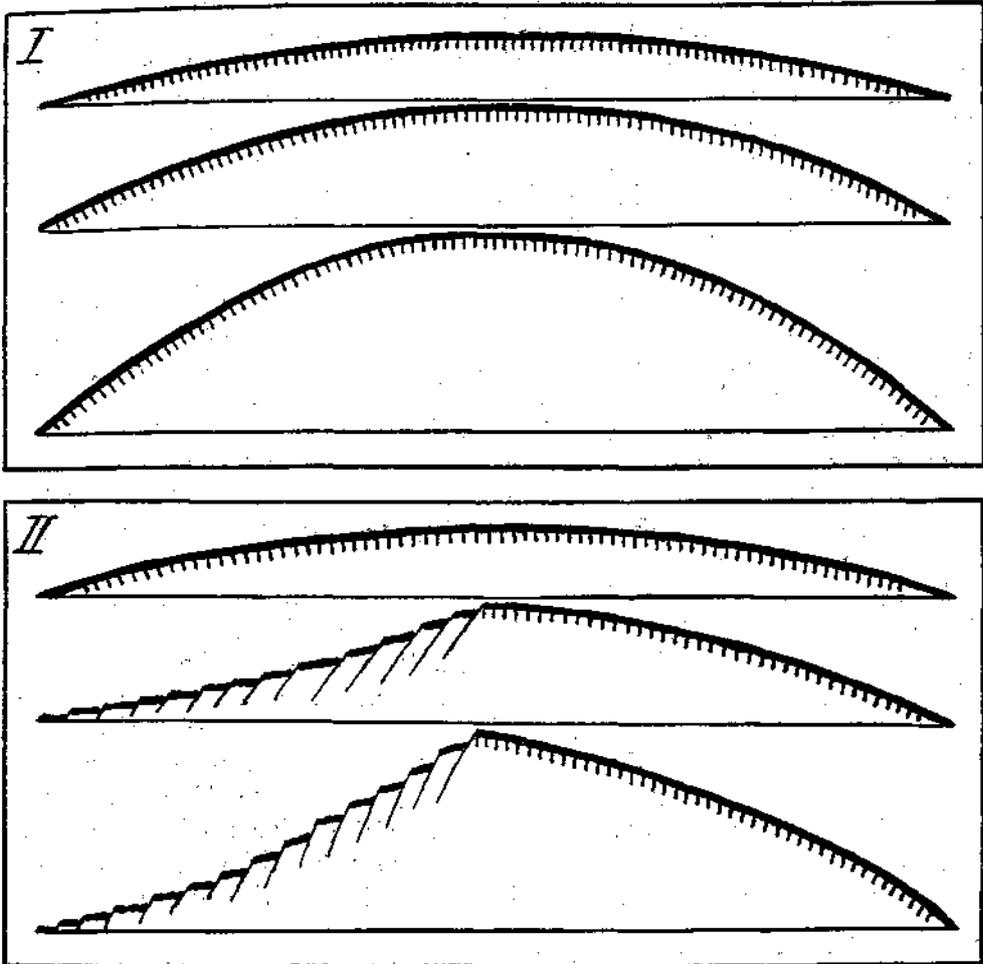


Fig. 14.

*I* = Formengruppe mit sanfter Aufwölbung, welche der Erosion keine neuen Angriffsstellen eröffnet. *II* = Formengruppe mit sanfter und schroffer Erhebung. Die schroffe Seite bietet der Erosion zahlreiche neue Angriffsstellen.

Die Beispiele von Fig. 13 zeigen übereinstimmend, wie durch eine schroffere Tektonik jeweils der Angriff und der Fortschritt der Erosion außerordentlich begünstigt und belebt wird.

An solchen Stellen schlägt dann gleichsam die Neuschaffung von Formen ihre Werkstätten auf, die durch ihre ständig wechselnden und oft überraschend kühnen Formen unser Entzücken erregen.

Die Altformen aber vermögen sich im Schutz sanfter Verbiegungen selbst zwischen schroffen Störungszonen lange zu erhalten.

Damit kommt man zu dem mechanischen Prinzip von der Erhaltung von Oberflächenformen durch tektonische Schonung und der raschen Zerstörung durch eine schroffere Tektonik.

Es ist also nicht so sehr der reine Betrag einer Hebung oder Verbiegung, als vielmehr die Form derselben, welche die Wirkung und den Fortschritt der Erosion entscheidet.

Wie das Schema Fig. 14 zeigen soll, können sanft gehobene oder verbogene Flächenstücke selbst bei hohen Spannungen ihre Formen bei gleichem Material sehr lange ähnlich bewahren, während die Bereiche intensiver Störungen der Erosion vielmal günstigere Angriffsstellen offen halten und also Zonen der lebhaften Neuformung bedingen. Die Unterschiede in der Geschwindigkeit der Zerstörung von Landoberflächen im Bereiche von ruhiger und von schroffer Tektonik sind bedeutend.

Es ist recht wahrscheinlich, daß auch ein Großteil der Bergstürze ins Gebiet der Neuformungen gehört und ein gesteigerter Ausdruck derselben ist.

Ebenso scheinen die Gehängebreccien, sofern überhaupt kittbarer Schutt vorliegt, in die Neubauzonen zu gehören, offenbar wegen der hier oft riesig gehäuften Schuttlieferungen. Im übrigen erstreckt dieses Prinzip seine erkennbare Wirksamkeit von mikroskopischen bis zu kontinentalen Dimensionen. Der große Fortschritt der Erosion in den Gebieten andauernder Störungen beruht vor allem darauf, daß hier die Tektonik bereits in größtem Stile die Aufbereitung des Felsmaterials besorgt hat und so der Erosion fast nur mehr die Lockerung und Wegschaffung des Bruchschuttes zufällt.

Das Prinzip der tektonisch mitbegründeten langen Erhaltung oder raschen Zerstörung von Oberflächenteilen gestattet auch die Gesamtbeträge der Erosion für eine Erklärung der heutigen Formen in vielen Fällen wesentlich zu vermindern. Wenn wir z. B. eine alte Verbnungsfläche in zirka 2000 *m* Höhe treffen und die angrenzenden Tal-furchen vielleicht 1500 *m* tief dagegen eingeschnitten sind, so braucht man bei stabiler Tektonik einen Erosionsbetrag von zirka 1500 *m*, dagegen bei mobiler Tektonik vielleicht nur die Hälfte oder noch weniger von diesem Betrage zur Erklärung dieses Höhenunterschiedes. Natürlich gilt dies aber nur, wenn die gleichzeitige Tektonik die Wirkung der Erosion unterstützt.

Hier sind, wie Fig. 15 veranschaulichen soll, schon in dem Zusammen-spiel der Tektonik einer Mittelscholle mit zwei Nachbarschollen viele Kombinationen möglich.

Es zeigt sich dabei, daß zur Schaffung einer und derselben Relief-spannung eine Reihe von Bewegungsmöglichkeiten vorhanden sind.

Ihre Anzahl erhöht sich bedeutend, wenn man außer Ruhelage, Hebung oder Senkung der Schollen auch noch drehende Bewegungen und ver-schiedene Zeitlichkeit der Vorgänge ins Auge faßt.

Für die morphologische Betrachtung der Landschaft liegen indessen die Verhältnisse wesentlich einfacher.

Zunächst kommt es nur auf den Betrag der erzeugten Reliefspan-nungen an, wobei es nebensächlich bleibt, wie dieselben zustande kommen. Die morphologische Betrachtungsweise ist hierin viel relativer als etwa die rein tektonische. Das ersieht man auch unmittelbar aus Fig. 15, wo die graphischen Darstellungen das morphologisch gleichwertige Resultat jeweils von mehreren Kombinationen angeben.

Weiter schafft dann der Gegensatz zwischen tektonisch geschonten und tektonisch strapazierten Stellen die Abgrenzung der Bereiche von Formerhaltung und Formzerstörung.

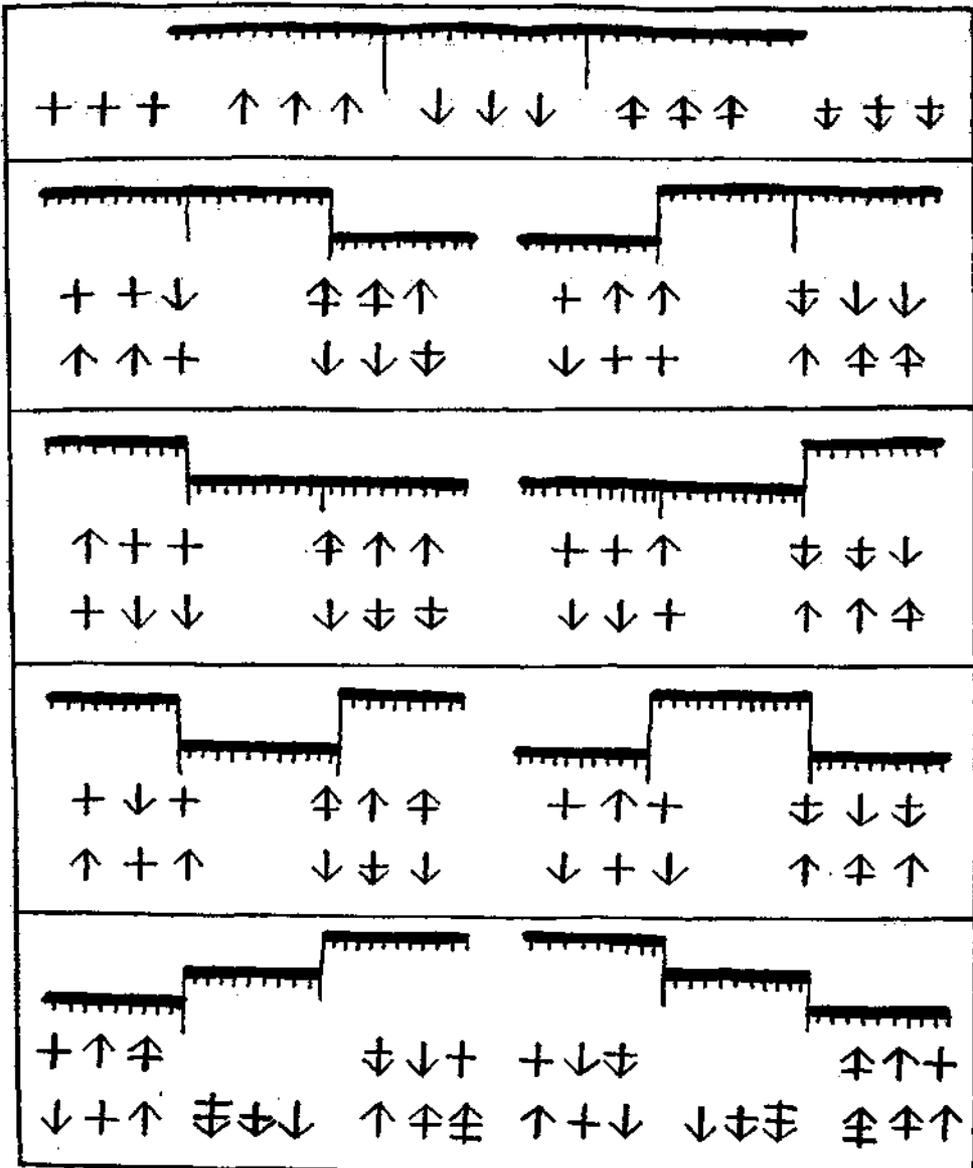


Fig. 15.

+ = Ruhelage. ↑ = geringe Hebung. ⤴ = starke Hebung. ⤵ = sehr starke Hebung. ↓ = geringe Senkung. ⤴ = starke Senkung. ⤵ = sehr starke Senkung. Ausgezeichnet ist jeweils das morphologische Ergebnis der darunter verzeichneten möglichen Kombinationen. Die dicken gezähnten Striche bedeuten Oberflächen, die dünnen vertikalen Linien Verschiebungen.

Andererseits kann die Tektonik in der einen Richtung reliefvergrößernd, in der andern reliefvermindernd mitarbeiten.

Ich beschließe damit diese Untersuchung, obwohl noch eine Reihe von morphologischen Beobachtungen anzuführen wäre.

Einen Teil derselben hat übrigens schon Machatschek in seiner großen Morphologie der Salzburger Kalkalpen vorgebracht.

Das Gebiet im Norden der Loferer und Leoganger Steinberge ist von Hahn, Klebelsberg und Leyden morphologisch untersucht worden, das im Süden anschließende Gebirge der Kitzbühler Alpen von Bettina Rinaldini.

Die geologische Neuaufnahme der Kirchberggruppe hat Kerner-Marilaun ausgeführt und über die Pillerseefurche hat Lichtenegger eine neue morphologische Bearbeitung vorbereitet. Man kann also nicht behaupten, daß es hier derzeit an morphologischen Studien fehlt.

Inwieweit sich dieselben schon heute unter einen Hut bringen lassen, will ich an dieser Stelle nicht weiter untersuchen.