

noch bloßliegt, bietet sie ein dem vorhin beschriebenen ähnliches Bild. Sie wurde hier an einer Stelle von Spitz besucht. Er fand da feinkörnigen Biotitgneis, der nach oben zu durch Aufnahme großer Quarzknuern ein verrucanoähnliches Aussehen annimmt. Darüber sah er dünne Bänke von weißem, gelblich anwitterndem, sehr feinkörnigem Quarzit mit Biotitblättchen. Gegen oben schien ihm dieser überzugehen in eine geringmächtige Lage von kieselig-quarzigem Dolomit, dem dann splitriger heller Dolomit folgt. Spitz war geneigt, hier den Quarzit der Trias zuzurechnen. (Jahrb. d. Geol. R.-A. 1919, S. 188.)

Jenseits gewaltiger, sich vom Kreuzjöchel niedersenkender Schutthalden, die das Kristallin gänzlich dem Blick entziehen, kommt dieses unterhalb der Nordwände des Gschnitzer Tribulaun wieder an den Tag, es bleibt aber durch eine breite Schutzzone vom Fuße jener Wände getrennt. Erwähnenswert ist dort das Ausbrechen einer Anzahl starker und sehr kalter Quellen an der Grenze des Gneises gegen den ihm aufruhenden Schutt. Noch mächtiger ist die Schuttentwicklung am Nordhange des Pferscher Tribulaun und des von ihm zum Goldkappel ziehenden Grates.

O. Ampferer und B. Sander. Ueber die tektonische Verknüpfung von Kalk- und Zentralalpen. (Mit 5 Textfiguren.)

Die Frage nach dem tektonischen Zusammenhang von nördlichen Kalkalpen und Zentralalpen ist durch die Ueberfaltungshypothese zwar in einer neuen Weise beantwortet aber durchaus noch nicht gelöst worden.

Es sind wohl mehr Möglichkeiten dabei ins Auge zu fassen, von denen eine und die andere hier im folgenden kurz besprochen werden soll.

Ich habe in diesen Verhandlungen 1918, Nr. 3, unter dem Titel „Ueber die tektonische Heimatsberechtigung der Nordalpen“ die Hauptmerkmale der regionalen Tektonik der Nordalpen zusammengestellt. Aus Raummangel kann ich hier nur auf diese Arbeit verweisen, welche zum Verständnis des weiteren unbedingt nötig ist.

Eine Charakteristik der Zentralalpentektonik läßt sich nach B. Sander in der folgenden Weise geben:

„Vor der Uebersicht einiger Hauptfaktoren, welche die Tektonik eines Zentralalpenschnittes östlich vom Silltal charakterisieren, muß ich der Kürze halber auf die Grundlagen und Vervollständigungen des Folgenden verweisen, welche ich in älteren Arbeiten vielfach erörtert habe und in zwei Arbeiten im Jahrbuch unserer Anstalt (über die Tektonik des Schneeberger Gesteinszuges und über die Tektonik des Tauernwestendes) noch beibringen werde.

Die Tektonik der Zentralalpen ist die Tektonik von Gesteinen, welche unter stetigen Deformationen meist mit Teilbewegung im Kleingefüge bisweilen mit kristalliner Mobilisation des Gefüges die Züge ihres Baues angenommen haben. Diese Tiefentektonik ist nicht verständlich ohne petrographisches Verständnis der tektonischen Gesteinsfazies, welche eben dadurch, daß sie sovieler zum Transport großer Massen korrelierte Teilbewegung in ihr Gefüge aufgenommen haben, zu

tektonischen Fazies mit dem wechselvollsten Verhältnis zwischen Teilbewegung und Kristallisation wurden. So ermöglicht auch Petrographie als wichtigste Hilfswissenschaft der Tektonik die Analyse der tektonischen Phasen nach ihrem Verhältnis zu den Kristallisationsphasen einzelner Minerale.

Ein den Mechanismus der zentralalpiner Tektonik geradezu beherrschender Umstand ist das blättrige Kleingefüge der weitaus meisten Gesteine, deren blättrige Struktur, mag sie in einem bestimmten Zeitpunkt Feinschichtung oder augedeutete Schieferung (zum Beispiel durch fluidale Gleichrichtung heterometrischer Körner anlässlich der Knetung) gewesen sein, jede Deformation nur weiter ausarbeitete und welche auch die Kristallisation mehr abbildete als verwischte. Ausbildung der Blättrigkeit, nach deren erstem Beginne eine beliebige Deformation des Ganzen Gleitung zwischen den Blättern als korrelierte Teilbewegung im Gefüge mit sich bringt, kennzeichnet vor allem die tektonischen Fazies der Zentralalpen und läßt zum Beispiel die alpinen Phyllite unschwer in den noch keineswegs genug bekannten und betonten Gegensatz zu Gesteinen gleichen Kristallisationsgrades in Gebieten ohne Durchbewegung stellen.

Gleitung zwischen den Blättern sehen wir sowohl im Kleingefüge als im tektonischen Gefüge fast aller zentralalpiner Gesteine wirksam. Die Zerlegung aller im phyllitischen Blätterteig mitgekneteten Einlagerungen in Linsen mit Transport in den Blätterflächen, die Einstellung und Gleichschichtung mit den Blätterflächen, welche auch alle ursprünglich diskordanten Einschaltungen bei der hochgradigen Durchknetung des phyllitischen Teiges erfahren, die Erhaltung der ursprünglichen Gefügeflächen trotz der mannigfaltigsten Umstellung und Umfaltung nach der Regel der Stauchfaltengröße für die Lagen verschiedener Druckleitungsfähigkeit (Stauchfestigkeit), alle diese bezeichnenden Züge hängen von der Tatsache ab, daß im blättrigen Materiale bei beliebiger Knetung die Teilbewegungen als Gleitung zwischen den Blättern erfolgen.

Diese Einsicht erläutert gleichermaßen das Kleingefüge der Phyllite wie das tektonische Gefüge der großen „Zerrflächen“ in den Phylliten, die Mikroklivage Fältelung wie die zugehörige Differentialumfaltung und Ueberfaltung der wieder in das Bewegungsbild noch größerer tektonischer Bewegungen einzuordnenden Teildeckenbildungen.

Der Deformationstypus und die Stetigkeit der tektonischen Deformationen hängt nur vom Größenverhältnis der bewegten Teile zu dem deformierten Ganzen ab. Da nun aber meist bis ins Kleingefüge durchbewegt wurde, so sehen wir ohne Mikroskop dasselbe Bild stetiger Deformation gleichviel ob das Mikroskop die Teilbewegung im Gefüge als ruptuelle oder teilweise-fließende erweist. Man kann von Gefügestudien an einer einzigen Kleinfalte u. d. M. auf manche Züge in der zugehörigen großen Tektonik mit Sicherheit schließen, nicht aber von der großen Tektonik auf das Gefüge, wie zum Beispiel Lachmann auf Kristallokinese in mylonitischen Gebieten der Tuxeralpen schloß.

Die Art der Teilbewegung in den tektonischen Fazies, die Größe und Form der innerhalb des Ganzen bewegten Teile und damit die für die Tiefentektonik bezeichnende Stetigkeit der Umformung hängt ab:

1. Vom Materiale mechanisch genommen (vorgezeichnete Gefügefächern oder nicht).

2. Von Grad und Art der Belastung, unter welcher die tektonische Deformation erfolgt (Größe der Normalspannungen, Ausweichmöglichkeit oder Umschließung, Pressung zwischen festen oder zwischen bewegten Backen).

3. Von der Aenderung der Existenzbedingungen der Minerale (Aenderung von Druck, Temperatur; Reaktionen der Minerale aufeinander und auf zugeführte Lösungen während der Durchbewegung, Oberflächenvergrößerung der Körner, insgesamt: chemische Mobilisation des Gefüges).

Dies sind auch die wesentlichsten Faktoren, welche die Leitfähigkeit im Gestein für gerichtete Spannungen und damit das Auftreten der Regel über die Stauchfaltengröße bedingen oder das Auftreten bloßer faltenförmiger Fluidalstrukturen ohne jene Regel. Auch diese beiden Typen sind in Gebieten mit Tiefentektonik auseinanderzuhalten.

Nach diesen allgemeinen Zügen möge nun einiges Besondere angefügt werden, weil es voraussichtlich auch für andere Gebiete mit Tiefentektonik Bedeutung hat.

Das Westende der Tauerngneise im Tuxerzug ist wie ich in früheren Arbeiten angemerkt habe, mit dem Schueberger Gesteinszug, mit der alpinodinarischen Kontur und mit dem Engadinerfenster gleichgerichtet, was vielleicht wie die Alpenknickung in einer Phase mit Druckkomponenten quer zum Meridian erfolgte, deren Wirkungen unter anderem als Umfaltung quer zum Streichen saigerer Schiefer im hintersten Pfossental nördlich Meran ersichtlich ist.

Es ist aber eine andere voraussichtlich nicht nur für das Westende der Tauern wichtige Frage wie das anhaltende Einfallen in O-W-Richtung gestreckter und übereinander tektonisch wiederholter Einheiten gegen Westen, mit 20° — 30° Neigung der Streckungs-(Faltungs-)Axen zu deuten sei.

Am Tauernwestende habe ich durch die Kartierung 1:25.000 dieses Verhalten in allen Details dargestellt. So verhalten sich die Teilfalten der Tuxer Grauwackenzone mit ihren Marmoren und Dolomiten: sie tauchen unter westlich folgende. So verhielt sich ein Teil der genannten Zone im hinteren Schmirntal (hoher Nopf): Sie taucht unter die westlich folgenden Phyllite des Schmirntals. Diese Phyllite tauchen unter Steinacherjoch und Tribulaun. Die Kalkphyllite des Hobartals unterteufen den westlich folgenden Quarzphyllit mit den Tarntaler Gesteinen des Hippoldkammes, letztere ihrerseits die westlich folgenden Tarntalerkögel; und eben diese Kalkphyllite des Hobartales und damit ein Teil der Tuxer Hauptzone der Phyllite heben sich über dem östlich folgenden Quarzphyllit des Horbergtales mit westfallenden Faltungsaxen aus dem Relief. Es ist die nächste Frage, wie weit sich dieser Bau gegen Osten fortsetzt, ob hier ebenfalls

derartige Teildecken, deren westlichere jeweils über die östlicheren gewalzt sind, N—S streichende Gräben auf den angrenzenden Blättern vortauschen.

Das für die Tektonik besonders Fragwürdige hierbei ist, daß einem schuppenden O—W-Drucke entsprechende Scharniere oder Schubflächen oder im Kleingefüge entsprechend charakterisierte tektonische Fazies fehlen, daß sämtliche Elemente lediglich die Zeichen meridionalen Druckes mit Streckung und Zerreißung entsprechend ostwestlicher Ausweichmöglichkeit tragen. Die tektonischen Elemente haben den Charakter von Nudeln oder westeinfallenden Stengeln, deren westlichere wie ausgeführt jeweils über die östlicheren gewalzt sind.

Dieses übrigens jedesmal nur durch Detailaufnahmen feststellbare Verhalten, daß ich hier als ein in Deckengebieten mit fluidaler Tiefentektonik vielfach zu erwartendes und bezeichnendes besonders hervorhebe, verliert eben in einem Gebiet mit stetiger fluidaler Deformation vielleicht viel von seiner Fraglichkeit als ein Sonderfall in der folgenden Ueberlegung.

Fig. 1.



Ein tektonischer Transport auf der Erdoberfläche, zum Beispiel die Bildung einer Decke, kann so vor sich gehen, daß die Front der Decke *f* im betrachteten Bereich gleichzeitig vorschreitet oder zum Beispiel rascher in *w*. (Fig. 1.)

Allgemein werden in jeder tektonisch transportierten Masse, deren Dimensionen sich übrigens voraussichtlich während der Bewegung ändern (schon dadurch, daß in der Horizontalen und Vertikalen Neues mitbewegt wird und Anderes stehen bleibt), Geschwindigkeitsdifferenzen benachbarter Teile in der Horizontalen und Vertikalen vorhanden sein und sowohl in oberen als tieferen Niveaus Beispiele für jene Kategorie von Teilbewegungen erzeugen, welche mit ihrer nach dem Niveau wechselnden technologischen Charakteristik und ihren Beziehungen zu geologischen Faktoren (welche zum Beispiel wie die Massengesteine Bedingungen größerer Tiefe in höhere Niveaus bringen) nebeneinander zu stellen der allgemeinen Tektonik vorbehalten ist.

Derartige Geschwindigkeitsunterschiede und hierzu korrelierte Deformationen werden auftreten wo der Massentransport zum Beispiel in *o* der Textfigur 2 abklingt. Ferner werden sich allgemein bei gleitenden Transporten die oberen belastenden Massen leichter, früher und schneller bewegen als die tieferen und es werden sich in solchen Fällen die Bewegungen höherer Niveaus in den tieferen abbilden im Gegensatz zu anderen Fällen.

Der Geschwindigkeitsunterschied zwischen *w* und *o* bringt mit sich, daß westlichere Teildecken östlichere überholen. Der Geschwindigkeitsunterschied in der Vertikalen bringt mit sich, daß höhere Teil-

decken tiefere überholen. Westliche höhere werden über tiefere östliche Teile gehen.

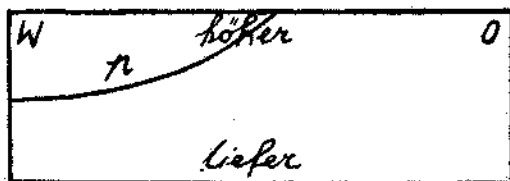
Bezeichnet p in der Figur 2 einen Bewegungshorizont von dem wir ausgehen, so besitzt derselbe die Tektonik einer bestimmten Tiefenstufe, deren es ja nicht weniger gibt als andere Tiefenstufen, wofür ich die entscheidenden Faktoren gelegentlich mehrfach erörtert habe.

Für die Verlegung von p während der Bewegung bestehen folgende Möglichkeiten:

Eine Verlegung in die Tiefe, welche der Versenkung überdeckter Areale in größere Tiefen entspricht;

eine Verschiebung des ausstreichenden Zweiges nach w oder o je nach der Verringerung oder Vergrößerung des Transportes in dieser Dimension.

Fig. 2.



Es ergibt sich von dieser Ueberlegung aus unschwer die Möglichkeit, daß von p aus gerechnet die tieferen und östlicheren Teile überholt und von Teildecken überwalzt werden. Die Gelegenheit zum Fortschreiten eines solchen Vorganges und mehrfachen Wiederholungen ist sowohl durch Abklingen als durch Tiefergreifen der ganzen Bewegung gegeben und Gelegenheiten zu außerordentlichen Komplikationen ergeben sich, welche in Profilen nur durch sehr verwickelte und selbst gekreuzte Bahnen darstellbar wären; wenn anders die Wege der Transporte und nicht nur irgendwelche Verbindungslinien von stratigraphisch Zusammengehörigem gezeichnet werden sollten, was zuwenig grundsätzlich unterschieden wird. Es ist technologisch zu erwarten, daß hierbei im Niveau stetiger Deformation Wirbel (Schmidt) und Einwickelungen eine größere Rolle spielen. Aus allen Möglichkeiten ist noch die Wahrscheinlichkeit hervorzuheben, daß anlässlich der Verlegung von p der Tektonik einer bestimmten Tiefenstufe eine tiefere mit charakterisierbaren Kennzeichen aufgeprägt wird. In der Analyse dürfte hier die bei vielen Gelegenheiten bereits lange geübte und im Jahre 1916 von Heim als aussichtsvoll empfohlene petrographische Richtung in der Tektonik ebenfalls weiter führen.

Eine mechanisch heterogene Schwelle würde die skizzierten Erscheinungen aus den Geschwindigkeitsdifferenzen, Ueberholung in Wirbeln, Einwickelungen und sich kreuzende Bahnen in derselben Weise lokalisieren, hervorrufen und ändern, wie dies für das Strömen überhaupt gilt.

Es ist eine vom Tauernwestende aus auf die Tauern auszunehmende Frage wie weit sich durch derartige Ueberlegungen die

Tiefentektonik der Tauern als Störungsbild mit Niveaus ungleichseitiger und ungleichschneller Bewegung erfassen läßt so wie das Tauernwestende, ohne daß man die einander in O—W-Richtung unterteufenden Teildecken in der Alpenmasse ins Unbestimmte fortsetzt. Jedenfalls ist hiermit außerhalb der Annahme von Ostwestschub ein Erklärungsprinzip für die Diskontinuität von Decken quer zur Transportrichtung grundsätzlich und der Deckenscholastik gegenüber vorsätzlich, berührt.“

Die Unterschiede in der Bauweise der Kalk- und Zentralalpen sind so wesentlich, daß es nicht angeht die Bewegungslinien des einen Gebietes auf das andere anzuwenden und einfach zu übertragen. Insbesondere bietet eine graphische Darstellung der Bewegungszonen von fließender Deformation kaum zu überwindende Schwierigkeiten.

Eine regionale tektonische Gleichstellung von Kalk- und Zentralalpen ist somit wohl ausgeschlossen. Die letzteren tragen unverkennbar das Gepräge einer anderen bis zu den Mineralkörnern vertieften Bewegtheit, einer höheren Belastung und wenigstens teilweise einer mächtigen, die ganzen Bewegungen begleitenden Umkristallisation. In den Kalkalpen haben wir Schubdecken vor uns, die von S und SO her etwa auf $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{4}$ ihrer Ablagerungsbreite zusammengeschoben wurden.

Eine gleiche Zusammenschiebung ihres paläozoischen und kristallinen Untergrundes würde eine ungeheure Schwellung ergeben, die nicht besteht. Also greift der Schuppenbau der Kalkalpen nicht in den Untergrund hinab.

Die Basis der kalkalpinen Decken bilden die ungemein gleitfähigen Massen des Buntsandsteins. Sie stellen ein Hauptmotiv der Abspaltung der kalkalpinen Decken von ihrem Untergrunde dar.

Eine Ableitung der kalkalpinen Decken aus einer in ihrem Inneren befindlichen Wurzelzone im Sinne von C. Lebling ist nicht möglich.

Gegen eine Herleitung der ganzen Nordalpen von der Südseite der Zentralalpen im Sinne der Ueberfaltungshypothese sprechen sehr viele Aufnahmsbefunde und theoretische Bedenken. Eine Ueberrollung der Kalkalpen in großem Stile hat sicherlich nicht stattgefunden.

An der Grenze von Kalk- und Zentralalpen wechselt zugleich mit dem Baumaterialie auch die Bauweise.

Wir treten aus einer Zone brechender Tektonik in eine von fließender Tektonik.

Die Ueberfaltungshypothese hat diese Umstände nur insoferne berücksichtigt, als ja bei dem Ueberfaltungsvorgang die zentralalpinen Decken unter der gewaltigen Belastung und Bewegung der darüber nordwärts vordringenden kalkalpinen Decken gebildet sein sollen.

Wenn man nun aber zu der Anschauung kommt, daß die Nordalpen zwar hin und hin aus mehrfach übereinander liegenden Schubmassen bestehen und also ein kompliziertes Abscherungsdeckensystem vorstellen, aber trotzdem nicht von der Südseite der Zentralalpen abzuleiten sind, sondern immer auf deren Nordseite lagen, so erhebt sich neuerdings die Frage nach der tektonischen Verknüpfung dieser beiden mächtigen Gebirgsstränge. Für das Verständnis der Tektonik

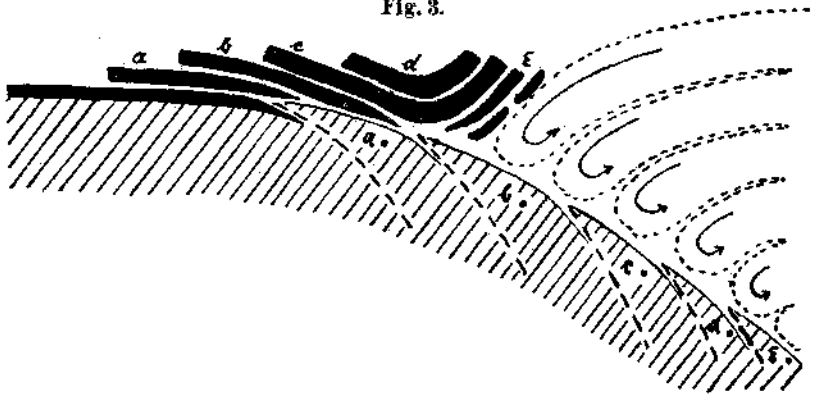
der Alpen scheint es nötig neben der so ziemlich ausschließlich betrachteten Faltung und Schiebung in einer Niveaufäche und zwischen starren Backen dieselben Erscheinungen unter der Voraussetzung von beweglichem Untergrund und veränderlichen Backen zu studieren.

Es scheint, daß die Gebirgsbildung durch die Schaffung von tiefen Einsenkungen eingeleitet wird, gegen die hin dann unter Umständen gewaltige Ueberfaltungen und Ueberschiebungen ausgelöst werden.

Die Faltungen und Ueberschiebungen nehmen also von erhabenen Stellen ihren Ausgang und richten sich gegen Senkungen zu, die sie aufzufüllen streben.

Die Faltungen und Schiebungen finden also gar nicht in einer und derselben Erdgewölbezone statt, sondern sind zu großem Teile

Fig. 3.



a b c d e = Schubdecken der nördlichen Kalkalpen.

z. b. c. d. e. = Ursprüngliche Heimatsbereiche der Schubdecken *a b c d e*, von denen sie durch die von S kommenden Ueberfaltungsdecken abgeschürft und gegen N übereinander geschoben wurden.

einem Fließen und Ueberrollen vom Höheren zum Tieferen zu vergleichen, das allerdings unter offenbar schwerer Belastung vor sich ging.

Die Faltung und Schiebung wäre so nicht allein durch Zusammendrückung, sondern auch durch Bildung großer Einsenkungszonen belebt.

Wenn die Gebirgsbildung nach dieser Auffassung die Existenz von großen Einsenkungszonen als wesentlichen Faktor enthält, so ist die Mitbeteiligung des Meeres an dem ganzen Vorgang eine unabweisbare.

Diese Einsenkungszonen würden außerdem ungefähr die Grenze zwischen der eigentlichen Ueberfaltungs- und Ueberrollungszone und einer dagegen mehr sekundären Begleitzone bilden.

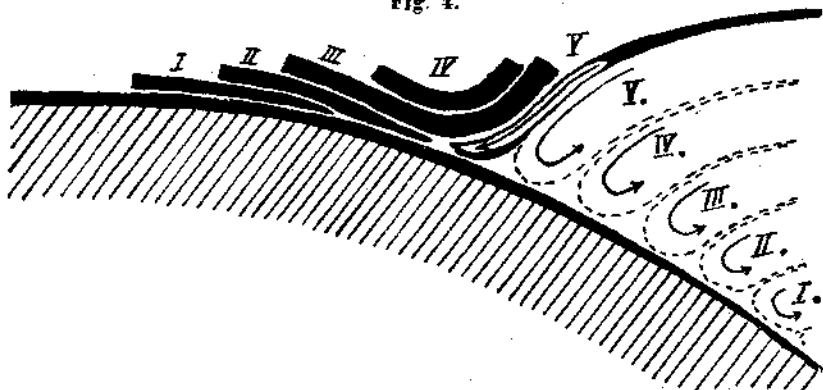
Diese Begleitzone könnten entweder wie Figur 3 andeutet, als reine Abschürfungsdecken oder wie Figur 4 annimmt, als reine Abspaltungsdecken entwickelt sein und würden gleichsam als Nebenprodukte vor der Stirne der Ueberfaltungszone liegen. Wahrschein-

hier ist es, daß diese Begleitzone sowohl Bestandteile der Abschürfung vom Untergrund als auch solche der Abspaltung vom Hangenden der Ueberfaltungszone enthalten.

Diese beiden mechanischen Deutungen der Begleitzone unterscheiden sich von einander einmal dadurch, daß die eine ihr Schollenmaterial aus dem Untergrunde, die andere aus dem Hangenden der Ueberfaltungszone entnimmt, weiter aber auch noch darin, daß bei der einen die Loslösung der Schollen durch Abschürfen, bei der anderen hingegen durch Abrollen stattfindet.

Legt man einer Auflösung der ostalpinen Tektonik diese Formeln zugrunde, so hätte man als primäre Ueberfaltungszone nur die zentralalpinen Decken, denen als sekundäre Begleitzone im Norden unsere kalkalpinen Decken gegenüberständen.

Fig. 4.



I II III IV V = Schubdecken der nördlichen Kalkalpen.

I. II. III. IV. V. = Ueberfaltungsdecken von deren Hangendem nacheinander die Schubdecken I II III IV V wie starre Schilde abgelöst wurden, während die tieferen Zonen sich überrollten.

Eine Herbeziehung der kalkalpinen Decken von der Südseite der Zentralalpen wird völlig überflüssig.

Die Kalkalpen sind als Abschürfungsdeckensystem erklärt.

Die Zentralalpen besitzen dagegen eine genetisch andere, tiefer greifende Mechanik, bei der wohl auch mächtige magmatische Umwälzungen mit im Spiele waren.

Die hier für den Alpenbau vorgeschlagene Scheidung in primäre Ueberfaltungszone und sekundäre Begleitzone hat aber noch mehrere weitreichende Konsequenzen.

Zunächst ergibt sich, daß bei dieser Deutung des Alpenbaues das Ausmaß der durch Faltung und Schiebung bewirkten Schrumpfung etwa auf die Hälfte herabsinkt.

Wenn wir den Zusammenschub in der primären Ueberfaltungszone und in der sekundären Begleitzone messen, so haben wir gleichsam an zwei verschiedenen Maßstäben dieselbe Schrumpfung abgelesen. Nur die Zusammenfaltung der primären Zone stellt einen wirklichen

Schrumpfungsbetrag vor, während wir in der Begleitzone im wesentlichen nur wieder denselben Betrag in einer anderen Form vor uns haben.

Diese Erkenntnis gibt uns ein Mittel in die Hand, in Zukunft den wahren alpinen Schrumpfungsbetrag genauer zu bestimmen, da man dazu gleichsam zwei Maßstäbe zur Verfügung hat, die sich gegenseitig zu ergänzen vermögen.

Eine andere Konsequenz eröffnet sich auf zeitlichem Gebiete.

Wenn die Zentralalpen, das schiebende, also motorische Gebiet, die Kalkalpen das geschobene also passive Gebiet vorstellen, so können wir die in den Kalkalpen mit Hilfe ihrer viel reicher gegliederten Sedimentfolge abgelesenen zeitlichen tektonischen Ereignisreihen unmittelbar auf die damit gekuppelten Zentralalpen übertragen.

Damit würde es also zum Beispiel in den Ostalpen möglich alle Vorteile, die sich durch die Einschaltung von Zenoman, Gosau und Tertiär für die Auflösung der tektonischen Geschichte der Kalkalpen gewinnen lassen, auch auf die Zentralalpen anzuwenden.

Legt man der Auflösung der alpinen Tektonik das Schema Figur 3 zugrunde, so vollzieht sich die Abschürfung der nordalpinen Schubdecken ungefähr entlang der Grenzregion von Trias und Paläozoikum in dem Hauptgleitniveau des Buntsandsteins (ähnlich wie bei den Abscherungsdecken des Jura!). Die Begrenzung der einzelnen Schubmassen dürfte durch die Vorzeichnung von Verwerfungen und Verschiebungen geschehen sein, die den Untergrund der Kalkalpen betreffen haben.

Für die Auflösung der einzelnen Schubkörper bleibt hier die Verwendung von stratigraphisch und faziell orientierten Schichten ebenso wertvoll als für die Ueberfaltungslehre. Die Abschürfungsdecken können bei entsprechender Steigerung völlig von ihrem Heimatboden abgelöst und auf fremden Grund verladen werden.

So besteht nach meiner Ansicht zwischen den nordschweizerischen Decken, die ganz auf Flyschboden liegen, und unseren Nordalpen, die noch teilweise auf ihrer alten Bildungsstätte lagern, nur ein gradueller Unterschied.

Wichtiger erscheint mir der Unterschied in der Form der Schubfläche zu sein, die in der Schweiz eine mächtige Aufwölbung (Aarmassiv . .) bildet, während sie in den Ostalpen scheinbar gleichmäßig in die Tiefe greift.

Durch die Ueberschreitung dieser hohen Grundschwelle und das Abgleiten auf deren Nordseite — Figur 5 — haben die nordschweizerischen Schubdecken einen Zustand von Selbständigkeit und lebhafter Fließformung erhalten, der unseren ostalpinen Schubmassen so gut wie unbekannt ist.

Außerdem spricht auch noch der große generelle Materialunterschied ein entscheidendes Wort. Man kann dies aus den schweizerischen Profilen deutlich genug herauslesen.

Wo in ihren Decken zum Beispiel die mächtigen starren Massen des Verrukano erscheinen, verschwindet sofort die lebhaft Faltezeichnung und wir haben dieselben schweren, schlichten Schubmassen wie in den Ostalpen vor uns.

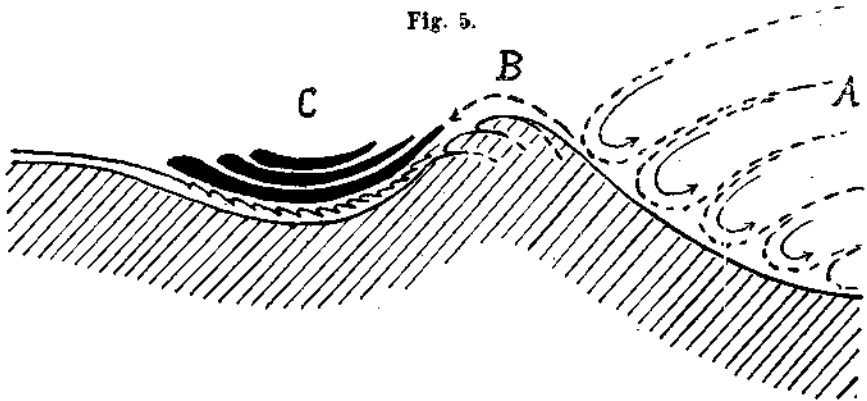
Die gewaltigen, gleichmäßigen, wenig geschichteten Kalk- und Dolomitmassen unserer Nord- und Südalpen zwingen die Tektonik durch ihr Material zur Verwendung von ruhigen, einfach gegliederten Bewegungsformen.

Soweit sich heute die Verhältnisse überblicken lassen, scheinen beim Aufbau der kalkalpinen Decken vorzüglich Abschürfungsschollen des sinkenden Untergrundes übereinander geschoben zu sein.

Indessen ist an der Südgrenze und in der Grauwackenzone eine Mitbeteiligung von Abspaltungsdecken nach Schema Figur 4 nicht ausgeschlossen.

Wären die ganzen Nordalpen nach dieser Mechanik entstanden, so hätten wir eine ungemein durchsichtige Beziehung zwischen den

Fig. 5.



A = Gebiet der Ueberfaltungsdecken.

B = Ueberfahrene und überwältigte Grundschwelle.

C = Abschürfungsdecken, welche von A über B vorgeschoben wurden und von da selbsttätig in die Tiefe glitten.

kalkalpinen Schubdecken und den tieferen Gneisdecken, indem etwa jeder Gneisdecke eine abgespaltene Hangendecke entsprechen würde und umgekehrt.

Es wären also die kalkalpinen Decken gleichsam die abgewickelten Schilde der tiefen Gneisdecken, welche auf den Rücken dieser Rollen gegen Norden getragen wurden.

Leider ist diese einfache Abwicklung ebensowenig vorhanden gewesen wie das Bild der einheitlichen Geosynklinale.

Wenn man die Nordalpen als ein System von Abschürfungs- oder Abscherungsdecken des Untergrundes auffaßt, so hat man gegenüber dem Bauplan der Ueberfaltungshypothese ein weit geringeres Maß von Materialbeanspruchung und vor allem keine regionale mehrfache Umbrechung nötig. Ebenso kann man die heutigen Formen mit einem weit kleineren Betrag von Abtragung aus den ursprünglichen Bauformen ableiten. An allen wichtigeren Schubflächen ist die Möglichkeit zur Förderung von Schubschollen aus dem paläozoischen oder kristallinen Untergrund gegeben.

Ebenso besteht eine gleiche Möglichkeit für das Aufdringen von erzführenden Dämpfen und Lösungen in die Baufugen der Schubdecken.

Die Lage der Haupterzführung entlang der Grenze von Kalkalpen- und Grauwackenzone kann für diese Deutung der Tektonik gleich in Anspruch genommen werden.

Natürlich würde sie ein verhältnismäßig junges Alter der Erzlagerstätten zur Voraussetzung haben was aber vielfach durch die mittelbare oder unmittelbare Beziehung zu den großen, jungen Schubflächen recht wahrscheinlich gemacht wird.

Es ist nicht zu übersehen, daß nach dieser Auflösung der ostalpinen Tektonik in eine primäre Tieffaltungszone und dazu mehr sekundäre Begleitzone (im Norden und im Süden) eben diese Begleitzone doch den Charakter von etwas mehr Nebensächlichem erhalten.

Auch erscheint uns eine Gebirgsbildung mit wesentlich schmäleren oder gar nicht entwickelten Begleitzone als nicht unmöglich.

Ein wesentlicher Unterschied im Bauplan der Ost- und Westalpen ist nicht vorhanden. Es sind die Erfahrungen beider Alpengebiete zum weiteren Fortschritt gleich zu verwenden. Der Unterschied dieser beiden Alpenflügel liegt vielmehr in ihrem sehr verschiedenen Alter und Baurhythmus.

Die Ostalpen sind als Gebirgsbogen beträchtlich älter.

Zur Zeit der gewaltigen, vorgosauischen Ueberfaltungen und Schuppungen lag in der Schweiz noch ruhig sedimentierendes Meer.

Diese alten vorgosauischen Bewegungen sind aber in unseren Nordalpen bis gegen Vorarlberg hin nachweisbar.

Sie brechen also gleichsam erst an der Grenze der Ostalpen ab und zeigen an, daß man es hier nicht mit einer sehr langsam von Osten gegen Westen vorschreitenden Welle der Gebirgsbildung zu tun hat, wenn auch das Ausmaß dieser Bewegungen westwärts sich zu vermindern scheint.

Schon aus diesem Grunde muß die tektonische Grenze zwischen Ost- und Westalpen ein hohes Alter besitzen.

Literaturnotiz.

H. Höfer-Heimhalt. Grundwasser und Quellen. Eine Hydrogeologie des Untergrundes. II. Aufl. 198 S. Mit 66 Abbildungen. Verlag von F. Vieweg und Sohn. Braunschweig 1920.

Dieses Buch, das sich an jenen Kreis von Wissensdurstigen wendet, denen die Darstellungen der Hydrologie in den geologischen Lehrbüchern zu knapp und die in den Spezialwerken über Wasserversorgung zu ausführlich erscheinen, ist jetzt in zweiter Auflage erschienen. Sie weist bei gleicher Anordnung des Stoffes gegenüber der ersten in mehreren Belangen wichtige Ergänzungen auf. Die drei Abschnitte über Verdunstung, Abfluß und Versickerung erfahren eine Bereicherung durch mehrere dem Leser gewiß willkommene Zusätze und Einfügung neuer Tabellen. Bei Besprechung der Kondensationshypothese wird nun auch der bekannten Versuche Krügers gedacht. Vielleicht hätte auch noch ein Hinweis auf die Untersuchungen Mezgers, betreffend die Existenz einer von der Luftströmung unabhängigen Dampfströmung Platz finden können, durch