

Über die Verwendung der SchuttAusstrahlung zur Erkennung von Gebirgsverschiebungen.

Von Otto Ampferer.

(Mit 6 Zeichnungen.)

In der Arbeit „Über das Verhältnis von Aufbau und Abtrag in den Alpen — Jahrbuch 1923 —“ wurde von mir der Versuch gemacht, einen großen Gebirgskörper samt seinem umschließenden Vorland einmal nur als zusammengehörige Abtragungs- und Aufschüttungsräume im Verlaufe geologischer Zeiten zu betrachten.

Diese Betrachtungsweise hat nun gewisse Unregelmäßigkeiten in der Vorlandssedimentation schärfer beleuchtet und zu der Vorstellung geführt, daß dieselben am leichtesten durch Großbewegungen des ganzen Gebirgskörpers erklärbar sind.

Ich möchte nun in der folgenden Arbeit diese Methode noch weiter ausbauen und gebrauchsfertiger machen, zugleich aber auch einen Irrtum richtigstellen, welcher auf eine mir heute unerklärliche Weise in der oben erwähnten Arbeit stehen geblieben ist.

Es ist dies die Verwechslung von Flysch und Molasse in dem Schema Fig. 7 auf Seite 132 und in der dazugehörigen Beschreibung.

Wie es ja wohl nahe liegt, soll in diesem Schema das System von Flysch und Flyschalpen über das System von Molasse und Molassealpen geschoben erscheinen und es sind daher die Bezeichnungen Flyschalpen und Molassealpen irrtümlich miteinander vertauscht.

Als Grundlage der Überlegungen dient die Vorstellung der SchuttAusstrahlung eines Gebirges gegen sein Umland.

Diese SchuttAusstrahlung kann in ihrer Intensität und Reichweite außerordentlich schwanken, sie wird aber nur unterbrochen, wenn das Gebirge tektonisch versenkt oder durch Erosion ganz abgetragen wurde.

In beiden Fällen verschwindet also die SchuttAusstrahlung erst, wenn eben auch das Gebirge verschwindet.

Man kann also die SchuttAusstrahlung als eine Lebensfunktion des Gebirgskörpers bezeichnen. Wenn nun ein Gebirge eine bestimmte Lebenszeit besitzt, so kann man durch die SchuttAusstrahlung, welche in dieser Zeit ins Umland erfolgte, falls sie dort aufgespeichert wurde, eine Menge sonst verlorener Angaben über seine Geschichte erhalten.

Hier interessiert uns zunächst die Frage, ob ein Gebirgskörper gegenüber seinem Umland während seiner Entwicklung seine Lagebeziehung behalten oder verändert hat.

Es ist wohl selbstverständlich, daß man mit Hilfe der SchuttAusstrahlung nur die Lageverschiebungen gegenüber dem benachbarten Umland unter günstigen Umständen wird erforschen können, nicht aber

Bewegungen, welche Gebirge und Umland zugleich ergriffen und verschoben haben.

Machen wir also zuerst die Annahme, es wäre ein stabiler Verband des Gebirgskörpers mit seinem Umland gegeben.

Das Gebirge selbst wird als bereits bestehend angenommen und befinde sich im Zustande der Schuttausstrahlung, bis seine Erhebung eingeebnet und damit die Ausstrahlung erloschen ist.

Um das Gebirge herum werden wir hier (Fig. 1) einen geschlossenen Gürtel von Schuttalagerungen entdecken, welcher zwar je nach den örtlichen Eigentümlichkeiten recht mannigfaltige Ausbildungen aufweisen wird, im großen und ganzen aber in den Querschnitten vom Gebirge zum Vorland überall eine vollständige Serie der Ablagerungen in sich schließen wird.

Ich gehe hier nicht auf die vielen Möglichkeiten der faziellen Abartungen und Mächtigkeitsschwankungen ein, weil dieselben bei einem

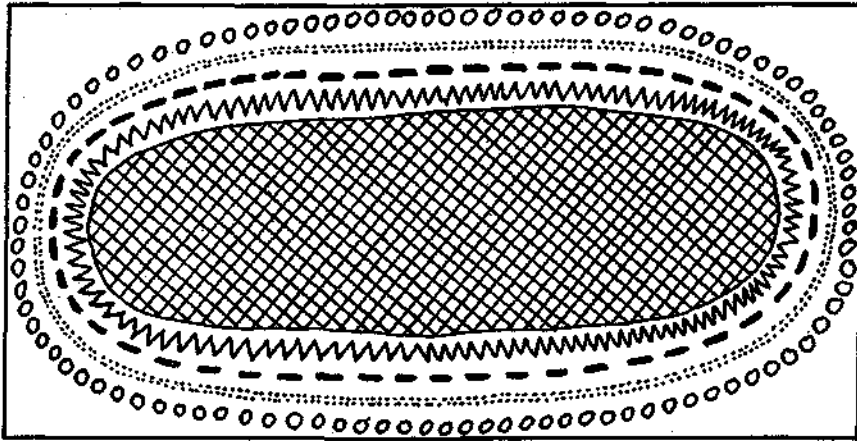


Fig. 1. Gitter = Gebirgsraum.

- | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---------------------------------------------------------------------------------|
| <ol style="list-style-type: none"> 1, Wellenlinie 2, dicke Striche 3, Punktreihe 4, Ringe | } | Reihenfolge von aufeinanderfolgenden Schuttausstrahlungen
des Gebirgsraumes. |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---------------------------------------------------------------------------------|

durchaus stabilen Verhältnis von Gebirgsraum und Umgebung immer nur einen leicht erkennbaren lokalen Anlaß und Umfang haben können.

In Wirklichkeit hat dieses einfache, ruhige Verbandsverhältnis wohl kaum je bei einem irdischen Gebirge bestanden und es ist nur bemerkenswert als Normalform, welcher gegenüber die tatsächlichen Abweichungen umso auffälliger werden.

Gehen wir einen Schritt weiter und halten wir zwar noch das Grenzverhältnis des Gebirgsraumes gegen sein Umland stabil fest, geben aber dem ersteren eine vertikale Bewegungsfreiheit. Das heißt, das Gebirge kann sich innerhalb seines Umlandes heben oder senken.

Es ist klar, daß damit in die Schuttausstrahlung schon eine größere Mannigfaltigkeit hineinkommt. Wir werden nicht mehr eine Abtragungs- und eine Auftragungsserie, sondern deren mehrere haben. Bei einer entsprechenden Senkung des Gebirgskörpers wird sogar die ganze Schuttausstrahlung unterbrochen werden können.

Ja es kann sogar zu einer Umkehrung, einer Schutteinstrahlung vom Umland her, kommen. In diesen Fällen werden wir rings um das Gebirge herum in seinen Aufschüttungssedimenten eine der Dauer der Versenkung entsprechende Lücke nachweisen können.

Charakteristisch bleibt aber auch in diesem Falle, daß die verschiedenen Serien von gesteigerter oder verminderter oder eingestellter oder umgekehrter Schuttaustrahlung eben rings um das Gebirge herum gleichartig zu verfolgen sind.

Machen wir endlich noch die Annahme, daß das Verhältnis des Gebirgskörpers zu seinem Umland ein mobiles sei, so erweitern sich die Möglichkeiten dadurch aufs neue.

Da dieser Fall mit den tatsächlichen Verhältnissen bereits viele Beziehungen besitzt, so ist es gebührend, ihn etwas genauer zu prüfen.

Die einfachste Annahme bleibt hier eine Bewegung des Gebirgskörpers, welche denselben nur in einer bestimmten Richtung über sein Umland hinausführt.

Dabei kann der betreffende Gebirgskörper in anderen Richtungen noch mit seinem Umland in stabiler Verbindung bleiben.

Die Bedingung eines nur einseitig gelösten Verbandes zwischen Gebirgskörper und Umland kann nun auf verschiedene geometrische Weisen vollzogen werden. Es kann einmal die Bewegung eng auf den Gebirgskörper beschränkt bleiben und nur dieser teilweise auf sein Umland vorgedrängt werden.

Hiebei kann es sich, wenn auf der Rückseite des vorbewegten Gebirges keine Zerreißen eingreifen sollen, nur um kleinere Verschiebungen handeln, die wahrscheinlich den doch immerhin ziemlich breiten Saum der Schuttalagerungen nicht zu verdecken vermögen.

Ein größeres Ausmaß von Verschiebbarkeit wird eröffnet, wenn die Überschiebung nicht nur auf den Gebirgsrand beschränkt bleibt, sondern seitlich sich auch ins Umland hineinzieht. (Fig. 2.)

In diesem Falle kann es bereits zu ausgiebigen Überdeckungen an der Front kommen. Außerdem wird aber das an der Schubbahn gehobene und mitvorgeschobene frühere Umland teilweise selbst in die Gebirgsbildung einbezogen und schuttaustrahlend.

Löst sich endlich der Gebirgskörper ganz von seinem Umland ab und führt eine davon unabhängige Bewegung aus, so haben wir, wie (Fig. 3) zeigt, an der Vorderseite Überdeckung, an der Rückseite Abreißen und links und rechts Parallelverschiebungen.

Betrachtet man diesen Vorgang in Hinsicht auf seine Wirkung bei der Schuttaustrahlung, so ergeben sich im Schema kurz folgende Gegenüberstellungen.

An der Vorderseite kann es bei entsprechender Schubweite zu einer Verdeckung der ganzen älteren Schuttalagerungen kommen oder es transgredieren nach Stillstand der Überschiebung wenigstens die jungen, groben Nahaufschüttungen unmittelbar über die älteren, feinen Fernaufschüttungen.

Wir werden also an einer solchen Front vergebens eine engere Beziehung der älteren Sedimente zum Gebirgskörper suchen, da diese ja erst nach Ausführung der Verschiebung hier zustande gekommen ist.

Die jungen Aufschüttungen des Vorlandes werden sich dagegen aufs genaueste an alle Eigenheiten des neuen Gebirgssaumes anschmiegen.

An der Rückseite eines freibewegten Gebirges werden wir andere Erscheinungen zu erwarten haben.

Hier werden durch die Abreißung vermutlich tiefe Gefügelockerungen eingeleitet, die mit dem Aufsteigen und Austreten von Magmen verbunden sind.

Das kann natürlich unter mannigfaltigen, inneren und äußeren Umwälzungen geschehen.

Man erinnert sich hier sofort an die Vorstellungen von E. Suess, welcher bei dem Bilde der gegen N und NW bewegten Alpen immer wieder den Gegensatz zwischen ihrer überfalteten Außen- und ihrer zerrissenen Innenseite betont hat. Uns interessiert hier vor allem das Verhältnis zu den Schuttausstrahlungen.

Geht die hier angenommene Abreißung weit und finden ausgedehnte

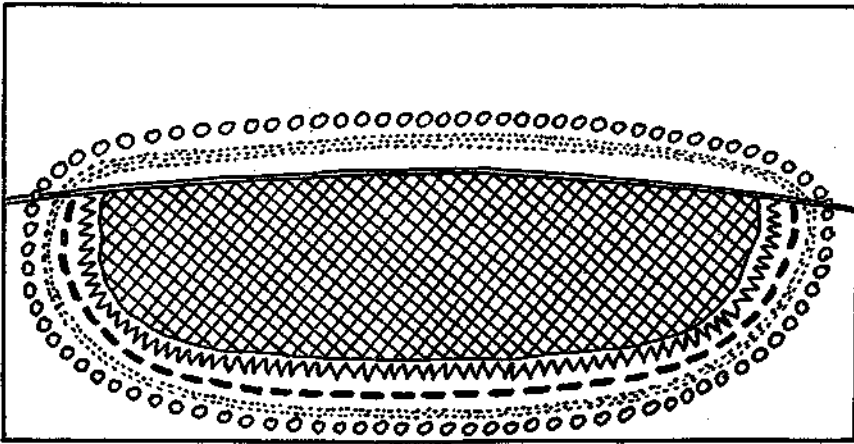


Fig. 2. Bezeichnungen wie bei Fig. 1.

Die Doppellinie soll den Ausstrich einer Überschiebung andeuten, welche den Gebirgskörper samt dem Rückland so weit über das Vorland förderte, daß hier die älteren Schuttausstrahlungen (1, 2) verdeckt wurden.

eruptive Neugießungen statt, so kann nach dem Stillstand der Bewegungen auch hier der alte Schuttverband unter Umständen ganz zerstört sein und nur die junge Schuttausstrahlung für sich allein unmittelbar erkennbare und prüfbare Anschlüsse an das Gebirge besitzen.

An den Seitenflanken eines Wandergebirges haben wir wieder andere Verhältnisse.

Hier wird zwar auch das Verbandsverhältnis zerrissen, aber mehr Gleiches oder Ähnliches aneinander verschoben.

Die Gegensätze werden also im allgemeinen nicht so schroff ausgebildet erscheinen.

Immerhin muß die Verschiebung in der Bewegungsrichtung wohl zu erkennen sein, indem nach dem Stillstand die jungen Grobsedimente in dieser Richtung auf alte Feinsedimente übergreifen, in der Gegenrichtung aber sich junge Grobsedimente auf alte legen.

Dieser Fall ist zwar besonders geeignet, die Wirkung einer Gebirgsverschiebung auf die Schuttausstrahlung nach allen Richtungen hin

deutlich zu machen, aber es ist sehr unwahrscheinlich, daß er jemals auf der Erde geologisch verwirklicht worden ist. Aus dieser flüchtig prüfenden Übersicht haben wir zunächst nur den Schluß gezogen, daß durch eine solche Verschiebung der Gebirgsmasse gegen ihr Umland auch die ganze Schuttverteilung wesentlich mitbeeinflußt wird.

Geht die Verschiebung nicht über den Saum der älteren Schuttausstrahlung hinaus, so wird sich nach dem Stillstand die neue Ausstrahlung noch über die alte ausbreiten können.

Dringt sie jedoch über diesen Saum hinaus, so ist hier die Existenz der alten Aufschüttung nicht mehr zu erweisen.

Im letzteren Fall breitet sich dann die neue Aufschüttung über einen fremden Untergrund aus und wir bekommen bei einer Wanderung rings um das Gebirge den Eindruck eines recht verschiedenen Alters und Umfangs seiner Schuttausstrahlung. Die Geschwindigkeit der Verschiebung des Gebirgskörpers ist für die Ausbildung scharfer Schnitte

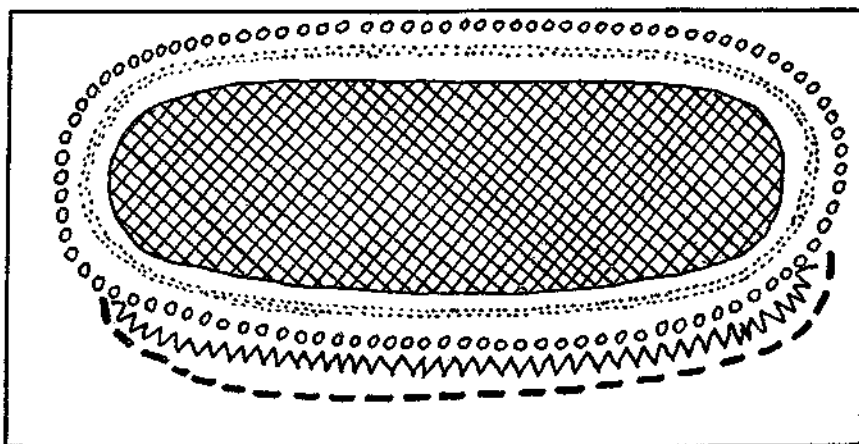


Fig. 3. Bezeichnungen wie bei Fig. 1.

Hier erscheint der Gebirgskörper frei verschoben und man kann seine frühere Lage nur aus den zurückgebliebenen Resten seiner älteren Schuttausstrahlungen (1, 2) erkennen.

in der Vorlandssedimentation in erster Linie entscheidend. Wenn z. B. in einer längeren Zeit durch die Abtragung eines Gebirges eine große Schuttmasse ins Vorland geliefert und dort ausgebreitet wird und es erfolgt nun eine rasche Verschiebung der Gebirgsmasse, so kann in erster Linie der gebirgsnahe Grobschutt ganz oder größtenteils zur Verdeckung kommen.

Der neue Grobschutt wird sich dann auf älteren Feinschutt legen und wir werden für den älteren Feinschutt keine unmittelbaren Anknüpfungsenden mehr aufdecken können.

Der Gegensatz zwischen dem älteren Feinschutt und dem jüngeren Grobschutt wird unter sonst gleichen Umständen umso schärfer sein, je schneller und weitgreifender die Verschiebung vor sich gegangen ist.

Wir haben bisher die Wirkung einer einmaligen Verschiebung eines Gebirgskörpers in Hinsicht auf seine Schuttausstrahlung betrachtet.

Es ist nun aber auch möglich, daß mehrere Verschiebungen dabei ins Spiel treten.

Liegen diese Verschiebungen zeitlich nahe aneinander, so wirken sie auf die Schuttausstrahlung wohl nur wie eine einzige Verschiebung, welche die Summe der Teilüberschiebungen vorstellt.

Erfolgen aber die Verschiebungen nach so langen Ruhepausen, daß sich inzwischen ausgedehntere Schuttablagerungen bilden können, so werden wir diese Ablagerungen in gewissem Grade zu Maßstäben der Gebirgsverschiebungen benützen können.

Zunächst bleibt auch bei genügend langen Ruhepausen die Reihenfolge der Verschiebungen genauer Beachtung wert.

Wie Fig. 4 angibt, kann bei einer Mehrheit von Verschiebungen die unterste Schubfläche die älteste, die darüber folgende aber immer jünger sein.

Umgekehrt kann die unterste Schubfläche aber auch die jüngste und die darüber folgende immer älter sein, Fig. 5. Von dem etwas unwahrscheinlicheren Fall eines Wechsels von jüngeren und älteren Verschiebungen, Fig. 6, wollen wir hier nur flüchtig Kenntnis nehmen.

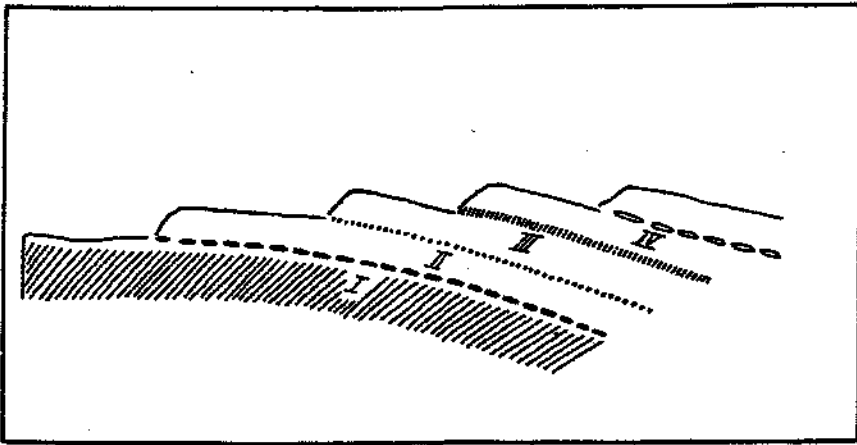


Fig. 4.

Bei dieser Anordnung ist es möglich, daß durch die jüngeren Überschiebungen die liegenden älteren Schubmassen etwas mitgeschleppt werden. I, II, III, IV bedeuten bei den Fig. 4, 5, 6 die zeitliche Reihenfolge der Überschiebungen.

I = älteste, IV = jüngste Überschiebung.

Dagegen müssen wir uns mit den beiden in Fig. 4—5 schematisierten Schubreihen noch eingehender beschäftigen.

Unter der Hilfsannahme, daß jede Verschiebung über eine erst dadurch abgeschlossene Schuttausstrahlung vorrückt und dieselbe zudeckt, haben wir im ersten Fall unter der tiefst liegenden Überschiebung die Reste der ältesten Schuttausstrahlung, unter der höchsten dagegen jene der jüngsten Aufschüttung zu suchen, welche überhaupt noch zur tektonischen Eindeckung gelangte. Umgekehrt ist natürlich beim zweiten Fall die Anordnung der zugedeckten Schuttausstrahlungen. Hier wird die tiefste Schubmasse die jüngsten Teile der Aufschüttungen überlagern, während unter der hangenden Schubmasse die ältesten jeweils noch überdeckten Schuttmassen zu suchen sind.

Machen wir eine Anwendung auf die Verhältnisse am Nordrande der Ostalpen, so sehen wir, daß hier unbedingt der zweite Fall seine Verwirklichung gefunden hat.

Die höchstliegenden Schubmassen der nördlichen Kalkalpen werden hier von den „Ultradecken“ gebildet, welche auf große Strecken auf Muldenfüllungen von Unterkreide-Cenoman aufgeschoben liegen.

Die nächst tiefere Großschubfläche hat dann die Kalkalpen auf Flysch gefördert, eine noch tiefer greifende jüngste Großbewegung die Flyschmassen samt den Kalkalpen gegen die Molasse vorgeschoben.

Wir erkennen aus diesem einfachen und klaren Verhältnis der Großverschiebungen zu den jeweils vorhergegangenen Schuttausstrahlungen, daß am Nordrande der Alpen die Gebirgsbildung bei ihrem Vorrücken schrittweise mit den Hauptschubflächen in immer größere Tiefen hinabgegriffen hat.

Über den Vorgang der Vorrückung der Gebirgsbildung in einer im allgemeinen auf das Gebirgsstreichen senkrechten Richtung läßt sich mit Hilfe der Beziehungen zwischen Schuttausstrahlungen und Verschiebungen ein weiterreichendes Licht verbreiten.

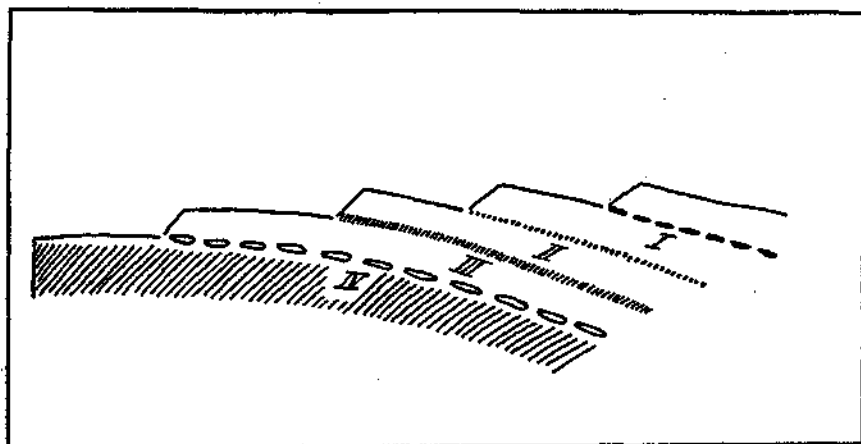


Fig. 5.

Bei dieser Anordnung werden durch die jüngeren Überschiebungen die hangenden älteren Schubmassen jeweils mitgeschleppt.

Wie ich in der Arbeit „Beiträge zur Auflösung der Mechanik der Alpen, I. Fortsetzung — Jahrbuch 1924“ zu beweisen versuchte, ist die erste regionale tektonische Angabe über den Bau der nördlichen Kalkalpen eine weitausgedehnte Wellenbildung. Es kommt hier wohl entlang ihrer ganzen Erstreckung zur Ausbildung einer wahrscheinlich ungleich hohen und ungleich breiten Erhebung, an die sich nordseitig eine zugeordnete tiefe Muldung anschließt.

Ob sich, wie wohl zu erwarten wäre, auch an der Südseite dieses „Grundgewölbes“ eine der Nordmulde entsprechende Südmulde befand, ist derzeit noch nicht genauer untersucht.

Durch diese erste tektonische Gliederung wurden große getrennte Bereiche der Abtragung und Aufschüttung geschaffen, welche uns heute nur noch durch die deckende „Schirmwirkung“ der ersten Großüberschiebung erhalten geblieben sind.

Es ist ganz interessant, von diesem Standpunkte aus die Verteilung der Sedimente in den Kalkalpen zu überschauen.

Wir haben, wenn wir uns die Ultradecken entfernt denken, einen südlichen tief erodierten und also schichtarmen Streifen im Gegensatz zu einem nördlicheren, schichtreicheren Streifen entwickelt. Der schichtärmere Streifen ist auch heute noch vorherrschend in Aufwölbungen erhalten, ebenso wie der schichtreichere in Einmuldungen. Es könnte dies auch lediglich eine Funktion einer ganz jungen Abwitterung sein, wir wissen aber, daß diese Grundformung bereits vor dem Eintritt der ältesten Großüberschiebung schon da war und seither nicht mehr wesentlich umgestaltet wurde.

Die schichtreiche Zone beginnt im Westen mit der mächtigen Scesaplanamulde hoherhoben über dem tiefen Fenster des Prättigäus und setzt sich von dort bald als einfache bald als mehrfache Mulde, manchmal auch auf kurze Strecken unterbrochen oder verkümmert bis ans Ostende der Alpen fort.

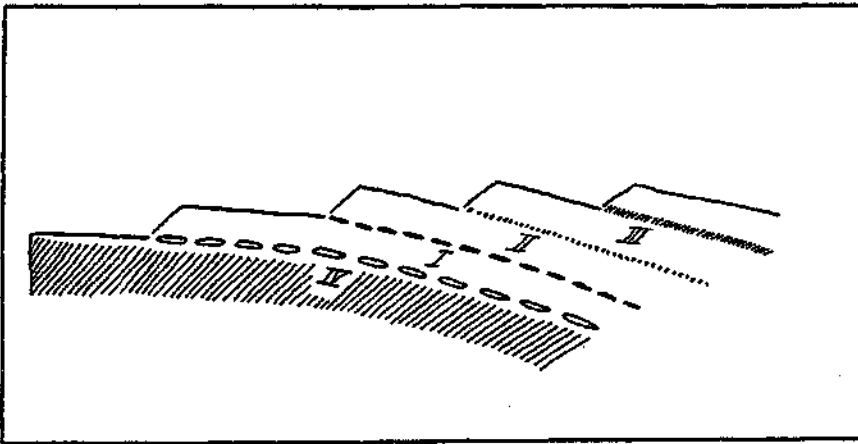


Fig. 6.

Bei dieser Anordnung schleppt die jüngste Überschiebung ebenfalls die älteren Schubmassen mit.

An Stellen, wo die Muldeninhalte noch gut erhalten sind, das heißt wo sie weder zu stark ausgepreßt, noch auch zu tief abgetragen sind, finden wir nun über den Neokommern oder wo diese fehlen über den Aptychenkalken sandige oder breccienreiche oder konglomeratische Ablagerungen, welche eine Vergrößerung der ganzen Sedimentation aufs deutlichste anzeigen.

Einige kurze Hinweise mögen diese Verhältnisse etwas beleuchten.

In Vorarlberg und Nordtirol haben wir hier die mächtige Serie der Kreideschiefer, welche Sandsteine mit Kohlenspreu, vielerlei Breccien, darunter auch solche mit *Orbitolina concava* und exotische Gerölle enthalten. Das Neokom ist unter dieser Serie größtenteils abgetragen.

In der langgestreckten Neokommulde, welche zwischen Wetterstein und Mieminger Gebirge durchzieht und dann die Inntaldecke weiterhin bis zum Kaisergebirge nordseitig begleitet, sind mir im westlichen Abschnitt solch jüngere, vergrößernde Einschaltungen nicht bekannt geworden. Dagegen stellen sie sich östlich vom Achensee wieder ein.

Hier begegnen uns in der Mulde des Thierseetales eigentümlich grüne, sandige Mergel von ziemlicher Mächtigkeit.

Am Ausgang dieses Tales treffen wir dann vor der Gießenbachklamm ähnlich grüne Sandsteine, welche hier jedoch Actaeonellen sowie zahlreiche wohlgeglättete Serpenterolle führen, sodaß an der Zugehörigkeit zur Gosau wohl nicht zu zweifeln ist. In der Kreidemulde des Kammerkargebirges hat F. Hahn im Hangenden des Neokoms die Einschaltung von Breccien mit ortsfremden Geröllen (keine zentral-alpinen) sowie sandige Lagen mit Pflanzenresten beschrieben.

Zu beiden Seiten des Salzachdurchbruches sind schon seit langer Zeit die Ablagerungen der Schrambach- und Roßfeldschichten als sandstein- und breccienreiche, gröberklastische Gebilde der Unterkreide bekannt.

Aus dem Gebiet des Höllengebirges hat Pia sandiges Neokom mit Kohlenspreu beschrieben, aus dem Ennsgebiet erwähnt Geyer ebenfalls Sandsteineinlagerungen, aus dem Höllensteinzug berichtet Spitz über die Versandung des Neokoms in der Mulde von Gießhübl.

Endlich habe ich selbst in dem breiten Neokomzug der Frankenfesler Mulde südlich von Kirchberg a. d. P. Einschaltungen von Sandsteinen, Konglomeraten mit vielen Kieseln und Grünsteinen gesehen.

Faßt man diese Beispiele, welche sich wahrscheinlich noch reichlich vermehren lassen, im Hinblick auf das Verhältnis von Schuttausstrahlung und Gebirgsverschiebung zusammen, so kann man etwa sagen, daß sich bereits in der unteren und weiterhin bis in die mittlere Kreide entlang einer wohl die ganzen Nordalpen durchziehenden Einmuldung eine deutliche Vergrößerung der Sedimentation einstellt, welche erst mit der Aufschiebung der Ultradecken ihr Ende findet. So klar nun auch die Beziehung dieser Muldenzone zu der südwärts davon gelegenen Aufwölbung durch die gemeinsame Eindeckung beider durch die Ultradecken hervorgehoben wird, so ist doch nicht zu übersehen, daß die Grobsedimentation in dieser Muldenzone weder als eine unvermischte Aufschüttung von der südlich benachbarten Hebungszone her, noch etwa aus der Abtragung der vorrückenden Ultradecken zu verstehen ist. Wie wir an vielen Stellen beobachtet haben, enthalten die vergrößerten Neokom-Cenoman-Ablagerungen unserer Nordalpen exotische Gesteinsstückchen und Gerölle, welche nicht von den Alpen her zu beziehen sind.

Außerdem ist häufig zu beobachten, daß die exotischen Gerölle im Cenoman nicht im Süden, sondern im Norden eine reichlichere Verbreitung, eine buntere Manigfaltigkeit der Gesteinsarten und durchschnittlich auch erheblichere Größen besitzen.

Man wird also wohl schon für diese alte Großmuldung die Einwanderung von Sand und Gerölle aus einer nördlicher gelegenen anders gebauten Erhebungszone in die tektonische Abrechnung einstellen müssen. Die Vorrückung der Ultradecken über unsere Kreidemulde muß relativ rasch geschehen sein, da sich bisher nirgends grober Abwitterungsschutt von diesen Triasmassen an der Überschiebungsbahn gefunden hat.

Bei einer langsamen Vorrückung wäre aber eine solche Grobschuttbildung vor der Schubstirne und eine Überdeckung derselben wohl unbedingt zu erwarten.

Durch diese Überlegungen kommen wir also dazu, bereits für diese alte Großmulde Schuttfzufuhren von einer weiter im Norden aufragenden Erhebungszone anzunehmen.

Zur Zeit der Oberkreide waren die breiten und mächtigen Ultradecken schon wieder auf weitere Strecken abgetragen und die Gosauschichten konnten sich vielfach ungehindert auf die frisch entblößten Grundlagen der Ultradecken lagern.

Die Gosauschichten, welche derzeit vom Ostende der Nordalpen bis in die Davennagruppe bei Bludenz verfolgt sind, stellen in ausgezeichnet klarer Weise eine Mischung von streng lokalem Abtragungsschutt der Kalkalpen mit buntem exotischen Gerölle vor.

Ich habe seinerzeit die Vorstellung entwickelt, daß die exotischen Gerölle der Gosauschichten die Aufarbeitungsprodukte von exotischen Schollen sind, welche an der Basis der Ultradecken mitgeschleppt und später durch die tiefe Abtragung dieser Decken freigelegt wurden.

Die weitere Fortsetzung meiner Untersuchungen über die exotischen Gerölle der Gosauschichten hat aber nahegelegt, daß zwischen den älteren exotischen Schollen an der Basis der Ultradecken und den exotischen Gosaugeröllen keine so nahen Beziehungen bestehen.

So konnte bisher keine einzige Stelle gefunden werden, wo sich zwischen benachbarten Gosaukonglomeraten und exotischen Schollen eine entsprechende Gesteinsgleichheit herausgestellt hätte. Das Material der exotischen Schollen der Ultradecken ist weit einförmiger als das reiche und sehr bunt gemischte Gesteinsmaterial der Gosaugerölle.

Dadurch wird man gezwungen, für die exotischen Schollen der Ultradecken und die exotischen Gosaugerölle eine getrennte Herkunft einzusetzen. Die ersteren sind wahrscheinlich aus dem Gebiet der Grauwackenzone abgeschürft und nordwärts vorgeschleppt, die letzteren aber rein sedimentär vom Norden her in das Gosaumeer hereingefrachtet.

Zwischen den exotischen Cenomangeröllen des Alpenrandes und den Gosaugeröllen bestehen ziemliche Ähnlichkeiten.

Dies kann man am leichtesten deuten, wenn man die exotischen Beiträge in Unterkreide-Cenoman-Gosau aus derselben oder einer benachbarten nördlichen Erhebungszone ableitet.

Gleichzeitig mit der Ablagerung der Gosauschichten im Innern der Kalkalpen fand außerhalb derselben jene der Hauptmasse des ostalpinen Flysches statt. Bescheidene Anteile desselben reichen aber bis ins Neokom hinunter und größere Massen greifen noch ins Alttertiär hinauf.

Die außeralpine Flyschbildung umfaßt also im Osten der Alpen einen großen Zeitraum.

Ob die Gosauschichten nordwärts mit den Flyschablagerungen unmittelbar zusammenhängen, erscheint fraglich. Wahrscheinlich waren sie wenigstens längere Zeit hindurch vom Flyschmeer durch jene alte

Erhebung getrennt, von der wir die exotischen Gerölle von Cenoman und Gosau beziehen.

Man hat daher von vorne herein hier nicht eine, sondern mehrere verschiedene Flyschzonen zu unterscheiden.

Der Flysch in den Kalkalpen wird seiner reichen Fossilführung und anderen Ausbildung wegen mit Recht durch die Bezeichnung als Gosauschichten abgetrennt. In den oberen Abteilungen ist allerdings die Ähnlichkeit mit den außeralpinen Flyschen eine auffallende.

Zugleich nimmt hier die Fossilführung und der Reichtum an exotischen Geröllen ab und wir haben ganz ähnliche, ermüdende Litaneien von Sandsteinen und Mergeln vor uns.

Man kann daran denken, daß vielleicht die das Gosau- und Flyschmeer trennende Erhebung allmählich abgetragen oder versenkt oder überschoben wurde und das jüngere Gosaumeer mit dem Flyschmeer wenigstens streckenweise zusammenspielte.

Gosaumeer und Flyschmeer bestanden also nebeneinander wahrscheinlich durch eine Erhebungzone getrennt.

Diese Erhebungszone lieferte einerseits gegen Süden Beiträge bis ins kalkalpine Gosaumeer hinein und anderseits gegen Norden ins Flyschmeer.

Dieses Flyschmeer erhielt aber auch noch von seinem kristallinen Nordufer her reichliche Zufuhren.

Auf diese Weise sind wahrscheinlich drei verschiedene Flyschbereiche entstanden, ein südlicher in den Kalkalpen (Gosau), ein mittlerer zwischen Kalkalpen und der kristallinen Erhebungszone und ein nördlicher zwischen dieser Zone und dem nördlichen Kontinentalrand.

Der mittlere Flyschbereich war zugleich jener, der beim Sinken der Trennungszone die Verbindung zwischen allen drei Bereichen herzustellen hatte. Durch die gewaltige tertiäre Vorwanderung der Alpen wurden die Kalkalpen selbst enger zusammengeschoben, die vorliegenden Flyschmassen aber samt vielen Klippen ihres Untergrundes abgesichert und zusammengestaut. Ein großer Teil des Flysches wurde von den Kalkalpen überschoben und auf diese Weise den Alpen einverleibt.

So kamen die Kalkalpen mit ihren Gosauschichten auf oder neben die Flyschmassen zu liegen, welche stellenweise so ähnlich entwickelt waren, daß unmittelbare Zusammenhänge vorgetäuscht wurden. Bei dieser Abteilung kommt die ungemein komplexe Natur des Flysches aus mehreren Zonen mit eingeschlossenen exotischen Klippen und Schubsetzen von den kristallinen Erhebungen sowie sedimentären Blöcken von solchen Inseln und Ufern im Inneren der Flyschmassen zu ihrem Rechte. Der Bau der Flyschzone ist der einer engschuppigen Abscherungsdecke.

Eine innere Durchbewegung dieser Flyschsedimente hat in den Ostalpen nicht stattgefunden, es sind im Gegenteil alle noch so feinen Sedimentstrukturen auf den Schichtflächen tadellos unversehrt erhalten.

Es ist dies ein Beweis, daß die Flyschmassen nicht unter höherem Druck und höherer Wärme etwa eine Walzung unter den Kalkalpendecken durchgemacht haben.

Sie bilden vor den Ostalpen im wesentlichen flache Abscherungsdecken mit vielen Schubsplittern und wurden vor den Kalkalpen hergeschoben und dabei teilweise auch von diesen überschritten.

Die Schubsplitter und Blöcke stammen nicht von den Alpen, sondern von den Erhebungen und Klippen innerhalb des Flyschmeeres. Deshalb können auch tektonische und sedimentäre Blöcke nebeneinander vorkommen und miteinander wechseln. Von den Alpen können aber keine Schubsplitter ins Innere der Flyschmassen kommen, es müßte sich denn um weiter vorgeeilte Schubdecken handeln, die später eingefaltet wurden. Da die Grenze zwischen Kalkalpen und Flysch im Bereiche der nördlichen Ostalpen allenthalben scharf gezogen ist und eine meist steil in die Tiefe setzende Schubbahn bildet, wird man diesen Fall, der übrigens ja nach dem Gesteinsmaterial zu erkennen ist, wohl nur als Seltenheit erwarten dürfen.

Die weitaus meisten Schubsplitter im Leibe der Flyschmassen stammen jedenfalls von den kristallinen Erhebungen im Flyschmeer ab, die auch einen Großteil seiner Sedimente geliefert haben.

Mit der Einverleibung der Flyschzonen war aber bekanntlich der Vormarsch der Alpen noch nicht beendet.

Nunmehr hatte sich vor denselben eine neue Muldenzone ausgebildet, die wieder durch eine Erhebung wenigstens zeit- oder streckenweise von der Flyschzone geschieden war. In dieser neuen Großmulde fand die Sedimentation von Molasse und Schlier statt, welche ebenfalls wieder Beiträge von kristallinen Ufern und nicht von den Kalkalpen empfangen. Dagegen scheint nach den neuen Ergebnissen von Götzingen und Vettens der Schlier, welcher in seinen unteren Lagen massenhaft Blöcke und Gerölle von einer kristallinen Erhebung (comagenischer Rücken) enthält, in den oberen Teilen sehr viel Abtragungsschutt aus der Flyschzone zu enthalten. Offenbar wurde die Flyschzone über diesen kristallinen Höhenzug heraufgeschoben und konnte so ihre Schuttmassen unmittelbar ins Schliermeer gießen. Die Kalkalpen selbst müssen aber noch von dem Einzugsbereich des Molasse-Schliermeeres ganz getrennt gewesen sein.

Auch die Molasse-Schlier-Ablagerung wurde noch von der alpinen Bewegung ergriffen und ebenfalls in eine Abscherungsdecke verwandelt. Im Osten blieb dabei das Nordufer noch so ziemlich verschont, im Westen griff die Abscherung auch noch tief in den Jurabereich hinein.

Erst mit dieser Bewegung traten die Kalkalpen ganz an die Front vor und beherrschen von nun ab mit ihren Schuttmassen die ganze Sedimentation des nördlichen Vorlandes.

Wie ich im Jahre 1923 gezeigt habe, traten sie als ein bereits fertiges Hochgebirge in ihre neue das ganze Vorland überragende Frontstellung ein.

Überblickt man die hier kurz erwähnten Verknüpfungen von Gebirgsverschiebungen mit den Schuttausstrahlungen, so gelangt man zu einem verhältnismäßig einfachen und leicht merkbaren Bild der Zusammenhänge.

Wenn wir nur die durch entsprechende Aufschüttungen ausgezeichneten Ruhestellungen und die dazwischen liegenden Verschiebungen ins Auge fassen, so drängt sich die Einsicht auf, daß die Verschiebungen

selbst auf ihrem Vormarsch kaum erkennbare Schuttabbildungen hinterlassen haben.

Dabei sind die Bedingungen für eine Schuttbildung an der Schubstirne unbedingt ebenso günstig wie für eine Erhaltung die nachfolgende Überschiebung.

Will man nicht annehmen, daß die Schubdecken ganz unter Wasserbedeckung vorrückten, so bleibt nur der Schluß, daß sie relativ rasch erfolgt sind und unvergleichlich kürzere Zeiten in Anspruch nahmen als die Ruhestellungen, die ja schließlich auch keine absoluten gewesen zu sein brauchen. Wären die Verschiebungen ganz langsam vor sich gegangen, so würde das Bild der Schuttausstrahlungen ein wesentlich anderes geworden sein.

Wir können also mit dem wichtigen Gegensatz von verhältnismäßig raschen Vorstößen und langen Ruhepausen tektonisch rechnen.

Wir erkannten aber auch weiter, daß die älteste hier vorliegende Überschiebung, jene der Ultradecken, zugleich die höchst liegende ist.

Die jüngeren Großschubflächen greifen immer weiter nach außen vor und zugleich immer tiefer ins Erdinnere hinunter.

Daher unterfährt jede jüngere Großbewegung die Bauwerke der älteren und trägt sie samt einem neuen Sockelwerk vorwärts.

Bei diesem Unterfahren und Vorwärtsschieben werden natürlich auch in den älteren Bauwerken zahlreiche alte und neue Fugen aufgerissen und belebt.

Da die neue Hauptschubbahn indessen tiefer angelegt wird, kann es nicht mehr zu einer Aufschiebung von neuen Schubmassen aus dem Süden her kommen.

Dies ist in der Tektonik der Nordalpen sehr schön zu sehen.

Nach den Ultradecken ist keine höhere Massenzulieferung aus dem Süden auf die Kalkalpen hinauf mehr eingetreten.

Wohl aber sind zahlreiche kleinere Verschiebungen und Verfaltungen der von der Erosion tief zerschnittenen Massen hin und hin zu erkennen. Vielfach sind dabei die Gosauschichten ins Liegende von Schubmassen geraten.

Die alpine tektonische Komplikation greift immer weiter nach außen und in die Tiefe.

Der Alpenbau wächst an seiner Nordseite also nicht durch Auf-türmung von neuen höheren Stockwerken sondern durch den Ausbau von immer tieferen Kellern. Auch die Art der Vorrückung der alpinen Großbewegungen ist recht charakteristisch. Es wird nicht etwa allmählich Falte an Falte, Schubmasse über Schubmasse, angegliedert sondern es kommt an der Außenseite zur Bildung von lang hinstreichenden, breit-welligen Mulden und Sätteln.

Man kann dieselben vielleicht als „Vorläuferwellen der Gebirgsbildung“ bezeichnen.

Diese Vorläuferwellen unterliegen nun je nach ihrer Höhenlage der Abtragung oder der Zuschüttung. Durch diese Aufwellung, welche vielleicht schon ein Anzeichen einer tieferen Abscherung bedeutet, wird zunächst eine Zerlegung des früher gleichmäßigen Schichtbesitzes in schichtärmere und schichtreichere Streifen angebahnt. Da es sich hier

um Vorgänge von langer Zeitdauer handelt, kommt dieser Zerlegung regionale Bedeutung zu.

Alle späteren Einwirkungen sind nicht mehr imstande, diese tiefgreifende Besitzänderung zu verwischen.

Die ersten Vorläuferwellen betrafen hier das kalkalpine Gebiet.

Wir kennen von ihrer Gliederung kaum mehr als eine südlichere Erhebungszone und eine breite, tiefe, nördlichere Kreidemulde.

Die erste Überschiebung der Ultradecken bedeckte diese Vorläuferwellen mit gewaltigen Triasmassen, welche an ihrer Basis vielfach Gesteinschollen und Fetzen aus dem Verband der Grauwackenzone mitgeschleppt hatten.

Die Ultradecken scheinen in den Ostalpen nirgends über den Bereich ihrer Vorläuferwellen hinausgewandert zu sein.

Nun bildeten sich neue, weit ausgreifende Vorwellungen, in deren Sammelräumen die Flyschsedimente ihre Lagerstätten fanden. Auch diese Vorläuferwellen wurden im Tertiär überschoben.

Nun kam es nochmals zu einem Aufwerfen von solchen Wellen vor der Gebirgsfront, in deren Eintiefungen Molasse und Schlier zur Einbettung kamen.

Auch dieses Schuttsystem wurde noch größtenteils zusammengestaut und auch randlich überschoben. Seither hält die alpine Vorbewegung entweder eine Ruhepause oder sie ist vielleicht zum Stillstand gekommen.

In der Schweiz wurde allerdings auch das Molasseland noch von einer leichten Wellung betroffen.

Seit Beginn des Diluviums wurde jedoch die Verschüttung des Vorlandes vor allem durch Gletscher, Flüsse und Seen geregelt. Das Meer hat sich längst schon zurückgezogen. Die Aufschüttungen sind engstens mit den Flüssen der Alpen verbunden und die Hauptschuttmassen stammen aus den hochaufragenden Kalkalpen. Es fehlen aber auch nicht reichliche Beiträge aus der Grauwackenzone und dem Kristallin.

Dagegen tritt der Beitrag aus dem Flyschsaum und der Molasse bescheiden in den Hintergrund.

Jedenfalls steht seit Beginn des Diluviums das Vorland der Alpen mit dem Gebirge in einer streng geregelten und nicht mehr wesentlich gestörten Verbindung und erhält auch die zu dieser Neuordnung passende Schuttausstrahlung.

Wir haben also erkannt daß vor der Front einer vorrückenden Gebirgsbildung „Vorläuferwellen“ zur Entwicklung kommen können.

Daß an der Außenseite der Gebirgsbögen vielfach Eintiefungen angeordnet sind, hat ja bereits E. Suess erkannt und diese Gebilde als „Vortiefen“ benannt und beschrieben.

Wir konnten einen Schritt vorwärts machen und zeigen, daß es sich hier sowohl um Eintiefungen als auch um Erhebungen handelt.

Erst dadurch wird die eigentümliche Verteilung und Fremdartigkeit der Schuttausstrahlung verständlich.

Würde es sich nur um eine vorwandernde Vortiefe handeln, so müßten sich in derselben so ziemlich alle Schuttausstrahlungen des dahinter liegenden Gebirghanges sammeln.

Das ist mit dem geologischen Feldbefund unvereinbar. Unter der hier vorgelegten Annahme einer Verschiebung des ganzen Gebirgsstranges in einer bestimmten oder in wechselnder Richtung muß zwischen der Anordnung der Schuttausstrahlungen an der Bewegungsfront, und jener an den anderen Gebirgsrändern ein wesentlicher Unterschied bestehen.

In den Alpen haben wir die kühn gebogene Außenseite zugleich als Bewegungsfront und im Gegensatz dazu das breite Untertauchen der Alpen gegen die ungarische Ebene.

An der Westseite des Alpenbogens fehlen alle Aufschlüsse, an der Südseite sind sie wieder vorhanden.

Am besten lassen sich die Außenseite und die Ostseite der Alpen in bezug auf überwältigte und nichtüberwältigte Schuttausstrahlung miteinander vergleichen.

Während sich vor der Bewegungsfront die hier geschilderten Vorläuferwellen gebildet haben und dann dem Alpengebirge einverleibt wurden, hat sich die Schuttausstrahlung an der Ostseite der Alpen weit ungestörter vollzogen.

Wir befinden uns hier in einem Raum, wo Gebirge und Vorland im wesentlichen miteinander verschoben wurden.

Also müssen wir von vorneherein eine viel reichere sichtbare Ausbreitung der Schuttausstrahlungen erwarten.

Wie die Gosau von Kainach beweist, war hier schon zur Oberkreide Abtragung und Aufschüttung. Sie sind seitdem wohl nicht mehr unterbrochen worden.

Also müßte ein volles Schuttinventar von der Oberkreide bis heute zu finden sein.

Dies wird auch der Fall sein, doch spielen einige andere Umstände noch mit, welche eine regelmäßige Übereinanderfolge teilweise verhindert haben.

Wenn sich ein schuttausstrahlendes Gebirge allmählich oder ruckweise erhebt, ohne dabei seine horizontale Lage gegen sein Vorland zu ändern, so werden schon dadurch die älteren Schuttmassen neuerdings erhoben, angegriffen und umgelagert.

Man kann sagen, ein solches Gebirge schüttelt gleichsam seine alten Schuttmäntel weiter von sich ab.

Es werden dadurch aber nicht nur die alten Ablagerungen zerstört, es werden auch neue darüber geschüttet.

Außerdem war hier das Vorland zeitweise in einer lebhaften vertikalen Schwankung und in einer tiefen Auflockerung, welche sogar das Aufsteigen und Austreten von Magmen erlaubte.

Durch die Eruptionen sowie die Schwankungen der tertiären Meere, mit denen uns vor allem Winkler bekannt gemacht hat, sind die Verhältnisse wesentlich komplizierter geworden. Das häufige Hin- und Herwandern der Strandlinie wird dabei zu einem formbestimmenden Element für die Schuttablagerungen.

Trotz dieser vielfältigen Verzerrungen einer einfachen und ungestörten Abtragung und Aufschüttung ist der Unterschied zwischen der Schuttfolge vor der Marschfront der Alpen und vor ihrer Flanke ein unverkennbarer.

An der Ostseite fehlt die Erscheinung der Vorläuferwellen und damit die typische Entwicklung von Flysch und Molasse mit ihrem reichen exotischen Einschlag.

Von den vorgosauischen Vorläuferwellen ist hier ebenfalls nichts bekannt.

Dagegen ist die an der Nordseite klaffende Lücke zwischen Molasse und Diluvium im O durch ausgedehnte pliozäne Ablagerungen geschlossen.

Ebenso besteht kein schroffer Unterschied zwischen jungtertiären und diluvialen Aufschüttungen. Für die Geschichte des alpinen Innenraumes kann uns nur diese Außenseite der Alpen mit ihren Schuttablagerungen weiter zurückreichende Aufschlüsse gewähren.

Wir befinden uns hier eben in einem Erdraume, welcher doch im wesentlichen mit dem Gebirge gewandert ist, ein Grundzug, der auch durch zahlreiche kleinere und größere Detailverschiebungen nicht zerrissen werden konnte.

Es ist nicht meine Absicht in dieser Arbeit noch weiter auf diese Verhältnisse einzugehen.

Wir haben aus der Betrachtung der Schuttstrahlung abgeleitet, daß in den Ostalpen die Gebirgsbildung am Außenrande jeweils mit einem System von Vorläuferwellen vorrückt.

Dadurch werden weithinziehende Erhebungs- und Vertiefungszonen geschaffen, von denen die einen abgetragen, die anderen zugeschüttet werden.

Die ältesten Vorläuferwellen reichen zeitlich ziemlich weit zurück.

Jedenfalls wurden sie in vorgosauischer Zeit bereits einheitlich von Süden her durch die Ultradecken überschoben und eingedeckt.

Das nächste Vorläufersystem sammelte in seinen Mulden die Hauptmasse des Flysches. Innerhalb der Nordalpen kamen gleichzeitig die Gosauschichten zur Ablagerung.

Wir haben mehrere Flyschzonen zu unterscheiden, die jedoch durch die nachrückende Überwältigung vielfach zu einem tektonischen Mischteig zusammengestaut und verknetet wurden.

Das jüngste Vorläufersystem lieferte dann die Aufschüttungen von Molasse und Schlier. Auch diese wurden noch abgeschert und zusammengeschoben.

Seit dem Diluvium liegt den Hochalpen kein Trennungsrücken mehr vor und so beherrschen sie mit ihren Schuttmassen uneingeschränkt und weithin auch das nördliche Vorland.

An der Ostseite der Alpen reicht diese unmittelbare Schuttbestrahlung ihres Vorlandes wohl bis in die Gosauzeit zurück.

Die Erhebungszonen unserer Vorläuferwellen vor der Marschfront der Gebirgsbildung haben in der geologischen Literatur schon mehrfach Beachtung und Benennung gefunden.

Ich erwähne als hierher gehörig nur das „vindelische Gebirge Gumbels“, den „rumunischen Rücken Kockels“ und den „comagenischen Rücken Götzingers und Vettlers“. Es wanderte also der Gebirgsbildung nicht eine einfache „Vortiefe“, sondern ein System von „Vorläuferwellen“ voraus.

Diese Systeme müssen in ihrer Anlage von größerer zeitlicher Beständigkeit gewesen sein, da jeweils ihre Erhebungen tief abgetragen, ihre Mulden schwer verschüttet worden sind.

Die Einverleibung dieser Vorläuferwellen in den Hochbau des Gebirges erfolgte dann immer verhältnismäßig rasch durch weitausgreifende Überschiebungen.

Dadurch wird es auch möglich, die tektonischen Zerlegungen der Alpen in Großschubmassen als wichtige zeitliche Abteilungen zu benützen. Der Gegensatz zwischen langen Zeiten der Abtragung und Aufschüttung und kurzen Pausen lebhafter tektonischer Bewegung und Bautätigkeit beherrscht die alpinen Verhältnisse.

Kockel setzt sich mit reichen Erfahrungen in Widerspruch, wenn er am Schluß seiner Arbeit „Die nördlichen Ostalpen zur Kreidezeit — Mitteilungen der Geologischen Gesellschaft Wien 1922“ behauptet: So entsteht das falsche Bild der ruckweisen, in Phasen der Orogenese und solche der Ruhe zerfallenden Gebirgsbildung, das als Katastrophentheorie nicht genügend bekämpft werden kann. Der Ausdruck „Katastrophentheorie“ trifft hier das Wesen der mechanischen Vorgänge nicht. Es handelt sich bei der Gebirgsbildung wahrscheinlich um langwierige Summierungen verschiedenartiger kleinerer Spannungen, welche eine größere Zeit erfordern können.

Ist aber einmal das nötige Wirkungsquantum erreicht, so kann die Auslösung der Vollzugsbewegung leicht und relativ rasch vor sich gehen. Derselbe Vorgang, langsame Sammlung kleiner Wirkungen zu einer großen Gewalt und plötzliche Äußerung dieser Gewalt durch einen an sich geringen Anlaß, spielt bei dem geologischen Geschehen vielfach eine wichtige Rolle.

Die Vorbereitungen für einen Bergsturz können lange Zeiten in Anspruch nehmen, das Niederbrechen erfolgt in raschem Ruck. Dieselbe Beobachtung machen wir bei dem Verlaufe von Erdbeben und in der Morphologie. Auch der Vormarsch und Rückzug der diluvialen Gletscher dürfte gemessen gegen ihre Ruhestände rasch vor sich gegangen sein.

Im übrigen eröffnet auch einem Verstehen von zahlreichen Lebensvorgängen der Gegensatz zwischen einer stillen oft unscheinbaren Kräften-sammlung und einer raschen Auswirkung viele Möglichkeiten.

Weiter haben wir erkannt, daß zugleich mit der Vorwärtsverlegung der Vorläuferwellen auch ein Tiefergreifen der Hauptschubflächen Hand in Hand geht.

Es wachsen also die Alpen an ihrem Nordrande einerseits durch Vorgliederung von mehreren Vorläufersystemen andererseits durch zeitweise Einverleibung dieser Vorbauten in das Hauptbauwerk.

Diese Einverleibung vollzieht sich auf zweifachen Wegen.

Es werden einerseits die Vorläuferwellen von innen gegen außen überschoben, andererseits werden sie aber auch durch eine tiefere Schub-bahn unterfahren, abgescherrt und zusammengestaut.

Dabei ist die Leistung der hangenden Überschiebung offenbar gegenüber jener der liegenden eine größere.

Es geht dies wohl aus dem Endergebnis hervor, welches eben doch in einem Vorschub des Alpenkörpers über das Gebiet der Vorläuferwellen besteht.

Während aber in den Ostalpen die jüngste Liegend- und die älteste Hangendüberschiebung einander ziemlich nahe kommen, greift in den Westalpen die jüngste Liegendüberschiebung noch weit in das Jura-gebirge hinein.

Es wurde hier nicht nur das ganze Molasseland, sondern auch noch ein breiter Jurastreifen vom Untergrunde abgeschert und zusammengeschieben. Dies erweckt den Eindruck, als ob hier im Westen der Vormarsch der Alpen ein noch energischerer gewesen wäre.

Wien, Ostern 1924.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt](#)

Jahr/Year: 1925

Band/Volume: [74](#)

Autor(en)/Author(s): Ampferer Otto

Artikel/Article: [Über die Verwendung der Schuttausstrahlung zur Erkennung von Gebirgsverschiebungen 117-134](#)