

Zur Geologie der Zentralalpen.

Von Bruno Sander.

Mit Beiträgen von O. Ampferer und E. Spengler.

(Mit einer tektonischen Uebersichtskarte und 6 Textfiguren.)

Einleitung.

Im folgenden habe ich zunächst versucht, den derzeitigen Stand einer Synthese der Tiroler Zentralalpen zu kennzeichnen. Anlaß hierzu waren außer dem freundschaftlichen und stets auskunftbereiten Interesse eines kleinen Kreises geologischer Beobachter, von deren Arbeit mir der nächste Fortschritt in dieser Sache abzuhängen scheint, neuere Studien wie Schmidts anregende Ausführungen über Grauwackenzone und Tauernfenster in diesem Jahrbuch, das Erscheinen von Blatt Landeck (Ampferer und Hammer), ferner die wenn auch durch die Zeitlage vielgehemmte Aufgabe für Hammer und mich die Blätter Oetztal und Matrei zu bearbeiten und nicht zuletzt das Erscheinen des Alpenbandes (bis Heft 9) von Albert Heims Geologie der Schweiz, welche mir durch das große referierte Material und durch die sehr persönliche Art des Autors den Beginn neuerlicher Wirkung und Gegenwirkung zwischen den Anschauungen einzuleiten scheint. Wenn es uns dabei nicht gelingt, dort überall Abschlüsse zu sehen, wo sie Heim in den Ostalpen sieht und wenn wir manches, u. a. an Ampferers Theorien und Darstellungsart, weniger gewürdigt als mißverstanden glauben, so wird damit unsererseits weder der außerordentlichen Belehrung durch Heims Werk noch des Umstandes vergessen, daß sein Buch uns auch als Zweifler vor neue Zweifel führt, bis zu welchen wir eben sonst nicht gelangt wären; weder lediglich durch geologische Kartierungsarbeit noch etwa gar in dem gewiß nicht im Sinne von Heims Lebensarbeit liegenden Bestreben, Schweizer Auffassungen der „Einfachheit“ halber ohne Föhlung mit der Aufnahmegeologie zu vertreten.

Zur Orientierung des Lesers sei bemerkt, daß bei dieser Gelegenheit noch keineswegs in der wünschenswerten Weise die unpublizierten Ergebnisse anderer, z. B. die Arbeiten Ohnesorges in den Kitzbüheler Alpen, die neuen Arbeiten des Grazer Universitätsinstituts, die Detailarbeiten der Wiener Schule nach Uhlig zu Worte kommen konnten.

Nach einem Versuch, einige allgemeinere Umriss der Synthese zu zeichnen und einem Exkurs über Wurzeldecken und Bewegungshorizonte wird bei der weiteren Analyse besonderes Gewicht auf schiefe Scharung des Streichens und auf neuere Einblicke in die Serieninhalte gelegt. Bei Gelegenheit der Bezugnahme auf Schmidts oben angeführte Arbeit und auf die Deckensystematik der Schweizer ergibt sich, wie weit wir meines Erachtens derzeit gelangen können und welche Lücken dabei besonders unsicher machen. Auf mehreres hier Erörterte ist bereits im Jahresbericht der Staatsanstalt hingewiesen.

Der Arbeit kam sowohl eine Spende schwedischer Fachgenossen als die durch Professor Dal Piazz vermittelte Reambulierung auf Blatt Brixen zugute.

I. Allgemeinere Grundlagen der Synthese.

Wir machen hier die Annahme, daß der Quarzphyllit zu irgendeiner Zeit gegenüber den alten Gneisen einheitlich horizontierbar war. Wenn man der Kürze halber hier und weiterhin von Quarzphyllit und alten Gneisen spricht, so ist dabei festzuhalten, daß es sich in diesem Zusammenhange sehr wohl um die primären Fazies der beiden Gesteine handeln kann, aus welchen die sekundären kristallinen¹⁾ und tektonischen Fazies erst wurden: Quarzphyllit (ein typischer Tektonit) einerseits, „Alte Gneise“, Phyllitgneis, Arterite und Granat-Cyanit-schiefer andererseits. Darauf, daß die obige Annahme keineswegs die einzige mögliche ist — schon weil nur Sekundärfazies vorliegen — habe ich u. a. Denkschr. d. Ak. 1911 (über „Formationen“ kristalliner Schiefer) hingewiesen und betone wie bei jeder Gelegenheit, daß es Quarzphyllite (und Kalkphyllite) verschiedener Formationen gibt (vgl. auch die Karte des Tauernwestendes, Jahrbuch 1921).

Es besteht die Möglichkeit, daß der Quarzphyllit zur Zeit seiner einheitlichen Horizontierbarkeit gegenüber den alten Gneisen über oder unter denselben lag. Die zweite Annahme hat Ohnesorge gelegentlich eines unpublizierten Vortrages, Wien 1921, gemacht, indem er Oetztaler und Schladminger Altkristallin als metamorphe Grauwacken betrachtet, wie ich dies hinsichtlich der Schneeberger Gesteine feststellte und hinsichtlich ihrer eventuell noch auszuscheidenden Aequivalente gelten lassen möchte, während es für die Laaser Serie heute noch fraglich ist. Dementgegen gehe ich von einer Anordnung aus, in welcher der Quarzphyllit auf den alten Gneisen lag. Die vielfachen einschlägigen Arbeiten Wilhelm Hammers in Südtirol stützen diese Annahme und auch meine heurigen Neubeobachtungen auf Blatt Klausen und Bruneck scheinen mir die Annahme, oben Quarzphyllit, unten Gneis, im Raume südlich der Tauern, näherzulegen.

¹⁾ Ich glaube, statt „metamorphe Fazies“ besser „kristalline“ zu sagen, da doch sowohl Kristallisation als Teilbewegung im Gefüge — immer begrifflich zu trennen — erst die Metamorphose ausmachen.

Wir gehen also von einer Folge aus, in welcher (stratigraphisch oder tektonisch) Quarzphyllit über alten Gneisen lag. Vielleicht waren diese da und dort bereits mit vorkristalliner Tektonik deformiert und wurden da und dort Granite von Quarzphyllit transgrediert (Rannachkonglomerat? Sunk? Manche Knollengneise der unteren Schieferhülle?), was in den heute vorliegenden tektonischen Fazies freilich überhaupt nicht mehr mit Sicherheit erweislich sein dürfte.

Diese Anordnung ist im Raume südlich des Brixner Granits vorpermisch. Ebenfalls noch vorpermisch erfolgt dort parakristallin (zu Albit) bis nachkristallin (zu Biotit) eine lebhaftete tektonische Durchbewegung. Sie bringt im Raume von Brixen vielleicht bereits das dort mit dem OW-Streichen der Alpen und der alpino-dinarischen Grenze so sehr kontrastierende NW- bis NNW-Streichen hervor. Ferner lehren die Einschlüsse von Quarzphyllit seines heutigen Gepräges im Perm, daß dieser vorpermischen Phase die tektonische Fazies des Brixner Quarzphyllits zuzuschreiben ist, nämlich seine Phyllitisierung und Umfaltung, vielfach ohne die Linsenbau erzeugenden starken Differentialüberschiebungen in s wie sie alle Phyllite nördlich des Brixner Granits kennzeichnen.

Die zeitlich mit der vorpermischen Durchbewegung interferierende Kristallisation steht mineralogisch (Albit, Biotit) der Tauernkristallisation nicht allzufern. Beim heutigen Stande unserer Kenntnis läßt sich weder eine Identifikation dieser Metamorphose mit der Tauernkristallisation erweisen, noch eine Identifikation der spärlichen Augen- gneise des Brixner Quarzphyllits mit Augengneisen der Tauern, aber beides ist festzuhalten.

Wir fragen nun nach dem vorpermischen Schicksal unserer Folge Quarzphyllit—alte Gneise im Norden. Da sind größere Züge einer vorpermischen Tektonik noch nicht erkannt oder durch jüngere Tektonik hindurch nicht mehr erkennbar. Immerhin läßt sich eine gewisse Dissonanz der Zentralgneistektonik mit der Schieferhülletektonik, ferner der nicht seltene Fall der Diskordanz oder deutlich sekundären Parallelschichtung von Zentralgneis und Hülle und einigermassen auch grobe, auf starke Gefällknicke weisende Konglomerate unter der Trias von hier aus als Hinweis auf vorpermische Faltung nördlich der Dinariden beachten; ferner die später erörterten Fälle, in welchen Perm und Mesozoikum diskordant auf nichtkorrelat deformiertem Kristallin liegt, und einige petrographisch-tektonische Befunde. Aber was alte Tektonik nördlich des Brixner Granits betrifft, ist auch folgende Ueberlegung zu machen. Sowohl bei den granitischen Intrusiven des Altkristallin als bei den Tauerngneisen und bei den Tonaliten nördlich Mauls ist Parallelkontakt so sehr das Ueberwiegende und Bezeichnende, daß wir in diesem Raume auf ein bis zum Auftreten der Tonalite (Rieserferner) nicht stark durchbewegtes Areal schließen können, wie dies Löwl in allerdings anderen Zusammenhängen tat.

Das nächste Ereignis, welches den Brixner Quarzphyllit nach seiner Regionalmetamorphose (tauernäquivalente Batholite?) und tektonischen Durchbewegung trifft, ist das Auftreten des Brixner Granits

im Laaser Niveau zwischen Quarzphyllit und alten Gneisen, wie namentlich an der Rensenspitze ersichtlich ist.

In größerer Tiefe, schon innerhalb der alten Gneise, ist die zum Brixner Granit gehörige Rieserfernermasse erstarrt.

Granitisch-tonalitische Massen von der Ordnung Brixner Granit sind also teilweise bis zum Quarzphyllitniveau in unsere Folge Quarzphyllit—Gneis südlich und nördlich der heutigen alpinodinarischen Grenze eingedrungen, vielleicht aber auch noch zwischen die älteren Tauerngneise.

An der Rensenspitze erkennen wir, daß der Brixner Granit in den alten Gneisen und Laaser Gesteinen die sauren Intrusiva von der Ordnung des Antholzer Gneises bereits vorfand.

Nach dem Brixner Granit treten im Raume von Brixen die zahlreichen basischen Ganggesteine von der Ordnung des Klausner Diorits auf, wahrscheinlich nahestehend den basischen Ergüssen im Liegenden des Bozner Porphyrs und also permischen Alters. Sie sind für den Raum südlich des Brixner Granits mit seiner damals bereits erloschenen tektonischen Durchbewegung und mit seiner Neigung zur Spaltenbildung bezeichnend und fehlen im Norden davon fast gänzlich.

Es folgt im Süden als letzte Phase die Ablagerung von Perm und Trias der Dolomiten auf dem vorpermischen bis in die Nähe von Franzensfeste (Flaggertal) transgredierte Quarzphyllitgebirge. Von einer dem durchbewegten Grundgebirge irgend korrelaten tektonischen Deformation des Perms und Mesozoikums ist keine Rede, die Anschoppung des Permomesozoikums gegen den nördlichen Quarzphyllit (zum Beispiel Piccolein) lediglich als Argument gegen die Annahme einer Nord-Süd-Bewegung der Dolomiten an jener Stelle erwähnenswert.

Wir haben bis jetzt das Schicksal unserer Quarzphyllit-Gneis-Folge im Raume von Brixen mehr als im Norden betrachtet und bezeichnend gefunden, daß die starke vorpermische Durchbewegung dieses Raumes im Norden kein derzeit nachgewiesenes volles Äquivalent hat und daß die basischen Gänge im Norden fehlen.

Wenn wir nun die Zusammensetzung unserer Quarzphyllit-Gneis-Folge weiter betrachten, so finden wir zwei oder drei Ordnungen saurer Intrusiva in diese Folge eintretend. Die jüngere Ordnung, Brixner Granit—Rieserferner, ist als zusammengehörig gut erkennbar. Älter, das heißt früher erstarrt sind nachweislich die Pegmatite, Aplite, Muskovitgranite, Augengneise und Antholzergranite, welche vor der Faltung bis in das Niveau „alte Gneise“ empor drangen. Es sind dieselben Gesteinskategorien Aplitgneis, Augengneis, die wir unter den Tauerngneisen finden, zum Teil geradezu als dieselben Typen erkennbar, zum Teil wohl durch Erstarren in verschiedenen Niveaus und durch tektonische Deformation unter verschiedenen Bedingungen differenziert. Es würden dann etwa bis in unsere Quarzphyllit-Gneis-Folge im Raume von Brixen nur sehr wenige Intrusiva dieser Ordnung (Augengneis von Aberstickl und von der Farcellscharte) eingetreten sein, und zwar in das untere Niveau; weiter nördlich in die erzeugende Zone für den heutigen Maulser Gneiszug bedeutend mehr (Augengneise, Aplite, Pegmatite, Muskovitgranite, häufig Arteritbildung); ebenso weiter nördlich in die erzeugende Zone für die spätere

Hauptachse der Tauern (Augengneise, Aplite, assimilierte Sedimente). Ich habe dabei den Eindruck, daß in unserem Meridian die Zone für die Hauptentwicklung der alten sauren Massen südlicher liegt als für die Tauerngneise und daß die Antwort auf die Frage, ob die batholitische Hauptachse nach Norden gewandert ist, wie so vieles andere davon abhängt, wie weit das Herausheben gemeinsamer (eventuell nur sekundär abgeänderter) Glieder aus den Tauerngneisen und den alten Gneisen gelingt.

Man würde also von Süden her in einen Raum mit zunehmender und in der erzeugenden Achse für die Tauern bis ins Quarzphyllitniveau aufsteigenden älteren sauren Intrusionen eintreten, welchen vielleicht die für die Laaser, Maulser, Oetztaler und Pferscher mineralreichen Glimmerschiefer bezeichnende regionale Mineralbildung Granat, Staurolit, Cyanit zeitlich entspricht, nicht aber die jüngere Tauernkristallisation, welche die erstgenannte kristalline Fazies auslöscht (untere Tauernhülle) oder mit ihr jene Mischtypen bildet, welche, wie zum Beispiel im Pfossental, an der Grenze gegen Altkristallin weder diesem noch der Schieferhülle mit Sicherheit zuzuweisen sind. Diese Uebergänge der beiden metamorphen Fazies bleiben erst von diesem Gesichtspunkt aus zu studieren; die wichtigste Mineralfazies ist Granat, Staurolit, Cyanit, Muskovit, Albit. Und besonders durch diese Glimmerschiefer mit Laaser Mineralfazies ist Gelegenheit gegeben, zunächst wenigstens eine alte tektonische Deformation überhaupt nachzuweisen: Man findet vorkristalline von der Kristallisation dieser alten Mineralfazies überdauernde Deformation neben der jüngeren nachkristallinen (zuweilen diaphoritischen). Ich habe (Jahrb. 1914, S. 621) auf das starke Ueberwiegen der nachkristallinen Deformation in diesen Gesteinen hingewiesen. Das Zurücktreten vorkristalliner Deformationen entspricht dem Vorherrschen des Lagertypus bei den alten Intrusionen insofern, als beides eher auf ein geringes Maß der voralpinen Durchbewegung in unserer Quarzphyllit-Gneis-Folge im Raume nördlich des Brixner Quarzphyllits deutet. Wir kommen auf die Frage der Trennung älterer und jüngerer Orthogneise noch zurück und werden sie für ein erst zu erörterndes Dilemma der Tauerngeologie ebenfalls entscheidend finden. Ich glaube, daß man über den dem sogenannten Altkristallin und den Tauern gemeinsamen Typen, welche ich seit 1911 (Denkschr.) annehme, nicht vergessen darf, daß es wenigstens zwei Ordnungen saurer Intrusionen gibt, welche beide sowohl der Tauernachse als dem Altkristallin gemeinsam sind, deren eine (im ganzen muskovitreichere und saurere) aber im Altkristallin ihre Hauptentwicklung hat, während die andere jüngere (mehr tonalitisch-granitische) in den Tauern ihre Hauptentwicklung hat und vielleicht auch „periadriatische“ Massen als eine zugehörige südlichere Zone mit anderem tektonischem Schicksal umfaßt. Vorerst bleibt die Tauernkristallisation zu erwähnen.

Man findet aus der heutigen Tauernachse gegen Süden gehend über den Tauern eine starke, in der Tauernhülle, also gegen Süden zunehmende Tauernkristallisation. Das ist der eine von Becke auch für andere Teile der Tauern betonte Grundzug der Anordnung und ich habe dafür die Annahme gemacht, daß der Bewegungshorizont,

aus welchem die Tauerngneisschwellen emportauchten, ein nach Norden ansteigender war, als Kristallisation und mannigfach interferierende Teilbewegung die Gesteine der unteren Schieferhülle prägen.

Der zweite Grundzug in der Anordnung der Tauernkristallisation ist folgender: Die Tauern als Ganzes zeigen starke, die Rensen (= Matreier) Zone viel schwächere. Dieser zweite Zug in der Anordnung der Tauernkristallisation, die zonare Anordnung mit Steigerung gegen Norden, bedarf einer anderen Erklärung als der erste. Wir gelangen, wenn wir die Tauernkristallisation als Ergebnis von Tiefenlage und Anwesenheit von Magma auffassen, zur Vorstellung, daß zur Zeit der Tauernkristallisation weiter im Süden die (tektonische oder sedimentäre) Ueberlagerung geringer und der magmatische Einfluß schwächer war. Dabei ist zu beachten, daß der Brixner Quarzphyllit weiter im Süden lag und die Maulser alten Gneise heute eine sehr stark eingeschnürte Zone mit tektonisch verminderter Breite sind, die Schieferhülle zonen aber Synklinen von unbestimmter Tiefe.

Wir sind in der vorpermischen Geschichte unseres Quarzphyllit-Gneis-Areals im Raume zwischen Klausen und Innsbruck nördlich von Mauls keiner bisher sicher nachgewiesenen, an Bedeutung der vorpermischen Tektonik des Brixener Quarzphyllits vergleichbaren, vorpermischen Tektonik begegnet, eher sogar Gründen für ein geringeres Ausmaß alter tektonischer Durchbewegung. Auf diese Frage hin gerichtete Untersuchungen, für welche wohl der angedeutete petrographisch tektonische Weg der gangbarste ist, finden sehr große Schwierigkeiten angesichts der mehrphasigen jüngeren Tektonik, welche nördlich von Mauls die sogenannten altkristallinen Gebiete nachkristallin, die tauernkristallinen Gebiete wesentlich vorkristallin bis parakristallin, selten nachkristallin umgeformt hat. Dieser Tektonik entspricht im Gegensatz zum Brixner Raume alpines Streichen und sie bringt einen entscheidenden tektonischen Unterschied zwischen „Alpen“ und „Dinariden“ im Gebiete unserer Betrachtung mit sich: Perm und Jüngerer liegt ohne entsprechende Tektonik auf dem Brixner Quarzphyllit, während schon bei Mauls, ferner in den Tuxer Voralpen und in den Kalkkögeln unsere Folge Quarzphyllit—Gneis mit Perm und Mesozoikum verfaltet ist. Diese Verfaltung erreicht teilweise (so zum Beispiel Maulser Trias, Schneeberger Zug, Tuxer Voralpen) einen Grad, daß sie der derzeitigen Gesamtdeformation der Quarzphyllit-Gneis-Folge wohl entsprechen kann, derselben streng korrelat ist (vgl. Verh. 1914, S. 232 ff). In anderen Fällen liegt Perm und Mesozoikum diskordant, ohne korrelate Tektonik auf dem Grundgebirge. Das Permo-mesozoikum ist zugleich mit dem Grundgebirge deformiert, aber Eigentektonik des Grundgebirges noch wahrnehmbar. Auch auf solche Stellen ist Gewicht zu legen. Sie sind Hinweise auf die für weitere Arbeit immer im Auge zu behaltende vorpermische Tektonik der Quarzphyllit-Gneis-Folge auf „alpinem“ nichtdinarischem Boden und helfen unlängbar den oben hervorgehobenen tektonischen Hauptgegensatz der Alpen und Dinariden verwischen und den Wirkungskreis der Tauerntektonik besser erkennen.

Hierher gehören der Elferspitz im Pinnistal und die Kalkkögel (Verfaltung nicht korrelat zur Tektonik des Grundgebirges; Hinweis

auf vorpermische Tektonik des Stubai-Kristallins), ferner der Ortler nach W. Hammer (Hinweis auf vorpermische Tektonik des Ortler-Kristallins). Andere Stellen, wie zum Beispiel Pfäferscher Keil des Tribulaun, ergaben keine Antwort auf unsere Frage. Im Osten der Tauern darf man nach Schmidts und Heritsch-Angels Arbeiten Beiträge zu dieser Frage erwarten. Der erörterte tektonische Gegensatz zwischen Alpen und Dinariden dürfte voraussichtlich mehr ein Gegensatz zwischen dinarischer Tektonik und Tauerntektonik im engeren Sinne werden, für welche die volle Ueberwältigung und Einbeziehung noch des Jura in ein tiefentektonisches Bild bezeichnend ist.

Diese auch für den Bau unseres Quarzphyllit-Gneisareals nördlich Mauls fast restlos entscheidende Tektonik fällt also größtenteils zwischen Jura, der noch mitergriffen ist, und Gosau, wie sogleich erörtert wird. Ebenso die mit der Teilbewegung an dieser Tektonik vielfach zeitlich interferierende Tauernkristallisation.

In der Gosau der Ostalpen (namentlich westlich) liegen als Gerölle die Zeugen einer vorpermischen Durchbewegung der Zentralalpen. Zwei Tatsachen beleuchten sich gegenseitig:

In der Gosau liegen als Gerölle Tektonite der Grauwackenzone, nachkristalline Tektonite des Altkristallins und tauernkristalline Gesteine (Verh. 1917, 138 ff.).

In der Grauwackenzone des Paläntales sehe ich, wie ich gelegentlich eines Referates über Heritsch im Zentralblatt für Mineralogie, nachkristalline Tektonite (Gneise und basische Gesteine) und ebenfalls auch tauernkristalline Gesteine, übrigens mehr Tektonite als Heritsch damals annahm, und auch hier wieder große direkte Ähnlichkeit mit der unteren Schieferhülle.

Diesen beiden Tatsachen entsprechend entstand die Grauwackenzone vorpermisch als Serie aus den genannten Tektoniten und Tauernkristallin. Vorgosauisch war also in den Zentralalpen sowohl eine nachkristalline Durchbewegung des Altkristallins als die (nicht notwendig gleichzeitige) Durchbewegung der Tauerngesteine während ihrer Kristallisation, der „Tauernkristallisation“.

Eine Grauwackenzone, stratigraphisch und in den tektonischen Fazies gleich den heutigen Tuxergrauwacken hat der Gosau des Muttekopf (Oberinntal) Gerölle geliefert. Die Untersuchung dieser Gerölle sowie zahlreicher Schiffe aus der Oetztalesmasse (Jahrb. 1914, 592) hat ergeben, daß das Oetztales Kristallin eine starke nachkristalline Durchbewegung vor der Gosau mitgemacht hat. Wahrscheinlich korrelat zu einer Ueberwallung und Versenkung der Oberinntaler Grauwackenzone durch das Oetztales Kristallin.

Wir stehen nun vor dem Dilemma: Entweder sind die Tauerngneise nicht alt oder die Tauernkristallisation ist keine regionale Kontaktmetamorphose der Gneise, oder es ist unrichtig, daß die Tauerntektonik noch Jura mitergreift. Es erscheinen also drei unvereinbare Ergebnisse, von denen ich keines aufgeben möchte.

Der Ausweg scheint mir wieder in folgender, schon oben gemachter Annahme zu liegen, so lange von anderer Seite keine bessere gezeigt wird: Es gibt unter den Tauerngneisen ältere, welche ihre Äquivalente in den Orthogneisen (zum Beispiel Augengneis) der

alten Gneise haben (Denkschr. 1911, S. 295) und jüngere (zum Beispiel Tonalite und Aplite), welche übrigens wohl ebenfalls Aequivalente innerhalb der „alten Gneise“ haben.

In den Tauern hätten auch die periadriatischen granitisch-tonalitischen Massen (Ordnung Brixner Granit—Rieserferner Tonalit) und vielleicht auch gewisse Oetztaler Tonalite ihre eventuell anderem tektonischem Schicksal entsprechend metamorphen Vertreter, ihrem Alter nach älter als Gosau und gleich alt ungefähr wie die Schieferhülletektonik, welche ja noch Lias mitergreift und vielfach von der Tauernkristallisation überdauert wird.

Es verbirgt sich in den Tauern bei dieser Annahme sozusagen ein periadriatischer Intrusivbogen mit ganz anderem tektonischem Schicksal.

Wir betrachten nun vor der Tauerntektonik unsere Folge Quarzphyllit—Gneis im Raume der Hohen Tauern.

Die sauren Intrusiva, welche, abgesehen von peripheren granitisierten Paragneisen (mit reliktitischer Feinschichtung in Granat), zweifellos die Hauptmasse der Tauerngneise ausmachen, finden wir im Westen bis ins Niveau des Quarzphyllits hinauf, weiter im Osten vielleicht noch höher; jedenfalls nach meinem Eindruck, vom Granatspitzkern zum Beispiel, nicht überall so genau im selben Niveau, wie es bei Betrachtung der alten Karten den Anschein hat.

Wir finden dann in den Ostalpen über unserem Quarzphyllitniveau Paläozoikum und Mesozoikum verschiedener Fazies, namentlich das Paläozoikum teils reich, teils arm gegliedert, ohne daß für unsere heutige Betrachtung die Bedeutung tektonischer Lücken und die Frage, was sich etwa vom faziellen ostalpin-lepontinischen Gegensatz überhaupt festhalten ließe, geklärt ist.

Ungefähr empor bis zum Quarzphyllitniveau fanden wir da und dort Granitisation und noch höher empor korrelierte Tauernkristallisation, ferner zeitlich mit letzterer interferierend, sie jedoch für viele Serien überdauernd, die erste der nachpermischen tektonischen Durchbewegungen, bei welcher hierzu korrelierte vorkristalline und außer dem Wirkungskreis der Tauernkristallisation nachkristalline tektonische Fazies entstehen.

Nach Norden offene Scharniere weisen auf Bewegung gegen Norden; höhere Niveaus waren dabei die schnelleren als tiefere, so daß gegen unten diese Bewegung etwa im Niveau der Tauerngneise (des Quarzphyllites) überhaupt abklang und die Tauerngneise, trotz den vielleicht schon in dieser Phase nach oben abgegebenen Teildeckfalten, relatives Autochthon bedeuteten. Diese erste Phase nachpermischer tiefentektonischer Bewegung ist auch im Schneeberger Gesteinszug erkennbar (vgl. Jahrb. 1921), hierher vielleicht auch die Deckenbildungen Roßkopf-Steinacherjoch zu stellen, die seinerzeit erörterten Analogien im Bau des Turracher Gebiets (siehe Exkursionsführer für die Geologische Vereinigung 1913) und des Steinacherjochs, welche durch Holdhaus' Funde eine Bestätigung und Erweiterung erfahren haben; weiter die durch die tektonische Fazies erwiesene Durchbewegung der Murauer Phyllite und vielleicht auch noch der Tektonite im Grazer Paläozoikum.

Der ersten Phase würde der früher erörterte, nach Norden ansteigende Bewegungshorizont der eigentlichen unteren Schieferhülle der Tauern angehören, ferner weiter im Süden als Fortsetzung die untere Schieferhülle in der Rensen—Matrei-Zone. Dagegen halte ich für jünger weiter im Süden die Ausbildung der da und dort noch blastophyllonitischen Tektonite am Nordrand des Brixner Granits und an seinem mit ihm damals noch zusammenhängenden Nordende, dem Rensengranit, als einen Bewegungshorizont mit basischen Gesteinen, Marmoren und graphitischen Myloniten wie in den Laaser Serien (und am Adamello-Nordrand). Es wäre der Boden des Brixner „Lakkolithen“ damals noch kein tektonischer Bewegungshorizont gewesen.

Wir haben nach der ersten tektonischen Phase bereits die Folge Gneis—Quarzphyllit—Paläozoikum—Mesozoikum schon in Form der tektonischen Serien aus verfalteten und gewalzten Tektoniten der genannten Formationen vor uns und es wäre dabei die Folge der Serien: Quarzphyllite, Kalkphyllite und mit beiden verfaltete Mesozoikum.

Von hier aus wäre nun die zweite tektonische Phase zu verstehen als eine ebenfalls vorgosauische, ebenfalls mit der Tauernkristallisation (z. B. im Schneebergerzug) interferierende Weiterentwicklung der ersten tektonischen Phase, wobei sich der eben erwähnte Bewegungshorizont mit seinen Serien selbst wieder faltet, sozusagen wirft, selbst überwallt und rückfaltet, wofür vielleicht gerade die Zonen maximaler Granitisation, Wiedererweichung und kristalliner Mobilisation der Paragesteine wie die Zone der Hohen Tauern prädisponiert sind.

Wenn man nun, wie hier geschieht, diese zwei tektonischen Phasen voneinander trennen will, so kann dies solange nicht mehr als ein ganz vorläufiger Versuch sein, als die Aufgabe nur ganz teilweise gelöst ist, zunächst vorkristalline, tauernkristalline und nachkristalline Tektonik petrographisch zu trennen; denn diese drei Unterschiede sind schon für die erste Analyse zu machen. Erst hiernach wird sich das letzte Wort auch über Schmidts und meinen Versuch, die Tauerntektonik als eine sekundäre mehrphasige zu begreifen, sagen lassen. Mehrfache Uebereinstimmung in unseren Vorstellungen aber ermutigt, diesen bloßen Vorversuch einer Trennung mehrerer Phasen fortzusetzen.

Um die zweite tektonische Phase zu erfassen, bedenken wir vorerst, daß in unserer ersten tektonischen Phase keine Gelegenheit für die Ausbildung nachkristalliner diaphoritischer Tektonite im unteren Niveau der Quarzphyllit-Gneis-Folge gegeben war. Es liegt also nahe, hier alle Tektonik mit derartiger Teilbewegung im Kleingefüge versuchsweise zusammenzufassen als Tektonik einer Phase, in welcher die alten Gneise entweder bereits in einem höheren Niveau deformiert wurden oder auf ihrem tektonischen Wege in ein solches, wonach die Mineralfazies jener Tektonik verständlich wäre. Von besonderem Interesse sind ferner von hier aus die nachkristallinen Tektonite tauernkristalliner Gesteine, welche, trotz des Fortwirkens der Tauernkristallisation andernorts, selbst den Bedingungen der Tauernkristallisation anscheinend ebenfalls auf tektonischem Wege entrückt und Diaphthoresen ausgesetzt waren. Und endlich wird die wesentlich para-

kristalline tektonische Fazies des Innsbrucker Quarzphyllits von hier aus interessant, worauf ich in einem anderen Zusammenhange zurückkomme.

Da meine Studien an Faltenquerschliffen und schiefrigen Tektoniten nach dem Kriege wegen der hohen Kosten der Präparate keine Fortsetzung finden konnten, bin ich im wesentlichen auf die früheren Ergebnisse angewiesen, deren Verdichtung gewiß für diese Ueberlegung sehr wünschenswert gewesen wäre.

Nachkristalline, bisweilen diaphthoritische tektonische Fazies fanden wir:

1. Im Oetztaler und Stubai Kristallin (unterscheidbar von vorkristallinen Deformationen) teilweise nachweislich korrelat zur basalen Verfaltung der Kalkkögel und teilweise wahrscheinlich korrelat zur Ueberwallung und Versenkung der Oberinntaler Grauwackenzone, welche ich als Lieferantin der Gosaugerölle vom Muttekopf annehme.

2. Im Maulser Altkristallin (trennbar von vorkristallinen Deformationen): Phyllitgneise sind eben Phyllonite von Gneisen und Glimmerschiefern.

3. Wesentlich nachkristalline Deformation zeigten die vorher noch tauernkristallinen Phyllite der oberen Schieferhülle (Pfunders), ferner die in den Kalkphyllit eingefalteten triasbegleitenden Quarzphyllite, ferner die der Steinacher Decke.

4. Die tauernkristalline untere Schieferhülle in der Rensen (Matri) Zone zwischen Maulser Gneis und Kalkphyllit zeigt ebenso wie teilweise die untere Schieferhülle des Schneeberger Zuges nachkristallin durchbewegte ehemalige „Greinerschiefer“.

5. Nachkristalline Teilbewegung zeigt auch der Innsbrucker Quarzphyllit, doch scheint sie mir, soweit mein Schliffmaterial zu sehen erlaubt, gegenüber parakristalliner tektonischer Fazies deutlich zurückzutreten, worauf ich Gewicht lege.

6. Auch der Brixner Quarzphyllit ist parakristallin bis nachkristallin gefaltet, nur an Kontakten vorkristallin hinsichtlich der Kontaktkristallisation (vgl. Jahrb. 1915, 631 ff.).

Wir haben nun zu fragen, in welcher Weise sich diese bloßen Hinweise, deren weitere Kritik und Begründung eine einzelne Arbeitskraft übersteigt, zum Bilde unserer zweiten tektonischen Phase brauchen lassen. Eine Hauptaufgabe im Oetztal sehe ich für unser Problem in der Trennung von vorkristallinen und nachkristallinen tektonischen Deformationen, wie so vielfach anderwärts im zentralalpinen Kristallin, wo ich nur ganz flüchtige Stichproben vor dem Kriege machen konnte (zum Beispiel nachkristalline Faltung der Amphibolite in der Breitenau bei Mixnitz) und meistens die Arbeiten Schmidts und Heritsch-Angels um so dankenswerter finde, als ich diese Trennung der tektonischen Fazies für den besten Weg zu einer Zentralalpen-Synthese und vielfach für gangbar halte (vgl. Jahrb. 1915, 591, 592, 612—15, 617). Lediglich zur Anregung, nicht aber zur Ersparung weiterer, eventuell kritisierender Arbeit in dem hier vertretenen Sinne darf man sich folgendes Bild der zweiten Phase machen:

Die Oetztaler Schiefer übersteigen Quarzphyllit und Grauwacken gegen Norden. Die Grauwacken, welche die Muttekopf Gosau mit Geröllen beliefert haben, liegen unter der nach Norden überstürzten Folge Gneis—Quarzphyllit des Hocheder. Ohnesorge glaubte in dem oben zitierten, bisher unpublizierten Vortrage die Grauwacken dort (und dem analog in der Schladminger Masse) als hochkristalline Schiefergneise des Oetztales wieder zu erkennen. Ich schließe mich dem vorläufig nicht an, obwohl ich hochkristalline, und zwar tauernkristalline Grauwacken als Baumaterial der Oetztaler Masse im Schneeberger Zug lange ausführlich nachgewiesen und auf die Notwendigkeit weiterer Analyse in diesem Sinne hingewiesen habe. Denn festgestellt sind im Raume des Oberinntales bisher nur die Grauwackentektonite der Muttekopf Gosau, welche einer Folge Grauwacken—Quarzphyllit—Gneis unter der Hochederstirne am besten entsprechen.

Im Westen werden die Engadiner und Prättigauer Gesteine von Altkristallin überwältigt. Voraussichtlich wird die Zukunft die hierzu korrelierten tektonischen Fazies des Kristallins in vollem Umfange als wesentlich nachkristalline und diaphthoritische kennen lehren. Ich möchte von da aus die Entstehung dieser Zonen sowie der durch die Muttekopf Gosau nachgewiesenen Oberinntaler Zone sowie die Ueberdeckung der Engadiner Gesteine für jünger halten als die hier unterschiedene erste tektonische Phase. Soweit der Nachweis nachgosauischer Gesteine in den überdeckten Gesteinen zu Recht besteht, erhält also unsere zweite tektonische Phase eine über die Gosau hinausgreifende Dauer.

Wie die Tauerngneise mit ihrer Stirnhülle, aus Quarzphyllit und Paläomesozoikum, in der Tuxerzone als tekt. Höheres an den Innsbrucker Quarzphyllit herantreten, so traten die Oetztaler Gneise, die Tauerngneise überholend, über Quarzphyllit und Grauwackenpaläozoikum (vielleicht auch Mesozoikum) an die Inntalzone heran, selbst die Kalkalpen noch überdeckend, wie Ampferer im „Querschnitt“ zeigte. Die letzte Tektonik beider Zonen gehört in unsere zweite Phase. Wenn wir nun annehmen, daß nach der ersten Phase der Innsbrucker Quarzphyllit nördlich von den Tauern lag und daß nach der ersten Phase die Kalkalpen nördlich des Quarzphyllits lagen, so erscheinen in der zweiten Phase die Oetztaler Gneise an der Inntallinie auf Quarzphyllit liegend und samt ihrer Trias an der Inntallinie, gegenüber dem nördlich folgenden Kalkgebirge noch höher, selbst nach dem Sinken der Stirne; und es erscheinen in der zweiten Phase die Tuxergneise gegenüber dem nördlich folgenden Quarzphyllit eingesunken, wie dies Ohnesorge für den Pinzgau annimmt, trotzdem sie ihn vielleicht vor der Senkung ihrer Stirne unter sich hatten. Ich lasse hier noch die Frage offen, wie weit die zahlreichen typischen tektonischen Fazies der Kitzbüheler Alpen, auf die ich nach einem Besuche geführt und belehrt, von Ohnesorges vorbildlicher Karte vorläufig nur dringend hinweisen kann, in der ersten oder zweiten Phase entstanden sind; jedenfalls aber zwingen sie (z. B. Porphyrtettonite des Kitzbüheler Horns, die Tektonite des Buntsandsteinkonglomerats der Ehrenbachhöhe), auch dieses Gebiet als ein stark durchbewegtes zu betrachten.

Es ist schon, wenn man das bisher entworfene Bild festhält, die Vorstellung gegeben, daß in unserer zweiten Phase auch das Verhältnis zwischen Altkristallin, Tauernhülle und Innsbrucker Quarzphyllit, im Meridian des Brenners, seine für das heutige Bild entscheidende Gestaltung erfuhr.

Zunächst ist festzustellen, daß eine Folge Oetztaler Gneis—Quarzphyllit—Kalkphyllit—Tauerngneise, die Biegung um das Tauernwestende als Deckenfolge im Sinne Termiers nicht mitmacht. Der Quarzphyllit setzt aus und so liegen die Oetztaler (und Stubai) Gneise zwischen Innsbruck und Matrei auf Quarzphyllit, weiter südlich auf Kalkphyllit, bezw. Schieferhülle: erst ganz im Süden, von Mauls über Luttach und weiterhin mächtig anschwellend, finden wir wieder Quarzphyllit zwischen Altkristallin und Kalkphyllit eingeschaltet. Obzwar nun Quarzphyllite als tektonische Fazies an der Basis einer altkristallinen Decke auftreten können und obgleich tektonische Auswalgungen, ja Lücken denkbar sind, sehe ich in unserem Falle von dieser Deutung ab und nehme eine sekundär-tektonische Entstehung der Quarzphyllitlücke am Tauernwestrande in unserer zweiten Phase an. Ich kann in den geringen quarzphyllitischen Einschaltungen zwischen Altkristallin und Kalkphyllit am Brenner nicht etwa die gewaltigen Massen des Innsbrucker Quarzphyllits-Aequivalentes in einer kontinuierlichen Deckenfolge sehen und finde diesen Quarzphyllit etwa bei Matrei zu Ende.

Eine tektonische Diskordanz zwischen Altkristallin und Quarzphyllit besteht bei Matrei nicht, ebensowenig von Peterbrünnl bei Innsbruck bis zum Hocheder. Im Silltal ist die Grenze im übrigen nicht aufgeschlossen. Patscherkofl als Quarzphyllitsockel mit Glimmerschieferkappe und Saile als Glimmerschiefer—Gneis—Massiv mit Permotriaskappe stehen sich wohl zu unvermittelt gegenüber, als daß hier die Situation ganz ohne Bruch im Silltal, wie ihn Frech und Ohnesorge annehmen, erklärlich wäre. Die eigentliche Bedeutung der tektonischen Grenze zwischen Altkristallin und Quarzphyllit kann sich aber nicht aus tektonischen Details, sondern nur aus der Betrachtung beider Gesteinsfolgen ergeben.

Der Quarzphyllit trägt nach Ohnesorges Feststellungen Grauwackenpaläozoikum und Trias. Nach meiner Annahme, daß in der unteren und untersten Tauernhülle Grauwackenpaläozoikum (im Süden und im Schneeberger-Zug tauernkristallin) und Trias vorhanden ist, kann demnach in den Tauern und im Quarzphyllit ohne Inversion noch immer dieselbe Folge wie vor Beginn unserer zweiten tektonischen Phase erblickt werden. Der Quarzphyllit selbst, mit seinem von hier aus gesehen bedeutsamen Vorwalten parakristalliner tektonischer Deformation, wäre eben eine aus der ersten Phase stammende tektonische Fazies des Quarzphyllitniveaus, unter welchem wir in der ersten Phase den Horizont der alten Gneise und Tauerngneise zu suchen haben. Ich lasse offen, aus welcher tektonischen Phase die Reste von Tauernkristallin auf Quarzphyllit stammen, welche ich wie die Steinkogelschiefer im Pinzgau (Verh. 1913, S. 161) gelegentlich neben die untere Schieferhülle stellte, während ich als Tauerngneise manche Gneise im Quarzphyllit (z. B. Navisjoch, Jahrb. 1915, 591) betrachtete

und darauf hinwies (z. B. Denkschr. Ak. 1911), daß Schwazer Augengneis gleich anderen sg. „alkristallinen“ Gneisen auch allernächst den Tauerngneisen, z. B. im Tuxertal unter den Grauwacken, zu finden ist.

Es liegt also bis hieher der Annahme nichts im Wege, daß der Innsbrucker Quarzphyllit schon vor der zweiten tektonischen Phase, welche, wie wir sahen und sehen werden, erst die heutige Tauerntektonik erschuf, noch als ein Glied desselben Bewegungshorizontes wie die Tauerngneise im Norden derselben lag.

In den Oetztalern fanden wir vor der zweiten tektonischen Phase die untere Schieferhülle des Schneeberger Zuges bereits als Bewegungshorizont auf alten Gneisen liegend mit (ganz wie in den Tauern) nach Norden bewegten Teildecken (Steinacher Decke), welche auch tauernkristalline Fazies nach Norden bringen (Roßkopf—Brenner).

Wenn wir nun auch unter diesen tauernkristallinen Fazies noch Quarzphyllite und Kalkphyllite vermuten können und Quarzphyllite auch ohne Tauernkristallisation noch in der Steinacher Decke — von Kerner bis ins Pinnistal nachgewiesen — finden, so darf darüber nicht übersehen werden, daß zwischen Altkristallin und Trias der Stubai Alpen eine mit den Verhältnissen östlich vom Silltal vergleichbare Entwicklung des Quarzphyllits und des Grauwacken-Paläozoikums fehlt; und von einer mit der oberen Schieferhülle vergleichbaren Kalkphyllitentwicklung ist zum mindesten nichts erhalten.

Es war also vor der zweiten tektonischen Phase das oben genannte altkristalline Areal von Tauern- und Innsbrucker Quarzphyllit immerhin so verschieden, daß ich annehme, die jetzt bestehende Annäherung der beiden Areale sei in der zweiten Phase tektonisch erfolgt und daß dabei auch jenes Fehlen des Quarzphyllits im Brennerpaß zustande kam. Es wäre der Innsbrucker Quarzphyllit in der zweiten tektonischen Phase, ähnlich wie dies Schmidt im Osten fand, nicht mit dem Altkristallin von Stubai und Oetztal gegangen, sondern von demselben überstiegen worden. Wiederum liegt es nahe, die nachkristalline tektonische Phase des Altkristallins allgemein mit der Ueberwallung des früheren Hangend der alten Gneise (Quarzphyllit und Untere Schieferhülle) in Zusammenhang zu bringen. Es ist die zweite tektonische Phase, in welcher zum Teil vorgosauisch das altkristalline Liegend des Quarzphyllitniveaus nachkristallin durchbewegt wurde und sich dabei bereits über statt unter dem Niveau Quarzphyllit—Untere Schieferhülle befand. Es wurden die Oberinntaler Grauwacken überwältigt und der Quarzphyllit überschoben, während anscheinend andernorts; so zum Beispiel im Schneeberger Zug, die Tauernkristallisation noch Kleindeformationen überdauernd und abbildend fortwirkte. Es ist damit auch das für die primitive Deckentheorie unerklärliche Fehlen eines altkristallinen Saumes nördlich des Innsbrucker Quarzphyllits erklärt: Oetztal und Stubai sind erst in der zweiten Phase und wesentlich westlich der Tauern vorgegangen, vielleicht eine tektonische Depression neben der Tauernschwelle benützend. (Vgl. Brennerführer 1913.) Die Wanderung der Kalkalpen nach Norden ist, wenn und gleichviel wie weit aus Süden sie kommen, vor dieser Phase, bereits in unserer ersten Phase erfolgt, denn die Tauernnische hat in der Kalkalpentektonik der NS-Phase kein Korrelat.

Und es ergibt sich nun diese Beziehung zwischen zentralalpiner und kalkalpiner Tektonik: Wenigstens die erste Abwanderung kalkalpiner Decken nach Norden über die Grauwackentektonite vor der Tauernnische und die korrele Durchbewegung der Kitzbüheler Grauwacken hat vor unserer zweiten Phase stattgefunden. Denn nach mündlicher Mitteilung Ampferers findet die Tauernnische im langen Strange der nördlichen Kalkalpen keine direkte Abbildung. Es hätte also die wesentliche Deckenbildung, von hier aus betrachtet, vorgosauisch und schon vor unserer zweiten Phase begonnen, und erst in der zweiten Phase wäre das Mesozoikum von Stubai den Kalkalpen bis auf Inntalbreite nahegerückt. Dahingestellt lasse ich es vorläufig, ob in der später besprochenen Phase mit NW-Beanspruchung die Tauernnische ein Korrelat in der Kalkalpentektonik erhält.

Sämtliche bisher betrachteten Erscheinungen erster und zweiter Phase entsprechen größerer Nordgeschwindigkeit höherer Niveaus, um einmal das Bewegungsbild bei einem bescheidenen Namen zu nennen. Wir suchen, ehe wir auf Bewegungen in anderer Richtung eingehen, im Süden nach ebensolchen Bewegungen der zweiten Phase.

Da legen sich am Nordrand der Maulser Phyllitgneise diese vielfach nachkristallinen und diaphoritischen tektonischen Fazies, den Nordflügel des Fächers von Terenten verlängernd und das Fenster von Mühlbach im Lappachtale bildend, als Speikbodendecke über Quarzphyllit, über nachkristalline Tektonite tauernkristalliner Unterer Schieferhülle und Kalkphyllit. Die Decke wird also gebildet von unserer überstürzten Folge erster Phase. Sie bedeckt bei Lutlach im Ahrntale die Kalkphyllite bis auf einen wenige 100 m breiten Streifen zwischen Altkristallin, beziehungsweise Quarzphyllit des Steinerholm und Tauernhülle. Diese Decke, welche übrigens bisher das beste Beispiel einer ersichtlich viele Kilometer breiten Ueberdeckung des Kalkphyllits durch Altkristallin im Süden ist, betrachte ich wegen der ebenerwähnten tektonischen Fazies als eine sekundäre Bildung der zweiten tektonischen Phase aus der früher beschriebenen Gesteinsfolge der ersten Phase. Der Tonalit der Rieserferner steckt in ihr. Sie ist eine sekundäre Decke und nicht Wurzel zu nennen, um so weniger, als ihr nördlich der Tauern nichts entspricht: Wie denn überhaupt ein Querprofil durch die Alpen mit Tauernnische, die zum Beispiel auf Kobers Uebersichtskarte verdienstlich hervortritt, das Versagen der über Termiers Entwurf und Hinweis auf mögliche weitere Komplikationen nicht hinausgelangenden primitiven Deckentheorie, wie sie meines Erachtens besagte Karte begleitet, ohne weiteres hätte erweisen können.

Zur Annahme einer Ueberwallung der Tauernnische durch WO-Bewegung am Westrand, welche jünger wäre als die Eigentektonik des Tauernfensters, kann ich derzeit vom Tauernwestende keine Belege bringen, obwohl mir meine heurigen Begehungen im Gebiete der eigentlichen Tarntaler Kögel (Ostgehänge der Sonnenspitze u. a.) auch dort mehr nichtmeridionale Beanspruchung zeigten, als nach der Literatur zu erwarten stand.

Beim heutigen Stand der Kenntnisse erscheinen mir also die Zentralalpen im Raume unserer Betrachtung als ein gleich einer

stratigraphischen Folge in sich weiter gefalteter vorgosauischer Bewegungshorizont, dessen endgültige Tektonik ganz wesentlich im zweiten Durchbewegungsakte geprägt ist. Beide nicht scharf voneinander trennbaren tektonischen Phasen sind wesentlich vorgosauisch, an die zweite schließen vielleicht noch gleichsinnige tertiäre Bewegungen an.¹⁾ In der Entwicklung unserer Anschauungen hat besonders der Versuch eine Rolle gespielt, allzuviel von der letzten Tektonik in ein System kontinuierlicher Decken zu bringen.

II. Decken- und Bewegungshorizonte.

Ich habe, wie auch schon in früheren Arbeiten, im Vorausgehenden den Namen Decke auf klare Fälle tektonischer Ueberlagerung von Höherem durch Tieferes eingeschränkt, im übrigen aber Bewegungshorizont gesagt und möchte hiezu einiges zu bedenken geben.

Einmal hat gerade das Vorangehende ein Beispiel (unter vielen anderen) gegeben, daß man in derartigen Ueberlegungen Niveaus begegnen kann, deren stratigraphische Gliederung dahingestellt bleibt, ebenso wie Förderlängen, Wurzeln etc., während der Charakter als Bewegungshorizont aus der Teilttektonik und tektonischen Fazies feststellbar ist. In solchen Fällen ist die Bezeichnung Decke als eine vielzuvielen vorwegbehauptende, übrigens trotz Ampferers präzisen Fassungen in der Literatur unklar verwendete zu meiden.

Ferner ist a priori zu sagen, daß Ueberschreitungen von Höherem durch Tieferes, also (wieder nur teilweise) stratigraphisch feststellbare „Decken“ immer nur einen Teil der Horizontalbewegung in der Erdhaut bezeichnen werden, am meisten vielleicht die Stellen mit Inhomogenität in der Bodenreibung eines horizontal bewegten Horizontes. Man wird sich also bei der Beurteilung der Verbreitung horizontaler Bewegung von vornherein nicht an „Decken“ klammern dürfen.

Die lediglich primitiv stratigraphisch (häufig mit paläontologisch nicht begründbarer Ueberschätzung des Leitfossiliencharakters) arbeitende Tektonik, die mit primären Fazies arbeitende Tektonik, die mit metamorphen Mineralfazies arbeitende Tektonik bezeichnen heute die drei Wege, welche zur Feststellung von abnormalen „oben und unten“ und zur Rekonstruktion der (selbst wieder normalen oder abnormalen) Gesteinsfolge führen können, welche vor der Deformation vorlag (vortektonische Folge in bezug auf die tektonische Phase x). Aber alle drei Methoden führen bestenfalls zur Auffindung von Decken, nicht aber zur Feststellung der a priori zu erwartenden Fälle von horizontaler Verschiebung. Man wird also nach einem Mittel fragen, beim Versagen der drei obgenannten tektonischen Methoden, Bewegungshorizonte noch erkennen zu können, zum Beispiel Horizonte mit höherer Nordgeschwindigkeit oberer Niveaus, wie wir sie oben für die 1. tektonische Phase angenommen haben. Nur dieses Mittel wird der Tektonik eine Uebersicht über die Horizontalverschiebungen

¹⁾ Dies ist während der Korrektur dieser Arbeit durch einen Vortrag Ampferers über das Häringer Tertiär noch wahrscheinlicher geworden.

in der Erdrinde gestatten und damit erst eine Stellungnahme zu manchen Hypothesen ermöglichen. Dieses Mittel ist die lebendige Erfassung der tektonischen Gesteinsfazies. Nur mit Hilfe der tektonischen Fazies kann man Horizontalverschiebungen, Bewegungshorizonte ohne nachweislich abnormale Lagerung feststellen, ferner die Orientierung (zum Beispiel meridional) der Bewegung, nicht aber von vornherein ihre Richtung (Nord oder Süd), da in einem Bewegungshorizont mit höherer Nordgeschwindigkeit oberer Niveaus das tiefentektonische Bild und die tektonische Fazies dieselbe ist wie in einem Bewegungshorizont mit höherer Südgeschwindigkeit tieferer Niveaus; wonach es darauf ankommt, ob man das obere oder das untere tektonische Stockwerk für den Initiator der Bewegung hält.

Ein weiterer Grund, von Bewegungshorizonten und tektonischen Fazies zu reden ist die weite Verbreitung des Phänomens, welche ich unabhängig von obigen Ueberlegungen fußend auf manchen Standpunkten der Deckenlehre und mehr noch auf meinem Vergleich zwischen alpinem und finnischem Kristallin seit langem betont habe. Man findet tektonische Fazies, das heißt Gesteine mit (vorkristalliner, parakristalliner oder nachkristalliner) summierbarer Teilbewegung im Kleingefüge, im Grundgebirge keineswegs auf die Gebiete mit nachweislichen inversen Serien, mit Umstellung von stratigraphischen oder Tiefenstufenfolgen, beschränkt, sondern in so weiter Verbreitung, daß sie vielfach geradezu als Norm für die Auffassung der kristallinen Schiefer überhaupt genommen wurden und darüber die so entscheidende Trennung von Mineralfazies, das betrifft Kristallisation bedingter Minerale, und tektonischer Fazies, das betrifft summierbare Teilbewegung im Kleingefüge, in den Hintergrund trat, ebenso wie die Abbildungskristallisation, das Prinzip der Ausarbeitung älterer Strukturen, der Umstellung von *s*, der Teilbewegung in *s*, der Phylionitisierung u. a. m.

Die Beachtung und das weitere Studium tektonischer Fazies bedeutet also, wie man beispielsweise aus diesem Aufsatz und Schmidts vorübergehender Studie sieht, keineswegs ein Einrennen offener Türen, wie anfänglich laut ward; eher kommt diesem Studium ähnliche Bedeutung für die allgemeine Tektonik zu wie etwa der Deckentheorie und scheint es vielmehr gerade der Deckentheoretiker zu sein, dem man damit weitere Türen zu öffnen hat, wo die oben-erwähnten drei Methoden versagen werden. Denn die tektonische Fazies läßt heute schon, wo ihre Grundbegriffe noch fast allen Lehrbüchern fehlen, namentlich im Grundgebirge Bewegungshorizonte und deren Bedingungen erkennen, wo die Tektonik bisher keine Bewegung von Tieferem über Höheres und demnach — überhaupt nichts erkannt hat; was eine Fehlerquelle für das tektonische Erdbild ist.

Endlich wird man von Bewegungshorizonten statt von Decken sprechen, wo nur „relatives Autochthon“ nachgewiesen ist (zum Beispiel Teildecken der Tauerengneise in die Schieferhülle), oder wo es sich um „gemischte Areale“ handelt aus relativem Autochthon und wurzellosen Schubmassen gleicher Fazies.

III. Zur weiteren Analyse. Schiefe Scharungen des Streichens.

Für die weitere Analyse unserer westlichen Zentralalpen unterscheidet ich, fußend auf den Arbeiten Hammers und meinen, die folgenden Gesteinsserien, welche durch ihre Mineralfazies, durch ihre tektonische Fazies, durch das Verhältnis zwischen Kristallisation und Teilbewegung im Gefüge und durch ihren Inhalt zu charakterisieren sind. Diese Serien zeigen wenig stratigraphisch bestimmbareren Inhalt, wenige Diskordanzen, in der Regel keine scharfen Grenzen gegeneinander und die Zeichen der Durchbewegung unter Belastung. Ihre Unterscheidung wurde der Darstellung auf dem Uebersichtskärtchen zugrunde gelegt. Ihre Folge ist vor der zweiten tektonischen Phase von unten nach oben:

1. Gneis—Glimmerschiefer-Gruppe des Altkristallins; Oetztal—Stubai, Maulser Gneiszone. Gemeinsame Typen mit den Tauern (Augengneise!). Tauerngneise.

2. Die Laaser Serie in der im folgenden erörterten Zusammensetzung und, so weit heute möglich, auf der Karte ersichtlich gemachten Verbreitung. Sehr oft von Trias begleitet. Bisweilen von Unterer Schieferhülle weder gut trennbar noch mit derselben identifizierbar.

3. Quarzphyllit-Serie.

4. Untere Schieferhülle.

5. Mesozoikum Ortler—Tribulaun—Mauls, Mesozoikum der Farn-taler Zone.

6. Kalkphyllit-Serie.

Wir wissen von der Struktur der Oetztaler noch nicht alles für eine Synthese Nötige und haben die Hammer'sche Neuaufnahme abzuwarten.

Das heutige Streichen in der Oetztaler Masse läßt auf verschiedenartige Beanspruchung schließen. Eine Beanspruchung im Meridian hat OW-Streichen erzeugt, einer Beanspruchung in NW-SO-Richtung entspricht das Streichen der Schneeberger Synklinalen (übrigens auch der Zone A bis D, der Engadiner Phyllite und der Gneise des Tauernwestends). Letzteres Streichen zugleich das Streichen des Schweizer Autochthons (Aaarmassiv) und voralpiner Ablagerungsräume ist in den Kalkalpen durch die Ränder von Ampferers Decken im Westen, ferner durch die Sehne der Weirer Bögen und Ähnliches, vielleicht auch noch durch die Ränder der Kalkalpendecken und Semmeringdecken u. a. m. im Osten angedeutet (vgl. Fig. 3). Das Verhältnis des Ostflügels der Tauern zum Westflügel ist in diesem Zusammenhang noch wenig bekannt. Eine genaue Analyse der Interferenzen älteren und jüngeren Streichens in den Oetztalern ist heute noch nicht möglich. Alles in allem aber entsprechen die Oetztaler in ihrer inneren Struktur nicht einer aus der Zone A geförderten oberostalpinen Decke, ebensowenig wie ein so einfaches Bewegungsbild schon die Tektonik der Engadiner Dolomiten für uns befriedigend und weiterer Forschung förderlich resumieren könnte oder wir uns mit transportiertem hercynischem Streichen in Wurzeldecken zufrieden geben können.

Randlich treten die Oetztaler, wie auf der Karte dargestellt, ziemlich deutlich als Einheit¹⁾ hervor, nicht nur gegenüber den „Scherenfenstern“ der Tauern und des Engadins, auf welche ich bald zu sprechen komme, sondern noch gegenüber dem Quarzphyllit des Inn-ales und gegenüber der Silvretta, und es kennzeichnet die Tendenz zur Stirnbildung den NW- und N-Rand der jetzigen Umrisse, nicht aber den Ostrand, an welchem die von mir eingehend beschriebenen und auf eine über den Brenner vorgehende Belastungsmasse zurückgeführten Wirbelstrukturen mit westeinfallenden Wirbelachsen das Bewegungsbild im Liegenden der Masse beherrschen und am Erosionsrand der Oetztaler zutage treten.

Um die Verhältnisse im Süden zu erläutern, muß ich nun zunächst eine wichtige Zone als Laaser Zone hervorheben.

Auf Grund der Aufnahmen Hammers bis Meran und meiner eigenen im Osten unseres Gebietes unterscheide ich eine entgegen manchen bisherigen Darstellungen im Streichen zusammenhängende Zone zwischen Zumpanell und dem Ostende des Antholzer Granits bei Kalkstein. Für diese Zone mache ich bezeichnend Hammers Laaser Schiefer, Kalkmarmor, grobe Orthogneise und Augengneise, kurz die Laaser Serie. Und wie sonst fast überall ist diese Laaser Serie von zentralalpiner Trias begleitet. Wir haben im Westen die Trias des Ortlers und der Engadiner Dolomiten sowie Triaseinfaltungen in die Laaser Serie, weiter östlich die Trias von Pens, Stilfs, Mauls und Kalkstein. Die Heraushebung von Laaser Gesteinen aus dem steirischen Kristallin wäre zu versuchen.

Betrachten wir diese Zone, die Laaser Zone, im Streichen, so sehen wir, wo sie östlich von Meran mehr und mehr eingeschnürt wird und damit den Habitus einer Wurzelzone bekommt, an Stelle der Engadiner Dolomiten und des Ortler die obengenannten Triaseinfaltungen. Ich fasse sie also sozusagen als vom Nordrand der Dinariden eingeklemmte Ortlerreste mit sekundärem Wurzelhabitus auf, gleichviel ob der Ortler auf seiner Unterlage von jeher sitzt, gegen dieselbe verschoben oder eine eigene Decke ist.

Der Verrucano dieser Scheinwurzeln ist bei Mauls mit dem Kristallin meines Erachtens bereits vor ihrer synklinalen Einfaltung und bevor sie den Wurzelhabitus erhielten, verfaltet. Sie waren also vor Erreichung des Wurzelhabitus nicht streng autochthon. Wahrscheinlich stehen sie zur Brennertrias im selben Verhältnis wie zum Ortler als anlässlich des Anschubes der Dinariden eingeklemmte Reste mit Wurzelhabitus, nicht aber als echte Wurzeln, das wäre als Endformen einer Synkline, aus welcher die Brennertrias gefördert worden wäre. Ist es doch von letzterer, am Elferspitze zum Beispiel, noch wahrscheinlicher, daß sie wurzelt, als von diesen Maulser Wurzeln. Die Triaseinfaltungen unserer Laaser Zone stehen also weder zur Ortlertrias noch zur Brennertrias im Verhältnisse von Wurzeln, aus welchen diese beiden gefördert worden wären. Sie sind faziell zentral-

¹⁾ „Einheit“ lediglich im Zusammenhange dieser Arbeit obwohl der durch Hammers Arbeiten bereits erreichte Stand der Analyse eine durchgreifende Teilung in eine Zweifheit erwarten läßt.

alpines Mesozoikum, worauf ich ebenfalls schon vor zehn Jahren hinwies. Einem Systeme „Unterostalpine Decken und Wurzeln“ im Sinne der jetzigen Schweizer Deckensystematik können sie nicht wohl angehören, da sie wie die Trias des Tribulaun auf den im Sinne jener Systematik oberostalpinen Oetztaler Schiefern liegen.

Die Laaser Zone ist die südlichste Zone, welche das ganze Gebiet unserer Betrachtung durchzieht.

Wie die Laaser Serien von Kappl im Paznaun und auch die vom Patscherkofl und Rosenjoch halten sich die Gesteine der Laaser Zone an die Grenze zwischen Gneisen und Quarzphyllit. Wir kennen die Verbreitung der Laaser Serie und ihre tektonische Rolle innerhalb der eigentlichen Oetztaler Masse noch nicht. Sie ist aber, wenn vorhanden, auch dort vor der Teiltektonik über den Gneisen zu vermuten, entsprechend der durch Hammer zum erstenmal hervorgehobenen Horizontierbarkeit der Laaser Schichten Hammers und der begleitenden Augengneise. Im Sinne der Schweizer Deckensystematik (vgl. tektonische Karte in Heims Geologie der Schweiz) würde die Laaser Serie in der Laaser Zone zum System Unterostalpinen Decken und Wurzeln gehören, in der Silvretta und in den Oetztalern zu den Oberostalpinen Decken, in der insubrischen Zone (A) nördlich des Adamello zu den oberostalpinen Wurzeln. Demgegenüber ist es besser, im Fortschritt der tektonischen Analyse nicht von diesem Deckensystem, sondern von dieser bezeichnenden ungefähr horizontierbaren Serie auszugehen. Ihr Charakter als Bewegungshorizont ist durch ihre tektonischen Fazies (Augengneise und geschieferte Granite, mehrfach vorkristallin—parakristallin durchbewegte Glimmerschiefer, geflossene Marmore) im Bereich der sg. Wurzelzonen wie im Bereich der Decken gleichermaßen ersichtlich. In beiden Bereichen ist die Tektonik der Laaser Serien erfaßlich als Sekundärtektonik eines Bewegungshorizontes, für dessen echten Deckencharakter mit voller Förderlänge und Wurzel es noch keine Beweise gibt. Sekundärer Wurzelhabitus ist zum Beispiel im Ratschingestal und namentlich am Nordrand des Brixner Granits ausgeprägt, wo andererseits die tektonische Fazies gerade besonders deutlich auf den Charakter der Laaser Serie als Bewegungshorizont vor seiner Aufrichtung zu Scheinwurzeln an der schürfenden Stirne des Brixner Granits hinweist.

Gehen wir von der Laaser Zone nach Süden, so finden wir zunächst Quarzphyllit nach Hammer synklin auf Laaser Gesteinen liegend und aus denselben bei Meran aushebend. Dieser Quarzphyllit enthält petrographische Aequivalente der Brixen—Rieserferner Massen und der sauren Muskovitgranite des Tauferertales zum Beispiel, welche wohl zur Antholzer Granitgruppe gehören. Wir sehen also auch hier wieder, daß für diese beiden Intrusivgruppen die alpinodinarische Grenze nicht existiert. Eine östliche Fortsetzung unserer Quarzphyllitzone C mit alpinem Streichen finden wir im Turntaler Quarzphyllit; dazwischen liegt der inhaltlich mit unserer Zone C wenig kontrastierende Quarzphyllit und Gneis des Raumes von Brixen mit anderer Tektonik und von den alpinen Zonen zum Teil quer zum Streichen getrennt, zum Teil, wie am Nordrand des Brixner Granits, dieselben überfahrend, vor sich anschoppend und mit der Stirne dann

niederbrechend, wie dies Termier annahm und die tektonischen Fazies bestätigen. Wie denn überhaupt Einsinken von Deckenstirnen in die Unterlage und Rückfaltung eher die verständliche Regel als die Ausnahme in der Deckenmechanik zu werden scheint.

In seiner wohl wesentlich vorpermischen Eigentektonik kontrastiert also der Quarzphyllit im Raume von Brixen mit den alpinen Zonen. Deren südliche Streichen schief zur Judikarielinie ganz mit demselben SW—NO-Streichen, welches sonst eine so große Rolle als Zeuge wahrscheinlich jüngerer nordwestlicher Beanspruchung in den Alpen spielt. Ich fasse demnach ihr Streichen nicht als Schlepplage an den vordringenden Dinariden; sie sind an der Judikarielinie mehr abgeschnitten als geschleppt. Das alpine NO-Streichen ist an dieser Stelle älter, vielleicht aber wenig älter als die Ausgestaltung des Verhältnisses zu den Dinariden. Andererseits aber zeigt sich auch das dinarische Gebiet hier mit den Judikarienfalten, der Stirne des Brixner Granits und der tektonischen (nicht Erosions-) Umrandung des Ganzen mitbeteiligt an einem Bau, in welchem die Nordwest- und Nordkontur der Oetztaler Einheit ein Analogon zur Nordwest- und Nordkontur der Dinariden ist und mir beides als Vorschwenken des rechten Flügels beider Einheiten in jenem weit größerem Felde nordwestlicher Kraftlinien verständlich scheint, welches, wie schon erwähnt und später weiter ausgeführt, in den Ostalpen eine noch zu wenig beachtete Rolle spielt.

Es muß hier weiteren Beobachtungen die Antwort auf die Frage überlassen werden, ob nicht auch innerhalb der Dinariden des Alpenknicks die schiefe Scharung ostwestlichen und judikarischen Streichens in einem höheren tektonischen Stockwerke das Analogon zur Scharung der Beanspruchungsrichtungen in unseren hier betrachteten Gebieten bildet.

Ich habe für die Tiroler Zentralalpen bereits in früheren Arbeiten darauf hingewiesen, daß hier zwei Streichrichtungen interferieren. Das eine dieser Streichen ist das ostwestliche, auf welches sich bekanntlich die tektonische Deutung der Ostalpen fast ausschließlich bezog, namentlich die Deckentheorie. Daneben beachtete man mehr die Bögen und Ostwestschubfrage als die zweite nordöstliche Hauptstreichrichtung und deren Scharung mit der ersten. Es wäre, sofern ich mich auf Heims Darstellung der Schweiz stützen darf, ein tektonischer Hauptunterschied der westlichen Schweizer Alpen und der Ostalpen, daß in jenen das Streichen der autochthonen Rücken und der Ablagerungsräume mit dem Streichen der letzten Gebirgsbildung zusammenfällt, also Scharung eine geringe Rolle spielt, während in der Ostschweiz (Arbenz) und namentlich in den Ostalpen schiefe Scharungen der Beanspruchungsrichtungen eine große Rolle spielen. Vielleicht aber gibt es auch in der Schweiz mehr Scharungen und analoge Situationen wie am Westende und am Ostende (vgl. Fig. 3) des Tauernbogens als heute ersichtlich.

Jedenfalls ist auf NO streichende Zonen, Stirnen (und Ablagerungsräume?) in den Ostalpen dringend hinzuweisen. Anlaßlich der Frage nach der tektonischen Verknüpfung von Kalk- und Zentralalpen, nach Korrelaten der Zentralalpentektonik in den Nordalpen.

bin ich überraschend häufigen NO-Konturen in der ganzen Erstreckung der Ostalpen begegnet, besonders durch die Arbeiten Ampferers, und ich verdanke Ampferer und Spengler die am Ende dieses Abschnittes angefügten vorläufigen Beiträge zu meiner Frage, welche die Feststellung des NO-Streichens in den Kalkalpen und eine Kennzeichnung der Scharung zwischen OW- und NO-Streichen in den so viel besser als die Zentralalpen bekannten Nordalpen betraf. Cornelius hat (Verh. d. Geol. R.-A. 1919, Nr. 11) das NO-Streichen zahlreicher Scharniere in den Allgäuer Schubmassen festgestellt und damit einen wertvollen Beitrag zur Klärung der Situation gegeben, gleichviel ob wir diese Stirnen mit ihm schlechthin auf die Bewegungsrichtung jener Decken beziehen oder an jüngere schiefe Beanspruchung denken und mehr an Trennung der Phasen wie seitens Trümpys im Rätikon und in dieser Arbeit geschieht.

Die Hypothese, welche ich nun selbst im folgenden entwickeln will, nimmt an, daß die Verhältnisse in den Tiroler Zentralalpen vielfach das Ergebnis einer Beanspruchung in NW—SO-Richtung sind, welche OW verlaufende Zonen bereits vorfand und in denselben Schwenkungen erzeugte.

Auf die jüngere Beanspruchung in NW—SO-Richtung weisen nicht nur auf tirolischem Gebiete, sondern — wie oben erwähnt — in den Zentralalpen bis zum Semmering und ebenso in den Kalkalpen bis ans Wiener Becken zahlreiche Konturen in SW—NO-Richtung. Ich überlasse es den Geologen jener Gebiete, nach und nach die Leistungsfähigkeit dieser Betrachtungsweise der Interferenz älteren und jüngeren Streichens für jene Gebiete zu prüfen und eventuell zu erschöpfen, nachdem ich über deren grundsätzliche Anwendbarkeit bereits die beistehenden Gutachten von Ampferer und Spengler eingeholt habe. Ich will hier zunächst aber einiges Allgemeine über die Entstehungsmöglichkeit von Scherenfenstern vorbringen, dabei aber betonen, daß ich den Terminus Scherenfenster rein beschreibend festhalte und nicht mit einer bestimmten Anschauung über das Zustandekommen verbinde. Ein Scherenfenster ist ein Fenster mit mehr als einer Decke unmittelbar auf dem Fensterinhalt; ein Fenster also, welches nicht unter einer Decke liegt und keinen tektonisch einheitlichen Rahmen hat.

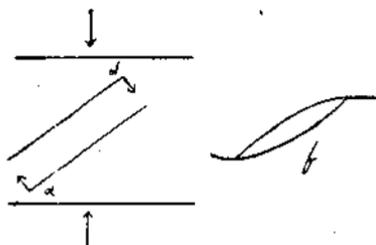
Ganz allgemein können tangentielle Drehmomente und korrelierte Schwenkungen bewegter Krustenteile auftreten, wenn eine neue Beanspruchung schief zu vorhandenem Zonenbau auftritt. Einen Spezialfall bildet die einseitige oder zweiseitige Zuschüerung (durch deckende Schollen oder Falten je nach dem tektonischen Stil der betreffenden Materiale und Tiefen) von Gesteinsstreifen, wie ich sie zunächst im beistehenden Schema anschaulich mache, welches die Entstehung zweiseitiger Scherenfenster aus Sedimentstreifen zeigt. Die Anordnung und Lokalisierung der Drehmomente hängt vom vortektonischen Bau vor unserer betrachteten Phase ab, ganz besonders von der Starrheit einzelner Teile und von der Bodenreibung (Verteilung von Schmierschichten). Wesentlich für meine Auffassung ist, daß ich die Erscheinung im Gefolge der schiefen Scharung zweier Streichrichtungen als lokalisierte Auswirkung dieser schiefen Scharung

betrachte oder als lokalisierte Auswirkung einer Beanspruchung schief zu einem zonaren Bau.

Es handelt sich hiernach zum Beispiel vielfach nicht mehr um „OW-Schub“, sondern um Beanspruchung im Sinne NW—SO und lokale OW-Bewegungen korrelat hierzu.

Fig. 1 zeigt einen Streifen s in einem neuen Feld meridionaler Tangentialkräfte mit drehendem Komponenten d ; etwa ein Detail aus

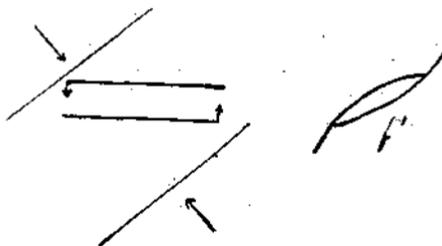
Fig. 1.



den Schweizer Alpen, wenn die neue alpine Beanspruchung nicht normal, sondern schief zum alten Zonarbau erfolgt wäre, nämlich meridional und also schief zur nordöstlich-südwestlichen Zonenfolge.

Fig. 2 zeigt einen Streifen eines ostwestlichen Zonensystems etwa unserer Ostalpen in ihrer geosynklinalen Anlage und ersten tektonischen Hauptphase, neuerlich ausgesetzt dem tangentialen Kräftefeld in NW—SO-Richtung, welches wir in den Ostalpen so vielfach

Fig. 2.

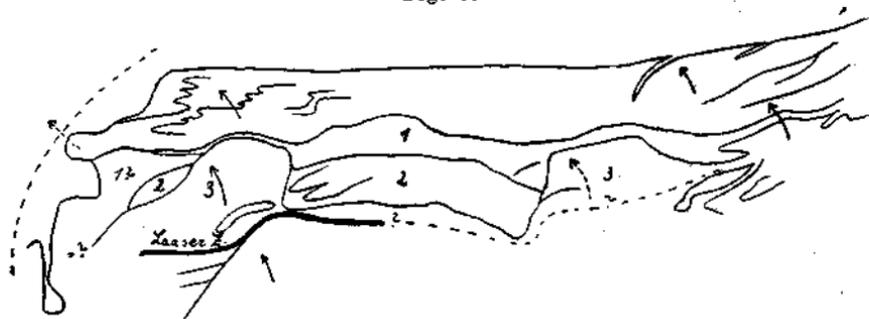


illustriert sehen. f und f' sind zwei Typen zweiseitig aus dem Streifen herausgescherter Scherenfenster eines mit dem Uhrzeigersinn, eines dem entgegen geschlossen; vielleicht kommt f' dem Typus des Engadiner „Fensters“ nahe.

Fig. 3 zeigt unter anderem die Anwendung dieser Betrachtungsweise auf die Tiroler Zentralalpen, wofür aber auch die größere tektonische Karte beizuziehen ist. Schiefe Scharung zwischen O—W-Zonarbau und NW-Beanspruchung. Einige hiezu Korrelate NO-Konturen. Serienfolge: 1 Quarzphyllit und Grauwacken, 2 Tauern und

Engadin, 1? Silvretta, 3 Oetztal und Schladming. Der Tauernbogen hat keine meridionale Symmetrieaxe. Die Laaserzone ist im Osten erst zu suchen.

Fig. 3.



Ich setze noch voraus, daß der Gedanke der schiefen Scharung noch andere Erklärungsmöglichkeiten offen läßt, besonders insoweit wir noch so gut wie nichts über nordöstlich streichende Ablagerungsräume in den Ostalpen wissen, auf deren Diskussion ich als auf eine wichtige nächste Aufgabe hier nur hinweisen möchte.

Nehmen wir also an, daß die Oetztaler Einheit 3 (auf die Schladminger 3 komme ich im Anschluß an Schmidts Arbeit zu sprechen) eine im ganzen entgegen dem Uhrzeiger schwenkende Bewegung machte, vielleicht mit einem Zentrum nahe den Bögen (Schling, Jackl, Engadiner Dolomiten), deren Bau gelegentlich von hier aus betrachtet werden soll, so fand sie bereits in situ den noch ungeteilten Streifen 2, den Streifen 1 und zum wenigsten im letzten Akt ihres Vorgehens auch bereits die Silvretta 1', von der es unsicher, aber wahrscheinlich ist, daß sie tektonisch mehr mit der faziell nächststehenden Oetztaler Einheit als mit dem Quarzphyllit ging. In diesem Falle würde die Phyllonitzone mit Triaseinschaltungen und Laaser Gesteinen nördlich Kappl die in den Quarzphyllit gesunkene und von der Oetzer Masse überholte Stirn der Silvretta bedeuten und die Fortsetzung der Tarntaler Mischungszone unter beiden erst in der Aufbruchzone wieder zutage treten, wofür die von mir vor 10 Jahren betonten gleichen Fazies sprechen. Ich lasse aber die Stellung der Silvretta hier noch offen und mache zum Inhalt dieser Hypothese nur, daß die Oetztaler Einheit durch ihre Schwenkung den Streifen 2 teilte.

Die Leistung dieser Hypothese ist folgende:

Sie erklärt, daß Engadin und Tauern Scherenfenster mit übereinandergeschobenen Rahmenteilern sind.

Sie macht den vom Bau abhängigen Umriß und die Orientierung der beiden Fenster verständlich und beseitigt die Inkonsequenzen der bisherigen Deckensystematik, indem sie dieselben ebenfalls begründlich macht und die gegen den Uhrzeiger schwenkende Oetztaler Masse als eine tektonische Einheit zweiter Phase der bereits in der ersten Phase nördlich vom Kalkphyllitstreifen Engadin-Tauern befindlichen Einheit Silvretta-Innsbrucker Quarzphyllit gegenüberstellt.

Sie macht die evidente Ueberwallung des Quarzphyllitstreifens Arlberg-Zillertal verständlich.

Der innere Bau des Engadiner Fensters, namentlich die nord-östliche Richtung der Kleinfaltenachsen, die Verschiedenheit von NW-Rand und SO-Rand und die innere Asymmetrie des Fensters wird klar; ebenso daß der SO-Rand kein reiner Erosionsrand ist.

Ebenso wird der innere Bau des Tauernwestendes die Asymmetrie des Tauernfensters, der Scherenwinkel bei Matrei und ferner die von mir dargestellte Stengel(Wirbel)Faltenstruktur mit westfallenden Achsen als Ergebnis über das Tauernwestende und den Brenner vorgehender Belastungsmassen verständlich.

Was wir vom inneren Bau der Oetztales Masse, der rhätischen Bögen und des Schneeberger Zuges wissen, genügend, um die Vorstellung einer einfachen Förderung des Komplexes aus einer Wurzelzone abzulehnen, ist im Bewegungsbilde nach NW schwenkender Ueberschiebungsmassen verständlich.

Die Analogie im Bau der Tuxer Zone (Tarntaler Mischungszone) sowie des nordwestlichen Rahmens im Engadin ist begreiflich, da beide vor der Bedeckung ihres Verbindungsstückes durch die Oetztales Masse im Norden über Kalkphyllit lagen.

Das Vorschwenken der Oetztales Decke, der Dinariden im Alpenknick, der Zonen südlich der Laaser Zone, der Speickbodendecke (vielleicht auch des Turntaler Quarzphyllits) geht in ein Bewegungsbild zweiter Phase, in welchem auch die Tauern und ihre Bewegungshorizonte erster Phase sekundär überwallt werden.

Das Fehlen der jungen Kalkphyllite auf der Oetztales Masse sowie die anderen faziellen Unterschiede zwischen Tribulaun- (Ortler-) Mesozoikum und Tarntaler (Radstädter) Mesozoikum sind verständlich.

Wenn man bedenkt, daß die Erosionsränder der Oetztales Decke nicht ihre ursprünglichen sind, so wird das Hochkristallin auf Quarzphyllit (Patscherkofl, Rosenjoch) als überrolltes Hangend der Oetztales Decke oder als mitgenommen aus der Schieferhülle der Tauern auch in der 2. Phase verständlich.

Ferner ergibt sich, wenn wir uns entschließen, die bisherige Seriensystematik, wie sie in Heims Geologie der Schweiz und im Berichte der Wiener Schule noch festgehalten ist, aufzugeben, eine gewisse Analogie zum Bau der penninischen Schweizeralpen. Es liegt mir fern, in dieser Analogie, auf welche später ausführlich eingegangen wird, einen Beweis für gleiche Bauart beider Gebiete zu sehen, wie das mehrfach mißbräuchlich ist; immerhin aber bedeutet die Analogie eine Leistung unserer Hypothese.

Endlich ordnet sich meines Erachtens die Hypothese in das größere Bewegungsbild der gesamten Tiroler Alpen ein und vertieft dasselbe. Die Unterscheidung der Oetztales Einheit und die Beanspruchung in der NW-Linie mit schwenkenden Bewegungen der Massen ermöglicht es, den analogen Verlauf mancher Schweizer Bögen (Arbenz) der Deckengrenzen Ampferers, des N- und NW-Randes der Oetztales Einheit, der alpinodinarischen Grenze und selbst der Ostalpengrenze als mitbedingt in einem Bewegungsbilde nordwestlicher Beanspruchung zu begreifen. Nicht auf Bogenbildungen und nicht auf

OW-Schub möchte ich dabei den Hauptton legen, sondern auf eine im „Alpenknick“ besonders große Auswirkung einer schiefen Scharung der Beanspruchungen, welche nicht nur die Alpen, sondern auch die Dinariden mitergriffen und beide in einem Bewegungsbilde höherer Ordnung vereinigt hat. Ich muß es hier von der beschreiblichen Seite der Erscheinung ausgehend ausdrücklich dahingestellt lassen, ob die Beanspruchungen, die tangentiellen Kraftlinienfelder, auf welche man aus dem Bau eben noch direkt schließen kann, selbst wieder auf sich scharende tiefere orogene Zonen im Sinne Ampferers, Schwingers, W. Penks zurückgehen und unter welchen Ampferer zuerst wieder auf tiefere Motoren der Faltung überhaupt, Schwinger auf die Möglichkeit schwenkender Wanderung derselben hingewiesen hat.

Man findet im Alpenquerschnitt von Ampferer und Hammer (668 und 705) Konturen, welche ich in beistehendes Schema mit-hineingezeichnet habe und als Erosionspräparate von Scharungserscheinungen in dem hier festgehaltenen Sinne auffasse. Diese Konturen vermitteln den Anschluß an Arbenz' Arbeit über die Schweizer Faltenbögen (Vierteljahrsschr. d. Naturf. Ges. Zürich 1913), welcher voraussichtlich andere Schweizer Arbeiten folgen werden, die auf Scharungsphänomene in der Schweiz mehr Gewicht legen als Heims Geologie bis jetzt oder selbst Arbenz' Arbeit. Aus diesen bestehenden Konturen sieht man folgendes: Sie alle gehen in ein Bewegungsbild mit NW-Beanspruchung, welches ich für jünger als ostwestlichen Zonarbau halte, aber je mehr wir uns den peripheren NO-Konturen nähern, desto deutlicher wird durch die Erosion eine noch jüngere Phase meridionaler Beanspruchung mit ostwestlichem Zonarbau z. B. in den ausgezackten Konturen der Lechtal- und Inntaldecke.

Vielleicht ist auch der Verlauf der Ostalpengrenze eine analoge ausgezackte Kontur. Und er ist dann allerdings ein Erosionsrand, aber kein zufälliger, sondern einer, dessen allgemeiner Verlauf noch auf das nordwestliche Kraftlinienfeld auf die NW-Phase der Schübe und dessen Verlauf im einzelnen auf die noch folgende meridionale Phase hindeutet.

Wir sind immer noch weit von einem der prachtvollen Aufgeschlossenheit unseres Gebietes angemessenen Bewegungsbild des Alpenknicks. Aber es ist schon im Querschnitt von Ampferer und Hammer der gleiche Verlauf der Ostalpengrenze und alpinodinari-schen Kontur hervorgehoben. Es schließt sich also, was ich hier beigebracht habe, am besten an jenes schöne Werk an, nur gehe ich, statt von NS- und OW-Schub und gelegentlichen Komponenten beider, von nordsüdlicher und nordwestlicher Beanspruchung und der schiefen Scharung beider aus.

Die Stellung der Silvretta ist, wie bemerkt, noch nicht geklärt. Es ist fraglich, ob sie als eine ungeteilte einheitliche Decke zu betrachten und ob sie auf eine Wurzel im Süden und N-Richtung ihrer Bewegung zu beziehen sei. Daß sie schon vor dem letzten Vorgehen der Oetztaler Decke auf Kalkphyllit schwamm, zeigt das Verhältnis zur Oetztaler Decke im Norden des Engadiner Fensters. Wir besitzen auch aus der Silvretta noch keine genügenden tektonischen

Details zur klaren Beurteilung der NW-Beanspruchung. Die Silvretta kann sowohl eine Großdecke sein, gleichsam ein vor dem Vorschub der Oetztaler zwischen Engadin und Tauern erhaltenes Rahmenstück eines penninischen Großenfensters Engadin—Tauern. Oder es wäre denkbar, daß eine Verbindung zwischen Engadin und Oberhalbstein—Malenco erst sekundär überdeckt oder zugesichert wurde, oder es mag die Analogie zwischen Rhätikon und Tarntalerzone in der oben erwähnten Hypothese zu Worte kommen. Es ist über alles dies in einem Gebiet mit verschiedenen Streichrichtungen erst durch den Abschluß genauer Kartierung zu entscheiden, deren Beobachtungen ja eo ipso nicht nur mit NS-Beanspruchung zu rechnen haben.

Die Ausbildung der Bogenform (NO-Streichen) in den westlichen Tauern ist korrelat zum Vorgehen der Oetztaler Einheit erfolgt, welche die westlich einfallenden Stengelfalten im Vorgehen übereinander gewalzt hat. Nehmen wir an, daß die meridionalen Zerrklüfte nördlich des Tauernbogens (und die durch Ohnesorge auch in den Kitzbüheler Alpen bekanntgewordenen) zur Ausbildung der Bogenform korrelat sind, so ist es verständlich, daß auch jene Stengelfalten noch meridional zerschnitten sind.

Ich stelle nun die Beiträge Ampferers und Spenglers zu meiner Frage nach einer NW-Beanspruchungslinie in den Kalkalpen und nach ihren Folgen hieher. Vielleicht ist es möglich, daß, wie die schiefe Scharung in den westlichen Zentralalpen dort mit manchen Phänomenen in den Kalkalpen zusammenhängt, umgekehrt im Osten aus den Scharungen in den Kalkalpen Schlüsse für die tektonische Analyse der Zentralalpen möglich sind, nachdem Schmidt bereits (dieses Jahrbuch) darauf hingewiesen hat, daß mindestens die Bewegungsrichtungen in den Radstädter Tauern nicht auf einfachen Wurzeldeckenmechanismus aus einem Guß beziehbar sind, eine Ansicht, der ich mich nach einem Besuch der Draugsteingebiete hiermit anschließe.

Es muß im übrigen eine Frage der Zukunft bleiben, wie viele von den „Erscheinungen des OW-Schubes“ in den Alpen und welche „Bögen“ Phänomene schiefer Scharung des Streichens im Sinne dieser Arbeit sind. Und ebenso möchte ich somit nur darauf hinweisen, daß durch schiefe Scharung scheinbare Deckengrenzen durch Sekundärstirnen vorgetäuscht werden können, deren richtige Einschätzung für die Deckensystematik nur bei Berücksichtigung unseres Scharungsphänomens gelingen kann.

Hier folgen die Beiträge von Ampferer und Spengler zur Frage der NW-Beanspruchung in den Kalkalpen, welche ich als vorläufige betrachte.

Ueber NW-Beanspruchungen in den Nordalpen.

Von O. Ampferer.

Mit der Bedeutung eines Wechsels der Fall- und Schubrichtungen für die Entzifferung der Baurunenschrift der nördlichen Kalkalpen habe ich mich seit langer Zeit verschiedentlich beschäftigt.

Ich dachte dabei zunächst an eine Drehung der Bewegungsrichtung um etwa 90° , also zum Beispiel erst Ost-West-, dann Nord-Süd-Richtung. Die weiterlaufenden Feldbeobachtungen führten aber zur Erkenntnis der Häufigkeit von schrägen, tektonischen Aenderungen, wie sie möglicherweise einer Drehung von 45° , also erst einer Ost-West-, dann einer SO—NW-Richtung entsprechen würden.

Es wäre dies eine naheliegende Deutung des statistischen Befundes, daß innerhalb der tirolischen Kalkalpen nach den unbedingt vorherrschenden ostwestlich orientierten Bauelementen die nächste auffallende Orientierung aus Schrägheiten besteht, welche in die Richtung SO—NW fallen oder derselben nahestehen.

Für den Bereich der tirolischen Nordalpen kann man noch hinzufügen, daß zum Beispiel die hier erhaltenen Faltenstirnen fast ausnahmslos gegen NW zu schauen.

Eine Zusammenlesung der tektonischen Anordnungen an der Grenze von Ost- und Westalpen führte mich weiter zu der Vorstellung einer Knickung des Alpenstranges und einer Herausschwenkung der Ostalpen über die Westalpen — Alpenquerschnitt — 1911.

Dem Gedanken einer großangelegten Verschwenkung an der Grenze von Ost- und Westalpen hat nun Sander einen neuen Inhalt und Umfang auf Grund wesentlich vermehrten Beobachtungsmaterials verliehen, was mich veranlaßt, die neue Fragestellung auch für die Nordalpen in Erwägung zu ziehen.

Für die Beurteilung der Zentralalpen wird die Annahme zurechtgelegt, daß tektonische Gebilde eines nordsüdlich orientierten Spannungsfeldes später in ein schräg dazu orientiertes Feld geraten.

Die Wirkung des zweiten Feldes kann sich, da schon eine ältere Struktur vorliegt, nicht mehr frei entfalten und also nur in einer Umgestaltung und Ablenkung derselben bestehen. Die geometrischen Möglichkeiten sind hierbei recht mannigfaltig, doch liegt es mir für diesmal fern, auf Durchbesprechung derselben einzugehen.

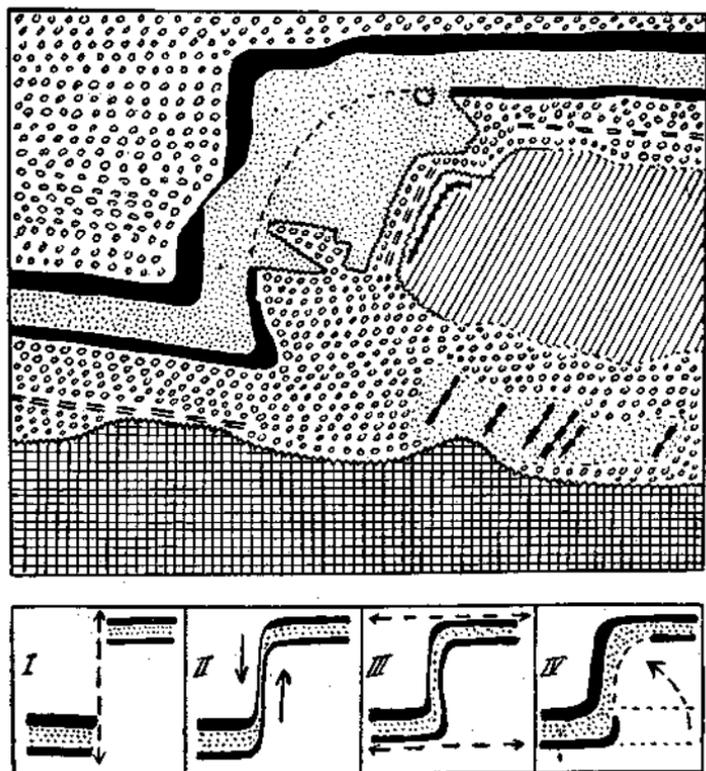
Ich möchte nur an einem besonders deutlichen Beispiel zeigen, daß auch für die Tektonik der Kalkalpen die ebenerwähnte Hypothese einen Erklärungswert besitzt.

Als Beispiel wähle ich die tiefe und lange Kreidemulde, welche aus der Gegend von Mittenwald sich bis in jene von Kiefersfelden verfolgen läßt.

Dieses in mancher Beziehung gegen seine Umgebung wohlcharakterisierte tektonische Element hat heute noch eine ostwestliche Erstreckung von zirka 70 km, gehört also zu den großen Bauelementen der Nordalpen. Ungefähr in der Mitte, in der Gegend von Achenkirchen, erscheint nun der enger zusammengepreßte östliche Teil gegenüber dem breiteren westlichen um fast 4 km nach Norden verschoben. Ich habe mich in meinem ersten Vortrag an der Geologischen Reichsanstalt am 18. Februar 1902 bereits mit dieser auffallenden Erscheinung befaßt und bin damals zu der Meinung gelangt, daß hier zwei verschieden stark zusammengepreßte Gebirgstteile aneinanderstoßen.

Durch die genauere Einsicht in den Bau des Karwendel- und Sonnwendgebirges ist diese Ansicht indessen bald genug hinfällig geworden.

Wie die beiliegende schematische Zeichnung Fig. 4 angibt, vollzieht sich diese Aenderung im Ostwest-Streichen der Kreidemulde in einer Form, welche eine rein nordsüdliche Verschiebung der beiden Teilstücke, eine Faltung mit vertikalen Achsen und auch eine rein ostwestliche Verschiebung ausschließt. Bemerkenswert ist vor allem, daß an der Bugstelle statt einer Verschmälerung eine Verbreiterung



Erklärung zu Fig. 4.

Schema der Drehscheibe von Achenkirchen.

- | | |
|---------------------|--|
| Schräge Schraffen | = Wettersteinkalk und Dolomit + Raibler Schichten. |
| Ringe | = Hauptdolomit + Plattenkalk. |
| Schwarze Streifen | = Rät + Lias der Muldenzone. |
| Punkte | = Jura + Kreide der Muldenzone, Rät + Jura + Kreide im Sonwendgebirge. |
| Gitter | = Inntaldecke. |
| Doppelte Striche | = Muldenzone des Gutenbergs. |
| Feine Punktreihen | = Schichtgrenzen. |
| Gezackte Linie | = Ausstrich von Überschiebungen. |
| Dickere Strichreihe | = ehemaliger Überschiebungsrund. |
| Zaunlinie | = Stirne des Unnutzkammes |
| Kolbenlinie | = Schrägstruktur des Sonwendgebirges. |
| I | = Nordsüdverschiebung |
| II | = Nordsüdzerrung. |
| III | = Knickung durch ungleiche Ostwestschübe. |
| IV | = Drehscheibe. |

auftritt und die jungen Schichten des Muldenkerns hier ziemlich flache Lagerungen einnehmen. Dafür erscheinen diese flachlagernden Jura- und Kreidesedimente des äußeren Bogenstückes von den Gesteinen des inneren Bogenstückes weithin überschoben. Für die beträchtliche Ausdehnung dieser Ueberschiebung legen auch heute noch die Deckschollen des Jochberges und Mahmooskopfs Zeugnis ab. Nach dem Verlauf der Ueberschiebungsgrenze ist es recht wahrscheinlich, daß auch die beiden Muldenflügel noch ein Stück weit an dieser Ueberschiebung teilnehmen.

Ebenso dürfte diese Ueberschiebung wohl noch unter den Kamm der Unnutze hineinreichen, welche hier mit einer schönen gegen W und NW schauenden Faltenstirne die Bugstelle begleiten. Die Wettersteinkalkmasse der Unnutze bildet den Kern der Aufwölbung des Sonnwendgebirges und paßt mit ihrer stark übertriebenen Einseitigkeit genau in die Bugstelle der Kreidemulde hinein.

Dabei ist allerdings noch zu bedenken, daß das Wettersteinkalkgewölbe der Unnutze und die vorgelagerte Kreidemulde nicht unmittelbar Teile einer Falte sind, sondern noch eine schmale und meist ganz unterdrückte Mulde dazwischen hineingehört.

Erkennbare Reste dieser Mulde sind in der Zone des Güttenbergs westlich von Pertisau, am Westhang der Unnutze sowie an der Nordseite des Guffert-Pendlingkammes vorhanden.

Wir hätten also noch eine ganz dünne südlichere Muldenschlinge außerhalb der breiten nördlichen Schlinge zu unterscheiden.

Wie ich 1903, Verhandlungen S. 47, in Fig. 2 dargestellt habe, ist dieser Muldenrest sowohl auf das liegende Neokom (in diesem Profil nicht vom Jura geschieden) aufgeschoben, als auch von der Wettersteinkalkstirne überschoben.

Er liegt somit zwischen zwei Schubflächen eingeschlossen.

Da nun die scharfe Exzentrizität des Unnutzgewölbes mit den Ueberschiebungen an der Bugstelle zusammentrifft, liegt die Annahme nahe, daß vielleicht die Unnutzmasse wie ein Keil von SO herein gedrängt wurde und dabei die Muldenstücke auseinanderschob.

Man kann aber auch denken, daß hier eine drehende Bewegung eingeschaltet war, welche die Ueberschiebung an der Bugstelle gleichsam als eine „Drehscheibe“ ausgebildet hat.

Die Struktur des Sonnwendgebirges bietet nun noch einen merkwürdigen Zug, der sich, wie mir scheint, in dieses Bewegungsbild hineinfügen läßt.

Es sind dies die prächtigen Ueberfaltungen in seiner Gipfelkrone, deren Stirnen ebenfalls gegen NW hin gerichtet sind.

Ich habe diese Querfaltungen seinerzeit, da die Gosau bereits der tieferodierten Gipfelkrone anlagert, als „vorgosauische Ostwestfaltung“ beschrieben.

In der Richtung stimmen diese Falten gut mit der Stirne der Unnutze zusammen.

Wenn man annimmt, der Bug von Achenkirchen sei durch den Vorschub des Sonnwendgebirges von SO→NW gebildet worden, so wäre dieser Schub, sofern er auch die Gipfelfaltungen geschaffen hat, von vorgosauischem Alter.

Dies ist wohl recht unwahrscheinlich.

Nimmt man aber an, der Bug wäre durch eine drehende und überscherende Bewegung der Masse des Sonnwendgebirges zustande gekommen, so würden die Gipfelfalten wie ein Uhrzeiger aussagen, daß hier eine alte Ostweststruktur durch Drehung in eine Schrägstruktur verwandelt wurde.

In diesem Falle wäre dann die Gosau mit der ganzen Gipfelkrone gleichsam auf einer Drehscheibe verstellt worden.

Der Bug von Achenkirchen ist aber nur das auffallendste, nicht das einzige Anzeichen einer schrägen Beanspruchung unserer langen Kreidemulde.

Sowohl im östlichen wie im westlichen Muldenstück sind weitere derartige Einwirkungen zu erkennen.

So endet die Mulde im Osten durch ein mächtiges Herüberdrängen des Südflügels über den ungestörten Nordflügel, während im Westen sich mehrere schräge Verschiebungen einstellen, an denen jeweils der östliche Teil gegenüber dem westlichen vorgerrückt erscheint.

Sie sind schon auf der alten Karwendelkarte von Rothpletz zutreffend dargestellt.

Die Beispiele für solche und ähnliche Einstellungen der Tektonik auf schräge Beanspruchung hin ließen sich in den Nordalpen reichlich vermehren.

Es genügt hier, auf die gute Verwendbarkeit dieser Erklärung hinzuweisen.

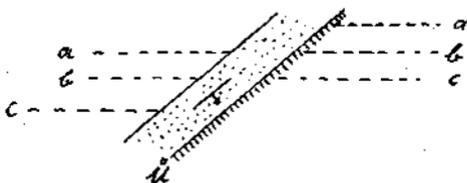
Ueber NW-Beanspruchungen in den Nordalpen.

Von Erich Spengler.

Die folgenden Zeilen stellen den Versuch einer Antwort auf die Frage meines Freundes Dr. Sander dar, was sich im Bewegungsbild des mittleren Abschnitts der nördlichen Kalkalpen (zwischen Kufstein und der Kreidezone von Reichraming) als Interferenzerscheinung einer älteren S—N- und einer jüngeren SO—NW-Beanspruchung erklären läßt.

Nehmen wir zunächst rein hypothetisch das Vorhandensein einer solchen Folge der Bewegungsrichtungen an, so wäre der einfachste Fall der, daß die mittelkretazischen Kalkalpen durch einen S—N, die tertiären durch einen SO—NW gerichteten Druck entstanden sind; wir müßten dann theoretisch an mehreren Stellen der Kalkalpen folgendes tektonische Kartenbild treffen:

Fig. 5.



Die gestrichelten Linien a, b, c wären mittelkretazische Dislokationen, Ue eine tertiäre Überschiebung über die punktiert gezeichneten Gosauschichten.

Ein ähnliches Bewegungsbild treffen wir tatsächlich an der Grenze zwischen Osterhorngruppe und Gamsfelddecke im Salzkammergut. Diese Region wurde von mir¹⁾ seinerzeit genau tektonisch analysiert.

Ich ging damals von der Voraussetzung aus, daß die mittelkretazischen Alpen dieser Gegend durch reines W—O-Streichen der Schichten ausgezeichnet waren, also einem S—N gerichteten Druck ihre Entstehung verdanken. Dies ergab sich hauptsächlich daraus, daß die unter dem Gosastreifen Strobl-Abtenau verschwindende mittelkretazische Ueberschiebung des Einbergzuges auf die Osterhorngruppe noch heute ein genaues O—W-Streichen besitzt, und wir keine Veranlassung haben, eine später erfolgte Drehung dieser Dislokation anzunehmen. Daß die gesamten mittelkretazischen Ostalpen ebenso wie die heutigen im großen bereits ein ostwestliches Streichen besessen hatten, ergibt sich ja aus dem ostwestlichen Verlauf der offenbar als Gebirge zu denkenden Grenze zwischen der oberkretazischen Gosau- und Flyschfazies, ferner daraus, daß die Gosauschichten in den Nordalpen auf Trias und Jura, in den Zentralalpen auf Paläozoikum transgredieren (Kainach).

Wie ich bereits l. c. hingewiesen habe, waren die mittelkretazischen Alpen selbstverständlich ein viel einfacher gebautes Gebirge als die heutigen, und zwar schon deshalb, weil ihrem Schichtbestande eine über ein erosionszerschnittenes Gebirge transgredierende Formation gänzlich fehlte. Daher kamen offenbar Abweichungen vom normalen O—W-Streichen viel seltener vor als heute. Es scheint aber doch bereits in den mittelkretazischen Alpen Abweichungen vom normalen O—W-Streichen gegeben zu haben. So konnte ich zum Beispiel zeigen²⁾, daß die Drehung der Schafbergfalten aus der ostwestlichen Streichungsrichtung im Osten in die nordsüdliche im Westen bereits ein Werk der vorgosauischen Tektonik ist. Es wäre also denkbar, daß bereits innerhalb der mittelkretazischen Gebirgsbildungsphase lokal Drehungen der Druckrichtung stattfanden, doch kann man diese wegen der starken Verwischung durch die tertiären Bewegungen nicht verfolgen, ohne sich allzusehr ins Hypothetische zu verlieren. Jedenfalls kann man im großen und ganzen für die mittelkretazische Gebirgsbildungsphase in diesem Kalkalpenabschnitt einen S—N gerichteten Druck annehmen.

Hingegen ergab sich durch die Analyse der tertiären Bewegung der Gamsfelddecke, daß hier sämtliche Punkte derselben mehr oder minder stark gegen NW oder NNW bewegt wurden. So hat sich zum Beispiel das Gamsfeld relativ zur Osterhorngruppe um $9\frac{1}{2}$ km, der Taborberg um $3\frac{1}{2}$ km nach NNW bewegt. Ich habe diese tertiäre NNW-Bewegung nun als Interferenzerscheinung einer zuerst erfolgten reinen S—N-Bewegung, welche den auf Oleate I (in der zitierten Arbeit) dargestellten Zustand in den der Oleate II ver-

¹⁾ E. Spengler, Untersuchungen über die tektonische Stellung der Gosauschichten II. Teil. Das Becken von Gosau. Sitzungsber. d. Wiener Akad. der Wissensch. 1914, S. 305—316.

²⁾ E. Spengler, Die Schafberggruppe. Mitt. d. Wiener geolog. Gesellsch. 1911, S. 264—270.

wandelt, und einer später erfolgten SO→NW gerichteten Bewegung aufgefaßt, welche Oleate II in den heutigen, auf Tafel III dargestellten Zustand verwandelt. Es fand also an dieser Stelle die von Sander vermutete Drehung der Druckrichtung aus der ursprünglichen S→N- in die spätere SO→NW-Richtung bereits innerhalb der tertiären Gebirgsbildungsphase statt.

Kommt nun ein ähnliches Bewegungsbild noch an anderen Stellen des hier in Betracht kommenden Kalkalpenabschnittes vor?

Ganz auffallend parallel mit dem eben besprochenen Schubrande der Gamsfelddecke ist der Rand der Reiteralmdecke zwischen Unken und Reichenhall¹⁾. Wenn auch die Ueberschiebung der juvavischen Decke, deren größter Denudationsrest ja die Reiteralmdecke ist, vor Ablagerung der Gosauschichten durch einen meridionalen²⁾ Schub erzeugt ist, so ist doch der heutige Schubrand der Reiteralmdecke in dieser Strecke durch einen jüngeren, nach F. F. Hahn³⁾ frühestens oligocänen SO→NW gerichteten Schub erzeugt worden, da nach den Untersuchungen von H. Krauß⁴⁾ Gosauschichten und Eocän hier überschoben wurden. Diese Bewegungsrichtung macht sich auch im ganzen Reiteralmgebirge selbst durch vorherrschendes SW—NO-Streichen bemerkbar, ferner taucht die südöstlich angrenzende Wimbachgruppe (Watzmann und Hochkalter) in der Berchtesgadener Ramsau mit ebenso SW—NO streichendem Rande unter der Reiteralmdecke hervor. Es läßt sich also im Gebiete der Reiteralm wenigstens das feststellen, daß auf eine S→N gerichtete vorgosauische Phase eine SO→NW gerichtete oligocäne folgt.

Oestlich vom Trauntale finden wir vor allem im Toten Gebirge zahlreiche Anzeichen einer SO—NW Beanspruchung. Ein solches ist der Nordwestrand dieses Gebirges gegen den Kargraben und die diesem Rand parallel SW—NO streichende Synklinale der Schwarzenbergalpe. Ebenso zeigen die meisten der zahlreichen von G. Geyer auf Spezialkartenblatt „Liezau“ eingetragenen Lias- und Juravorkommen auf dem Plateau des Toten Gebirges ein SW—NO gerichtetes Streichen.

Ferner treffen wir eine im gleichen Sinne streichende Dislokationslinie im Stodertale. Hier biegen sich die Triasmassen zu beiden Seiten der stellenweise durch Gosauschichten bezeichneten Linie gegen dieselbe hinab.⁵⁾ Meiner Ansicht nach ist hier offenbar ein

¹⁾ Vgl. die tektonische Karte bei F. F. Hahn, Grundzüge des Baues der nördlichen Kalkalpen zwischen Inn und Enns. Mitt. d. Wiener geol. Gesellsch. 1918, Taf. XIV.

²⁾ R. Schwinner (Vulkanismus und Gebirgsbildung, Zeitschr. für Vulkanologie, V. S. 221) möchte aus theoretischen Gründen die juvavische Decke von SO einschieben, doch spricht dagegen einerseits ihre ausgesprochen in O—W-Richtung langgestreckte Form, andererseits die Tatsache, daß sich für einzelne Teile derselben genau südlich ihrer heutigen Lage fazielle Anknüpfungspunkte für die Lage ihrer Wurzelregion finden. (Vgl. E. Spengler, Die Gebirgsgruppe des Plassen, Jahrb. geol. R.-A. 1918, S. 387.)

³⁾ F. F. Hahn, l. c., S. 402.

⁴⁾ H. Krauß, Geologische Aufnahme des Gebietes zwischen Reichenhall und Melleck. Geognostische Jahreshefte XXVI, München 1913.

⁵⁾ G. Geyer, Ueber den geologischen Bau der Warscheneckgruppe im Toten Gebirge. Verh. geol. Reichsanstalt 1913, S. 281—286.

vorgosauisches, mit Gosauschichten erfülltes Erosionstal durch einen tertiären, SO→NW gerichteten Druck zusammengedrückt worden.

Ferner besitzen ein WSW—ONO gerichtetes Streichen die in Gosauschichten eingebetteten Trias-Riffkalkklippen zwischen Grimming und Pyhrnpaß und die Synklinale des Hirschwaldsteins bei Kirchdorf. Hingegen konnte ich als jüngste tektonische Phase in der Plassengruppe einen OSO—WNW gerichteten Druck beobachten.¹⁾

Sonst ist in dem hier in Betracht kommenden Kalkalpenabschnitt nirgends etwas von einem SO→NW gerichteten Druck zu bemerken.

Sanders Frage scheint also bisher in bejahendem Sinne beantwortet; denn es läßt sich nachweisen, daß auf eine S→N gerichtete eine SO→NW gerichtete Phase gefolgt ist. Aber mit diesen beiden Bewegungsrichtungen ist das heute vorliegende tektonische Bild dieses Kalkalpenabschnittes noch keineswegs völlig erklärt.

Die zuletzt erwähnte Druckrichtung in der Plassengruppe leitet bereits zur reinen O→W-Bewegung über, für welche wir zahlreiche Beispiele in diesem Kalkalpenabschnitt kennen, die von F. F. Hahn²⁾ in ausgezeichneter Weise vom regionaltektonischen Standpunkt gewürdigt wurden. Hahn zeigt daselbst, daß sich diese O→W-Bewegung im Hochkaltergebiete um einen etwa im Steinernen Meer gelegenen Angelpunkt sogar in eine NO→SW gerichtete Bewegung dreht. Auf der tektonischen Karte Hahns (Taf. XIV) kann ich mich nur der Deutung des oben besprochenen Stirnrandes der Gamsfelddecke als Randspalte einer nach W bewegten Masse nicht anschließen. Auch dürfte die Hahnsche Darstellung des Lammergebietes zwischen Golling und Abtenau durch die derzeit im Gange befindlichen Untersuchungen J. Pias eine beträchtliche Abänderung erfahren. Doch ändert dies nichts wesentliches an dem von Hahn entworfenen Bilde, soweit es uns hier interessiert.

Ferner kennen wir Bewegungen, welche durch einen SSW→NNO gerichteten Druck erzeugt sind. Dazu gehört die Ueberschiebung der Osterhorngruppe über die Gosauschichten des Wolfgangseebeckens³⁾ und die Zwieselalmüberschiebung.⁴⁾

Endlich treffen wir am Südrande der Kalkalpen N→S gerichtete Bewegungen an.⁵⁾

Besonders interessant ist es nun, die zeitliche Aufeinanderfolge dieser mannigfachen Bewegungsrichtungen kennen zu lernen.

¹⁾ E. Spengler, Die Gebirgsgruppe des Plassen, Jahrb. geol. R. A. 1918, S. 442.

²⁾ F. F. Hahn, l. c., S. 479—490.

³⁾ E. Spengler, Die Schafberggruppe. Mitt. d. Wiener geolog. Gesellsch. 1911, S. 261, 269, und E. Spengler, Ein geolog. Querschnitt durch die Kalkalpen des Salzkammergutes. Mitt. d. Wiener geolog. Gesellsch. 1918, S. 65. Hier ist die Ueberschiebungsrichtung nur ungenau als „nordgerichtete Bewegung“ bezeichnet.

⁴⁾ E. Spengler, Untersuchungen über die tektonische Stellung der Gosauschichten II. Das Becken von Gosau. Sitzungsber. d. Wiener Akad. 1914, S. 291.

⁵⁾ F. Trauth, Die geologischen Verhältnisse an der Südseite der Salzburger Kalkalpen. Mitt. d. geolog. Gesellsch. in Wien 1916.

Die ältesten Bewegungen sind wohl die S-gerichteten Schuppen am Südrande der Kalkalpen (Paleocän oder Alteocän).¹⁾ Dann folgen die NNO gerichteten Bewegungen; denn die Schubfläche über die Gosauschichten des Wolfgangseetales schneidet nächst Hof an der Flyschgrenze ab, ist daher älter als die Ueberschiebung der Kalkalpen über den Flysch. Dann folgt die mächtige, rein N gerichtete Bewegungsphase, welche die Kalkalpen über den Flysch führte. Dieses Ereignis muß sich im Zeitraum Obereocän-Unteroligocän vollzogen haben. Gleichzeitig ist wahrscheinlich die mächtige bogenförmige tirolische Deckenüberschiebung erfolgt²⁾, vielleicht eine Abbildung des Tauernbogens in den Zentralalpen. Nun folgen die NW gerichteten Bewegungen, welche, wie oben bemerkt wurde, frühestens oligocän sind. Die jüngsten Bewegungen endlich sind die W, beziehungsweise SW gerichteten, welche Hahn³⁾ für frühestens oberoligocän hält. Wenn wir von den südirgerichteten Bewegungen am Kalkalpenrande absehen, so scheint sich die überraschende Eigentümlichkeit herauszustellen, daß sich während der eocänen und oligocänen Gebirgsbildung in diesem Alpentheile die Druckrichtung von NNO über N, NW, W bis SW, also um nahezu 180° in einem dem Uhrzeiger entgegengesetzten Sinne gedreht hat. Es liegt mir selbstverständlich fern, aus diesen wenigen Daten bereits ein allgemeiner gültiges Gesetz ableiten zu wollen, doch ist die Erscheinung immerhin bemerkenswert, besonders im Hinblick auf die von R. Schwinner vermuteten Wirbel. Jedenfalls hat bei der tertiären Gebirgsbildung die rein N gerichtete Phase weitaus die bedeutendsten Schubweiten erzielt. Trotzdem dürften die meisten Punkte dieses Kalkalpentheiles einen vom Meridian etwas gegen W abweichenden Weg zurückgelegt haben, da die Bewegungen mit westlicher Komponente gegenüber denen mit östlicher entschieden überwiegen.

IV. Verhältnis zu W. Schmidts Auffassung und zur Geologie der Schweiz.

Man wird unschwer finden, daß ich mich in den allg. Grundlagen zur Synthese ausschließlich auf eigene, fast durchwegs in anderen Zusammenhängen schon erörterte Beobachtungen und Deutungen gestützt habe, mit deren mehreren auch Schmidt in seiner Synthese bereits gerechnet hat. (Grauwackenzone und Tauernfenster. Dieses Jahrbuch S. 101 ff.)

In vielen Beziehungen besteht zwischen unseren allgemeinen Ergebnissen gute Uebereinstimmung. Es ist Schmidts von der primitiven Deckentheorie stark abweichende Synthese bisher der¹⁾ einzige

¹⁾ E. Spengler, Ein geolog. Querschnitt etc., S. 65.

²⁾ F. F. Hahn stellt die tirolische Ueberschiebung ins Paleocän (l. c. S. 269). Diese Altersbestimmung dürfte nach den neueren Aufnahmen Ampferers im Kaisergebirge nicht mehr zu halten sein. Wegen des Herübertretens der tirolischen Schubfläche über die Flyschzone am Rauschberg scheint mir gleiches Alter mit der Ueberschiebung der Kalkalpen über den Flysch am wahrscheinlichsten.

³⁾ F. F. Hahn, l. c., S. 252, 466.

Versuch, offen mit allen Ergebnissen der Aufnahmen zu rechnen und zugleich an einem System die Alpen überspannender kontinuierlicher Großdecken festzuhalten.

Dementsprechend wird der proteusartige Gegensatz „ostalpin und lepontinisch“ fallen gelassen. Es kommen die bis ins einzelste gehenden Analogien zwischen Tauern und Semmering—Wechsel (Verh. 1910, 361—64, Jahrb. 1914, 618) zu Wort, ebenso meine Annahme, daß schon zwischen Tauernostende und Semmering im Gegensatz zu E. Sueß' Uebersichtskarte im Anlitz der Erde Gesteine auftreten, welche in den Tauern lepontinisch genannt werden. (Verh. 1910, 364; 1913, 163; Jahrb. 1915, 591, 619 ff. Brennerführer.) Hierzu bemerke ich übrigens, daß sich diese Fälle noch weiter mehren werden, zum Beispiel liegen unter dem Turracher Karbon, welches seinerseits von nachkristallinem Quarzphyllit von Süden her überwallt wird, parakristallin gefaltete Blastophyllonite (Jahrb. 1915, 619 ff; Brennerführer 47), welche in der unteren Tauernhülle ebenso zu finden sind; auch der den Sekkauer und Gleinalmgneis trennende Glimmerschiefer ist vielleicht als Hülle des Sekkauer Gneises daher zu rechnen. Ebenso fügt sich gut in die Schmidt'sche Synthese meine Feststellung (Jahrb. 1910, 591): Die Murauer Kalkphyllite sind sämtlich sehr typische postkristalline und mit Zerstörung früherer kristalloblastischen Gefüges „nichtmolekular in s durchbewegte“ tektonische Fazies, das heißt eben Gesteine mit zu tektonischer Bewegung summierbarer Teilbewegung im Kleingefüge; also sogar hinsichtlich Kalzit noch nachkristalline Tektonite.

Während von oben die kontinuierliche Verfolgbarkeit der Tauern gegen Osten im gleichen tektonischen Horizont noch zweifelhaft erschien (Verh. 1913, 162), hat nun Schmidt dieselbe nachgewiesen und Tauernnische und Sekkauer Nische zu einem Problem gemacht. Auch meine gelegentlich eines Referats über Heritsch im Zentralblatt f. M. geäußerte Vermutung, daß in der steirischen Grauwackenzone nachkristalline Tektonite (Gneise und basische Gesteine) häufiger seien, als damals angenommen war, hat Schmidt durch die Feststellung zahlreicher Gneisphyllite übertroffen.

Eine viel wesentlichere Uebereinstimmung betrifft ferner Schmidts Annahme, daß die Tauern eingesunken und sekundär überwallt sind, wie ich das unlängst mutatis mutandis vom Schneeberger Gesteinszug (dieses Jahrbuch) angenommen habe, also von einem der Unteren Schieferhülle der Tauern in seinen primären, mineralischen und tektonischen Fazies äquivalenten Streifen. Und es entspricht Schmidts Annahme, ja es scheint mir, sie ganz wesentlich zu begründen, daß sowohl über den alten Maulser Gneisen in der Rensen—Matrei-Zone als über den Tauerngneisen des Hochfeiler Untere Schieferhülle liegt und sich das damals sogenannte Wurzel-land vom damals sogenannten Deckenland im tektonischen Baustil nicht unterscheidet. (Denkschr. Ak. 1911.)

Unterschiede liegen nun in folgendem: Schmidt deutet die Semmering-Teildecken seines Kartenschemas als Schuppen auf der Muralpendecke, die Tauern als tektonisch äquivalente, aber eingesunkene und überwallte Schuppen auf der Muralpendecke. Dem-

gegenüber liegt es mir, da sich Tauerngneise zum Teil und alte Gneise (Muralpengneise Schmidts) zum Teil entsprechen (Denkschr. Ak. 1911) näher, anzunehmen:

Die Tauern sind am Tauernwestende keine auf Altkristallin (Muralpendecke Schmidts) schwimmende Decke (eher schon auf den Quarzphyllit überschoben), wohl aber ein Bewegungshorizont, aus welchem sich Granite des Altkristallins (der Muralpendecke Schmidts) mit unbestimmter Tiefe der Synklinen emporwölben. Das Altkristallin möchte ich nicht in der Ausdehnung, wie sie Schmidts Skizze zeigt, als (Muralpen-) Decke bezeichnen, sondern nur dort, wo tatsächlich, nach unserer Auffassung vielfach sekundäre, Deckenbildungen stattfinden. Es fragt sich, ob von der Muralpendecke, abgesehen von den sekundären Decken, mehr übrig bleibt, als unser Bewegungshorizont aus der ersten Phase, in welchem nicht auf so große Flächen hin kontinuierlich Tieferes über Höheres gelegt ist, daß man von einer Muralpendecke sprechen könnte. Nicht mitgehen kann ich vorläufig, wenn Schmidt auf seiner Karte den Quarzphyllit und Granit von Brixen zur Grauwackendecke rechnet. Es könnte dies natürlich nicht auf die vorpermische Tektonik des Quarzphyllits bezogen werden, sondern nur auf die Nordbewegung in unserer ersten Phase, für welche es im Raum von Brixen keine deutlichen Zeichen gibt.

Dieser Bewegungshorizont der ersten Phase (bei Schmidt Muralpendecke, Semmering- und Grauwackendecke, bei mir ein Bewegungshorizont mit relativem Autochthon und Teildecken), hat also nach der Auffassung von Schmidt und mir als sekundäre Tektonik die Tektonik erhalten, welche Termier, E. Suez und deren Nachfolger als primär nehmen und ihrer Deckensystematik sowie ihrer Auffassung des Tauernfensters zugrunde legten.

Unser Bewegungshorizont erster Phase (Schmidts Grauwacken- und Semmeringdecke) ist unter Belastung geprägt (vgl. Gneisteildecken des Hochfeiler). Von dieser Belastung nehme ich an, daß sie als höheres Niveau mit größerer Nordgeschwindigkeit die Tauern überschritten hat, lasse aber ausdrücklich dahingestellt, ob dies in Gestalt einer zusammenhängenden Decke geschah. Wenn dies aber eine zusammenhängende Decke war, so war es gleichwohl nicht die ostalpine Decke der älteren Deckensystematik, sondern höchstens ein oberes Niveau derselben, nach welchem wir sogleich fragen werden. So ziemlich die ganze ostalpine Decke der älteren Deckensystematik liegt bei Schmidt als Muralpendecke vor der Sekundärdeckenbildung unter der Grauwackendecke. Wie weit sie überhaupt Deckencharakter hat, ist im Osten unerwiesen und es scheint mir nach Schmidts, Heritsch'-Angels und einigen eigenen Studien an ihren Gesteinen sogar noch fraglich, ob sie dort ein einheitlicher Bewegungshorizont mit der Ausdehnung wie auf Schmidts Karte war. Im Westen aber scheint es mir sehr fraglich zu sein, ob nach Abzug sämtlicher Sekundärdecken aus dem Liegendkristallin der Grauwacken noch genügend Gründe bleiben, dieses Altkristallin als Ganzes als eine Decke (Muralpendecke Schmidts) zu bezeichnen.

Die ostalpine Decke der älteren Systematik kommt also nun unter die Grauwacken zu liegen, wohin sie auch stratigraphisch

gehört als relativ autochthones Liegend eines Bewegungshorizonts. Was bleibt uns also als Belastung, als *trainau écraseur*, für die Tauerndeformation, wenn das Kristallin der ehemaligen ostalpinen Decke unter der Tauernhülle liegt? Es bleibt als Belastung für den Bewegungshorizont der Grauwacken mit seinen Tektoniten nicht die ganze ehemalige ostalpine Decke, sondern vom Norden aus betrachtet kalkalpines Deckenmaterial. Im Süden bliebe als Tauernbelastung Termiers dinarischer *trainau écraseur* in einer allerdings viel hypothetischeren Form als bei Termier, da ich die Ueberschiebung des Brixner Granits für sekundär und der zweiten Phase angehörig halten muß.

Wenn wir die Belastung der Grauwacken (Untere Schieferhülle) in unserer ersten Phase eine Decke nennen wollten, so würden wir auch hier wieder sehr von der alten Deckensystematik abweichen und es würden in diese Decke sowohl die Nordalpen als die Südalpen, beide vielleicht mit Quarzphylliten und Perm an der Basis, gehören, was vielleicht einer meines Wissens bei uns zuerst von F. Trauth versuchten Identifizierung von Ostalpen und Dinariden nahekommt. Ich selbst würde dabei nicht an eine einheitliche ostalpin-dinarische Decke mit voller Förderlänge denken, sondern eher an etappenweise abwandernde Teildecken, vielleicht mit Beziehungen zu sukzessiven Wölbungen und Intrusionen unseres Bewegungshorizonts erster Phase, in welchem wir eben zonaren Wechsel der Tauernkristallisation angedeutet fanden. Und es würde sich vielleicht von hier aus eine Stellung zu der kürzlich von Ampferer schematisierten Verknüpfung nordalpiner und zentralalpiner Tektonik gewinnen lassen, nachdem die mesozoischen Fazies der Nordalpen, Zentralalpen und Dinariden genügend diskutiert sind, wovon wir noch weit entfernt sind.

Ich kann am Tauernwestende Schmidts Anschauung, daß das Tauernfenster sekundärtektonischer Entstehung ist, teilen, aber nicht annehmen, daß die Tauerngneise in das Altkristallin der Oetztaler eingebrochen seien, sondern nur in den Quarzphyllit, wonach das Altkristallin wenigstens randlich über beide tieferen Serien ging. Diese Mechanik wurde bereits im vorhergehenden Kapitel erörtert und wir werden ihr im folgenden im Hinblick auf Schweizer Verhältnisse noch einmal begegnen.

Entsprechend der Neubelebung, welche die Zentralalpengeologie durch Schmidts Studien erfährt, möchte ich nun noch einen Zweifel zu bedenken geben. Der Bau der Tauern ist vielleicht genetisch nicht so rein der in bezug auf den Meridian symmetrische Bogen, als den wir die Tauern vielleicht auch morphologisch nicht ganz berechtigt zu betrachten pflegen. Auch im Osten scheint mir das Uebertreten der Schladminger Masse in die Nische als Schwenkung im NW-Banspruchungsfelde verständlich. Der Bau wäre im Osten eher derselbe wie im Westen, nicht ein spiegelbildlicher. Vielleicht werden uns die Spezialaufnahmen der Wiener Schule am Tauernostende hierin weiter belehren. Auch ist das Mittelstück der Tauern noch zu wenig bekannt, um Verkürzungen im NW-Felde ausschließen zu lassen. Es ist also eine Frage, ob sich dann die Seriensystematik und Mechanik, wie ich

sie hier für das Tauernwestende und die Oetztaler erörtert habe, auf das Tauernostende bis in das Detail übertragen läßt, wie ich derzeit vermute. Zu dieser Frage habe ich (Fig. 3) einige wesentliche Konturen aus den Darstellungen im Querschnitt aus Schmidts Kärtchen heraus schematisiert, noch nicht, um zu beweisen, sondern um zu zeigen, worum es sich handelt. Im Westen wie im Osten steht das Altkristallin mit seiner Trias als tektonisch Höchstes und tektonisch Jüngstes dem Streifen 1 gegenüber, mit welchem die Trias seiner Serie verfaltet ist und in welchem da und dort auflastende Stirnwölbungen der Tauern eingesunken und da und dort rücküberfaltet sind. Dieser Streifen 1 aus Quarzphyllit und Grauwacken (Schmidts Grauwacken und Semmeringdecke, deren Trennbarkeit als Decken ich dahingestellt sein lasse) ist ob parautochthon oder nicht jedenfalls zuerst am Platze gewesen und lediglich in der jüngsten meridionalen Phase rücküberfaltet.

Nun hat Schmidt in den Radstädter Tauern das Neukarsystem mit ausgesprochener Bewegungstendenz gegen NW bekanntgemacht und vielleicht ist auch das zweite, nach SW übereinandergetürmte Schuppensystem (Speiereck, Hochfeind, Lantschfeld, Tauerndecke) im Gefolge des Vorschwenkens der Schladminger Masse und der Ostflügel der Tauern im großen Felde nordwestlicher Beanspruchung verständlich. Diese Frage sowie die Frage, wie weit man hier von Teilbewegungen zu einer Zuscherung wie der des Engadins durch die Oetztaler Einheit sprechen darf, muß der Bearbeitung Schmidts überlassen bleiben, ebenso die Kritik meiner hier angeregten Erklärung für eine meridionale Asymmetrie des Tauernbogens, von der ich übrigens nicht annehme, daß sie das ganze Bewegungsbild des Tauernostendes erschöpft, ebenso die Kritik meiner Vermutung, daß die von Schmidt festgestellten 2 Phasen: übergleiten nach W, übergleiten nach SW der Zuscherung des Tauernscherenfensters in der NW-Phase der Beanspruchung, die „Eigentektonik der Tauernnische“ aber der letzten meridionalen Beanspruchung entsprechen und sich damit in ein größeres Bewegungsbild der ganzen Tauern fügen könnte.

Es wäre dann vielleicht nicht „die Decke der Pinzgauer Phyllite jünger als der seitliche Zusammenschub der Tauernnische“, wohl aber eine Rückfaltung der Pongauer Phyllite über eingebrochene Tauernstirnen. Das auch von Schmidt berührte Problem, einen Zusammenhang zwischen Nordalpen und Zentralalpen in ihren axialen Verkürzungen zu sehen, habe ich in etwas anderer Fassung durch die Hinweise auf NW-Beanspruchung in Kalk- und Zentralalpen bereits oben behandelt.

Damit gehe ich auf Zusammenhänge mit den Studien der Schweizer im Westen über.

Besteht eine solche Kontinuität der Decken, daß das Schweizerische Deckensystem in unsere Alpen, zunächst nach Tirol, übertragbar ist? Diese Frage ist hinsichtlich der Fazies und hinsichtlich der Tektonik getrennt zu erörtern und es wird die Antwort in jedem Falle nicht direkt die Ergebnisse der Schweizer berühren und nicht etwa gar für oder wider „die Deckentheorie“ ins Feld zu führen sein, aber vielleicht letzten Endes für weitere beobachtende geologische Arbeit.

Eine andere Frage ist es dann wieder, ob nicht in den Ostalpen mehr Bewegungshorizonte als Wurzeldecken festgestellt sind, was ebenfalls zunächst das Bewegungsbild der Schweiz so wenig berührt, wie es von dort aus ohne eigene Beobachtung berührt werden könnte. Es ist nicht von vornherein anzunehmen, daß der Mechanismus der Schweizer Alpen der einzige ist und nicht irgendwo z. B. in den Ostalpen in ein mehr und mehr abweichendes Bewegungsbild übergehen könnte, in welches sich nicht, ohne der ganzen Sache zu schaden, jeder Terminus der Schweizer Geologie übertragen läßt.

Meinen bei früheren Gelegenheiten geäußerten Auffassungen nahe kommt es, daß im Westen an Stelle der großen Decken mehr und mehr Teildecken treten. Allerdings aber erwartete ich, daß sich dadurch die Anschauung über den Vorgang bei der Deckenbildung ändern werde und erwarte dies noch immer etwa in dem Sinne, daß die Teildecken während der Bewegung im Bewegungshorizont zustande kamen und sich nicht mehr eindeutig mit Wurzeln in Verbindung setzen lassen. Dementgegen bezeichnet es die Entwicklung der Ansichten in der Schweiz, daß auch die Teildecken weitgehend auf eine eigene Wurzel bezogen werden und eine Komplikation unterwegs nur durch Einwicklung stattfindet. Es scheint mir hierbei allerdings fraglich, ob man mit verkehrten reduzierten Deckenfolgen in den Liegendsynklinen von Einwicklungen, mit kaum oder gar nicht angedeuteten Mittelschenkeln nicht schon fast zu jeder Aufeinanderfolge etwas sagen kann, das Anschauungen zu bestätigen scheint, die es in Wirklichkeit nur voraussetzt.

Lassen sich die Teildecken auf eigene Teilwurzeln beziehen, so nenne ich sie Wurzeldecken; wo nicht, so können sie unterwegs als Teilbewegung des ganzen Transportes entstanden sein, Teilbewegungsdecken heißen und nur auf einen Bewegungshorizont, nicht aber auf eine Großdecke mit voller Förderlänge rückschließen lassen. Oder aber sie können Komplikationen schon vorhandener Großdecken und Bewegungshorizonte (zum Beispiel Tauernhülle am Tauernwestende) sein, als solche Scheinwurzeln und „relative Wurzeln“ besitzen und eben auf die Bewegungshorizonte oder Großdecken rückschließen lassen, deren „sekundäre Teildecken“ sie sind.

Auf der tektonischen Uebersichtskarte in Heims Geologie der Schweiz ist für die Grenze zwischen Ost- und Westalpen eine Deckensystematik gegeben. Wenn wir daneben noch stellen, was sich aus dem Text entnehmen läßt, so erhalten wir folgende Systematik:

Oberostalpine Decken	Mittelostalpine	Unterostalpine
und Dinariden		Decken
Nordalpen (Lechtaldecke)		
Landecker Phyllitzone		
Serie nördl. Kappl	Ortler (S. 692)	Falknisbreccie
Silvrettakristallin (S. 692)	Engadiner Dolomiten	Tauern Semmering
Oetztaler (S. 731)	Campo	E. Sueß' Lepontin
	(S. 691)	(S. 690)
Penninisch		
Engadin		
Prättigau		

Ferner ist die Silvrettadecke (o. o.) eingewickelt unter die Campodecke (m. o.), was von Staub bis in den Tribulaun fortgesetzt wird. Dadurch ist in den Einwicklungszone die normale Deckenfolge umgekehrt worden (S. 681).

Es wäre also im Tribulaungebiet Oberostalpin (Oetztales nach Heim) unter Mittelostalpin eingewickelt. Aber nicht eine Einwicklung von oberostalpinem Oetztales Kristallin unter ein mittelostalpinisches Äquivalent (etwa den Tribulaun?) des Ortler und der Campodecke, sondern eine Einwicklung von Innsbrucker Quarzphyllit (auf Heims Karte bei Landeck als Oberostalpin bezeichnet) unter das Oetztales Kristallin (bei Heim ebenfalls Oberostalpin) kommt am Brenner in Frage und auch für diese kann ich mich nicht entscheiden.

Die derzeitige Schweizer Deckensystematik für die Ostalpen und das Grenzgebiet trennt Tauern und Engadin als Unterostalpin und Penninisch.

Das scheint derzeit weder tektonisch begründet noch durch den Serieninhalt.

• So haben wir im Prättigau, Engadiner Fenster und in der Tuxer Zone junge Kalkphyllite und gegen die Grenze mit dem nördlichen Kristallin jeweils eine u. a. durch Breccien gekennzeichnete Serie, welche ich anlässlich eines Vergleiches zwischen Prättigau und Tuxer Zone (Verh. 1911, Nr. 15) bekannt gemacht habe. Ferner liegen im Engadin und am Brenner die Kalkphyllite unter Oetztales Kristallin.

Darin, daß Heim von ostalpinen (usw.) Decken spricht und nicht von einer ostalpinen (usw.) Decke, folgen wir ihm besonders gern im Gegensatz zur Fassung mehrerer österreichischer Geologen. Eben damit, daß es sich nicht um eine Decke handelt, sondern um Decken, ergibt sich die Frage, ob diese Teildecken auf Teilwurzeln beziehbar oder Teilbewegungsdecken eines Bewegungshorizonts sind, was dann nicht mehr notwendig in das Bewegungsbild der schweizerischen Wurzeldecken hineinfällt. In der Tat sind für die ostalpinen Decken Heims keine eigenen Wurzeln nachgewiesen, sie sind also bisher als selbständige Wurzeldecken nicht nachgewiesen.

Es hat sich ferner ganz wesentlich durch Hammers Arbeiten herausgestellt, daß das Engadiner Fenster tektonisch nichtäquivalente Rahmenteile hat. Ich muß die Verhältnisse im Norden so deuten, daß dort Oetztales über Silvretta liegt und es bilden meines Erachtens verschiedene Decken den Fensterrahmen. Die tektonische Bedeutung derartiger „Fenster“, welche nicht unter einer und derselben Decke lagen, ist eine andere, als die der echten Fenster und man muß sie, wofern man sie überhaupt Fenster nennen will, etwa wie oben geschehen, als „Scherenfenster“ unterscheiden wegen des scheren- oder irisblendenartigen Uebereinandergreifens ihrer Rahmenteile.

Engadin- sowohl als Tauernfenster sind Scherenfenster und als solche mehrdeutig.

Sicher nachgewiesen (durch Hammer, Blatt Landeck 1:75.000) ist im Nordrahmen des Engadiner Fensters die tektonische Grenze zwischen Silvretta-Oberostalpin und Oetztales Oberostalpin, mit welcher das Heim'sche Deckenschema nicht rechnet.

Bisher kommen die sicheren tektonischen Grenzen im Deckensystem weniger zu Worte als hypothetische. Gleiches gilt hinsichtlich der deutlichen Tektonik überhaupt und mehrfach hinsichtlich des Faziesvergleiches. Es bedeutet also dieses Deckensystem noch keine Lösung unserer Aufgabe, aus dem bisher Bekannten ein Bewegungsbild zu rekonstruieren, sofern dies bereits möglich ist, wengleich wir den schweizerischen Versuchen eine Erweiterung des Gesichtskreises verdanken.

E. Sueß hatte Tauern und penninische Decken der Schweizer bereits als „Gruppe der lepontinischen Decken und Pienninen“ zusammengefaßt. Dann zeigte ich, daß die damalige Charakterisierung lepontinischer und ostalpiner Serien versagte unter anderem wegen der Grauwackenzone in der Unteren Schieferhülle der Tauern. Dementsprechend sehen wir ostalpine Areale Sueß, in der Literatur lepontinisch werden (Mohr), allerdings noch nicht im folgerichtigen Ausmaß, und von Ubligs Schülern ein und dasselbe Areal als lepontinisch und ostalpin bezeichnet (Kober, Mohr), bis endlich Schmidt den Gegensatz Ostalpin-Lepontinisch mit mir fallen läßt und in seiner Grauwackendecke die stets als lepontinisch (= penninisch E. Sueß) bezeichneten Tauern und die stets als ostalpin bezeichneten Teile der Grauwackenzone zusammenfaßt als Grauwackendecke.

Als bezeichnendste Serie verbleiben in den Tauern die jungen Kalkphyllite. Auf diese Serie ist das Hauptgewicht zu legen, wenn wir den Anschluß an die Schweizer Deckensystematik neuerlich diskutieren.

Was das allgemeine Bewegungsbild anlangt, scheint mir ein Hauptfortschritt im Nachweis von Wirbeln im Bewegungshorizont zu liegen.

Derartige Wirbel aus Deckenfolgen haben die Schweizer vielfach angenommen und Einwicklung genannt, ein Ausdruck, den wir für Wirbel in Deckenfolgen ebenfalls annehmen. Einwicklungen haben in den Ostalpen schon Ampferer und Hammer im Querschnitt angenommen, dann am Tauernostende Kober; Schmidt hat auf die technologischen Bedingungen der Wirbelentstehung hingewiesen; ich habe ein Beispiel von Wirbelbildung beim Vordringen der Oetztaler neben und über den Tauern mit Karte und Profilen ausführlich dargestellt und darauf als auf ein normales Phänomen zwischen Niveaus mit verschiedener Geschwindigkeit und Störungen in der Reibung hingewiesen. Einwicklungen oder, da es sich ja nicht immer um Deckenfolgen handeln muß, Wirbel (Schmidt) in Bewegungshorizonten sind keine besondere ausnahmsweise zu verwendende Verlegenheitshypothese, sondern ein technologisch zu erwartendes Phänomen, mit dem stets zu rechnen ist. Es ist dieses Ergebnis schweizerischer Beobachtung weit leichter annehmbar als manche Deckenableitung aus Wurzeln. Es scheint mir mechanisch für Gleitdecken nahezuliegen, während für mich der „Einwicklungsstoß“ zum Beispiel keine Wahrscheinlichkeit besitzt.

Ferner ist von Wichtigkeit, daß Wirbel im Bewegungshorizont und alle dadurch entstehenden Teildecken als Teilbewegungsdecken,

als ein Modus der Fortbewegung und Ueberdeckung zu betrachten sind, nicht aber als nachträgliche Komplikation einer zur Ruhe gelangten Serienfolge. Wenn also in den zuerst als kontinuierlich betrachteten Deckensystemen mehr und mehr Wirbel, Einwicklungsstirnen und Abwicklungen nachgewiesen werden, so treten eben Teildecken als Modus der Fortbewegung an Stelle der kontinuierlichen Systeme, deren Mechanik oft schwerer faßlich ist. Allenthalben bemerken wir heute, daß derartige Deckenenden nicht nur nach N gerichtet, sondern auch nach NW auftreten, wo früher kontinuierliche Decken angenommen und oft vom Aufnahmegeologen ungehört bekämpft waren.

Betrachten wir die Stirnen der rhätischen Bögen, die Stirne am SO-Rand des Engadiner Fensters, die vermutliche Stirne im Oberinntal, die Tuxer Stirne, die Ueberwältigung von Quarzphyllit und Grauwacken im Oberinntal, so stehen wir unmittelbar vor der Auflösung der „Großdecken“ in Teilbewegung und vielleicht schon etwas näher vor den durch Ampferer theoretisch aufgeworfenen Fragen betreffend den Zusammenhang zwischen Kalk- und Zentralalpen.

Es ist nun, dank Heims Geologie der Schweiz, leicht geworden, die Resultate der österreichischen Detailarbeit in den Tauern — die der Uhlig-Schule stehen leider noch nicht zur Verfügung — neben die Ergebnisse der Schweizer Geologen im penninischen Deckengebirge zu halten, und es soll dies hier geschehen, was die Fazies der Serien und was die Tektonik anlangt; sodann erhebt sich erst die Frage, ob der Bewegungshorizont der Tauern im Gefüge der Alpen kontinuierlich oder aus einer Sekundärtektonik rekonstruierbar mit den penninischen Decken der Schweiz zusammenhängt.

Vergleichen wir nun den Fazies nach die Tauerngesteine mit dem Penninikum der Schweizer Alpen.

Man wird unter den Paragesteinen der Tauern und des Schneeberger Zuges, also in der „Unteren Schieferhülle“, die „Gneise mit schlierigen Knauern bis Konglomeratgneise“ (meine Knollengneise der Unteren Schieferhülle), ferner Injektionsgneise und Grauatglimmerschiefer des Schweizer Penninikums unschwer wiederfinden. Dagegen ist die Mineralfazies Staurolith-Disthen der tieferen penninischen Schweizer Decken für die Laaser Serie bezeichnend. Lebendungneis zwischen Antigorio- und Monte Leone-Gneis, beiderseits von Trias begleitet, mit seinen Aplit-Konglomeratgneisen bis Augengneisen etc. entspricht der Unteren Tauernhülle zum Beispiel in der Greiner Zone, namentlich der Beschreibung, welche ich von den dortigen Knollengneisen gegeben habe.

Das Permokarbon zwischen alten penninischen Gneisen und Triasquarziten, Theobalds Casannaschiefer, würden dem Permokarbon der Unteren Schieferhülle entsprechen, dessen Grauwackencharakter ich hervorgehoben habe. Wir hätten also von hier aus betrachtet unsere Grauwacken im penninischen Permokarbon der Schweiz, was für die Synthese festzuhalten ist. Was die französisch-schweizerischen Forscher für die Walliser und Westalpen nachwiesen, habe ich am Tauernwestende für die Ostalpen nachgewiesen: nämlich, daß das (Grauwacken-) Paläozoikum seitlich in das Kristallin (die tauern-

kristalline Untere Schieferhülle) übergeht. Was in der Schweiz die Casannaschiefer, das sind in den Ostalpen die Aequivalente des Paläozoikums in der Unteren Schieferhülle. Das Bestreben, „ostalpine“ Grauwacken und „lepontinische“ Tauern primär faziell auseinanderzuschematisieren, hat uns gewiß einer haltbaren Synthese ferner gebracht statt näher. Es war, was die Vortrias anlangt, die Gleichstellung von Tauern und Schweizer Penninikum eine ältere Annahme, unter anderen Annahmen allerdings. Eine Gleichstellung bis in Details ermöglichten dann meine Untersuchungen, weshalb ich an derselben auch festhalte, ungeachtet dessen, ob die Tauern in irgendeiner Deckensystematik augenblicklich gerade lepontinisch, ostalpin oder penninisch heißen. Zugleich kann ich nicht davon abgehen, daß die sogenannten ostalpinen Grauwacken sowohl in der Unteren Schieferhülle als eben auch in den Casannaschiefern vertreten sind.

Was übrigens noch die Schweizer Verhältnisse anlangt, so vermute ich, daß die Lebendungsweise nicht als Altkristallin den Casannaschiefern gegenüberzustellen sind, sondern daß sie analog zu den Verhältnissen am Tauernwestende ebenfalls zum metamorphen Paläozoikum gehören wie die Casannaschiefer, sofern diese nicht selber Tektonite des Altkristallins mitenthalten.

Auch die Erze und Magnetitquarzite der Schweizer Casannaschiefer fehlen unter den Fazies der Unteren Schieferhülle nicht (Schneeberg etc.). Dem autochthonen und penninischen Paläozoikum der Schweiz entspricht in den Ostalpen ein da und dort mineralisch und tektonisch metamorphes Paläozoikum, in welchem sich Bewegungshorizonte und sekundäre Ueberwallungen, aber bisher nicht Wurzeldecken wie in der Schweiz unterscheiden lassen.

Während nach Heim der Verrucano im Schweizer Penninikum fehlt, läßt sich dies für die Tauernhülle nicht mit solcher Sicherheit aussprechen, da das Alter der Quarzite und Quarzkonglomerate nicht genügend feststeht. Daß in der Schweiz die Quarzite tektonisch mit dem Kristallin gehen, entspricht der Feststellung, daß in den Ostalpen die Quarzite ebenfalls mit dem Kristallin, allerdings ganz besonders mit dem als „ostalpin“ geltenden Kristallin, zum Beispiel Innsbrucker Quarzphyllit gehen, welcher bisher noch nicht als penninisch erklärt worden ist, obwohl dies in vieler Beziehung wenigstens, folgerichtiger gewesen wäre.

Wenn ich nun weiter den Vergleich zwischen penninischem Mesozoikum der Schweizer Alpen und zwischen den ähnlichen Serien der Tauern durchführe, so geschieht dies mit dem Vorbehalt, daß mir die persönliche Erfahrung fehlt, zu beurteilen, ob und wieviel Paläozoikum etwa in den als mesozoisch betrachteten Serien der Schweizer enthalten ist. Zu diesem Bedenken führt verschiedenes: Die Marmore und Dolomite, welche fast lückenlos die höheren penninischen Decken umhüllen, sind „wohl in der Mehrzahl“ (Heim, S. 482) mesozoische Gesteine. Die stratigraphische Abgrenzung der Casannaschiefer nach unten, vielleicht auch nach oben, ist eine unsichere. Ganz wie bei uns die Untere Schieferhülle (zum Beispiel Tuxer Grauwackenzone) dürften die Casannaschiefer nicht nur Tektonite von Gneisen, sondern auch mit dem „Mesozoikum“ gemeinsame

Typen Serizitquarzite, Arkosen etc. enthalten, welche sich in einem Bewegungshorizont schwerlich mit einiger Sicherheit dem Paläozoikum zuweisen lassen. Wir finden ferner sowohl derartige Typen als Basis-konglomerate (mit Aplitgerölln etc.), namentlich letztere bald dem „Altkristallin“ zugewiesen, welches dann wahrscheinlich den Knollengneisen und damit metamorphen Grauwacken der Tauern entspricht, bald der Trias. Daher mache ich obigen Vorbehalt.

Die penninischen Buntsandsteinquarzite der Schweiz, manchmal durch petrographische Uebergänge mit Paläozoikum verbunden, lassen sich in der Unteren Schieferhülle wohl wiederfinden, viel bezeichnender sind sie freilich gerade für die Serien mit Quarzphyllit und Altkristallin, deren Bezeichnung als Ostalpin oder Lepontin in manchen Fällen (Mauls zum Beispiel) schon zum drittenmal wechselt, augenblicklich wären sie gerade ostalpin, sofern man diese Bezeichnungen etwa ernst nehmen will. Dasselbe wie von den Quarziten gilt von den Rauhwacken.

Im ganzen können wir die penninische Trias der Schweiz besser in den Tarntal-Radstädter Serien wieder erkennen als in der Unteren Tauernhülle. Es zeigen aber auch die Tarntal-Radstädter Serien sehr starke Anklänge an ostalpine Ausbildung.

Was die vortriadischen Fazies anlangt, lassen sich also die Tauern penninisch nennen, ebenso aber das ostalpine Grauwackenpaläozoikum und manches „ostalpine Altkristallin“.

Was die Trias angeht, so ist sie zur Charakterisierung der Unteren Schieferhülle der Tauern als penninische Fazies derzeit nicht brauchbar. Man findet penninische Fazies der Trias gerade mit Quarzphyllit verbunden, der sich hierin penninischer bezeugt als die Tauernhülle, obwohl er augenblicklich als ostalpin bezeichnet wird. Auch daß sich die Trias ohne hercynische Faltung des Kristallins auf dasselbe legt, läßt sich angesichts der von mir publizierten Profile für die Tauern keineswegs sicher behaupten und ich muß auch hier wieder darauf aufmerksam machen, daß Heim die Bezugnahme auf die Thesen der Wiener Schule (S. 697) um die Fühlung mit den wirklichen und nachprüfbareren Aufnahmesergebnissen brachte. Denn ich habe längst außer der tektonischen Parallelschichtung der Gneise und der Hülle vielfach Kontaktverhältnisse nachgewiesen, wie sie Heim (zum Beispiel S. 157) aus den autochthonen und parautochthonen Sedimentmänteln der Schweiz bekanntgemacht hat.

Weder hinsichtlich der vortriadischen noch hinsichtlich der triadischen Fazies genügen die bisherigen Versuche, Schweizer Deckensystematik in die Ostalpen zu übertragen, allen Tatsachen.

Die jungen Kalkphyllite aber müssen als die bezeichnendste gemeinsame Fazies von Schweizer Penninikum und Tauern gelten. Die jungen Kalkphyllite sind seit Pichler als Lias vom Tauernwestende (Tarntalerkögel) bekannt. Ich habe sie durch den Nachweis eingeschalteter Feinbreccien und Vergleich der ganzen Serien mit den Prättigauer Kalkphylliten direkt und also indirekt mit den Engadiner Kalkphylliten gleichgestellt. Die jüngeren sedimentären Tarntaler Breccien, auf welche ich und sodann Hartmann und Spitz hingewiesen haben, gehören hierher, wo sie in die Kalkphyllite

der Tuxer und Tarntaler Zone eingeschaltet sind. Auf Malmradio-larite in den Tarntalerköpfen haben Hartmann und Spitz hingewiesen.

Vom Standpunkt der Fazies aus sind also die Tauern als penninisch zu bezeichnen, wenn man die jungen Kalkphyllite ins Auge faßt.

Was nun den Gebirgsbau anlangt, so habe ich schon vor zehn Jahren beginnend und ehe darüber etwas seitens der Wiener Schule da war, den tiefentektonischen Baustil der Tauern so eingehend behandelt, daß es leichter wäre, manche Grundzüge im tiefentektonischen Baustil des schweizerischen Penninikums durch den Hinweis auf meine Darstellungen zu beschreiben, als etwa unsere Tauern durch den Hinweis auf die Schweiz, und es bleibt, beiläufig bemerkt, in dieser Hinsicht die Bezugnahme Heims (S. 697) auf die Ergebnisse der Wiener Schule so sehr an der Oberfläche, daß er mir bei näherer Einsichtnahme diese Anmerkung vielleicht nicht verargen würde. Es bestehen also hinsichtlich des tiefentektonischen Baustils gewiß viele Uebereinstimmungen, viel gründlichere bereits, als etwa durch so vage Fassungen wiedergegeben werden können, wie: Die Molekularmetamorphose überwiegt bei weitem die klastische und die Tektonik entspricht einer Ueberfaltung aus S wie aus einem Guß.

Ferner habe ich zwar selber die ersten Details beigebracht, welche die Nordbewegung in den Tauern wirklich kontrollieren lassen (tauchende Deckenlappen der Tuxer Zone, Scharniere und Gneislappen südlich des Hochfeiler, Speickbodendecke), aber auch andere (Eigentektonik der Tuxer Gneise, Fächer, Rückfaltungen gegen Süd), denen zufolge ich den Satz von der Ueberfaltung aus S aus einem Gusse als für das Tauernwestende unzutreffend und für die östlichen Tauern derzeit durch keine Publikation kontrollierbar bewiesen ablehne. Uebrigens wäre es auch angesichts der Argandschen Profile durch das penninische Deckenland denn doch ein eitles Bemühen, derartige Komplikationen „aus einem Guß“ etwa in einem Pseudoexperiment nachahmen zu wollen. Es wäre dies eben auch dort schon wegen der Fächerbildungen, der Rückbewegungen gegen S und der wahrscheinlich hierzu korrelierten sekundären Verbiegungen und Faltungen der penninischen Decken eine zum mindesten unglückliche Wendung, welche viel mehr einseitigen Schub suggeriert als selbst mit Argands hypothetisch ergänzten Profilen irgend verträglich ist.

Eben im Vorhandensein der Rückbewegungen liegt eine weitere Analogie zwischen Tauern und Argands Profilen: sie sind beide zwar „stetige Deformation“ und fluidale Tiefentektonik, aber keineswegs Ueberfaltungen aus einem Guß.

Uebrigens lese man sich die Darlegungen Argands über die drei Phasen penninischer Faltung mit nachträglicher Einschiebung der Decke V zwischen IV und VI, nachträglicher Verfaltung der schon fertig überschobenen Decken miteinander etc. und man frage sich dann, ob die Wendung „aus einem Guß“ solche Vorgänge veranschaulichen und einen Vergleich zwischen penninischem Faltenland der Schweiz und Tauern begründen könnte und nicht vielmehr auch für das penninische Deckfaltenland der Schweiz ganz irreführend

ist noch ganz abgesehen von unstimmig streichenden Falten. Dies ist nicht aus einem Guß, sondern selbst „nachdem alle liegenden Decken bereits hervorgepreßt und übereinandergeschoben waren, wurde das ganze Gebäude noch mehr zusammengedrängt“ (Heim). Beiläufig bemerkt, scheint mir die obenerwähnte „Einschiebung“ einer Decke zwischen zwei andere in einem Bewegungsbild mit fluidaler Tektonik nicht durch Druckleitung in V erklärbar, sondern eine solche Zwischenschaltung nur durch hydraulische Einpressung von Süden oder aber durch sehr bedeutende Rückbewegungen gegen Süden verständlich und letztere Deutung am nächsten zu liegen, nachdem Heim selbst (S. 56), der Nestor technologischer Tektonik, die Unverständlichkeit einer Schubleitung auf weite Distanzen bei derart plastischer Deformation angemerkt hat. Jedenfalls ist nicht viel getan, wenn man die mehrdeutigen penninischen Profile Argands und die Tauern durch so allgemeine und unzutreffende Wendungen wie „aus einem Guß“ platterdings gleichstellt, noch bevor sich in den Tauern den Argandschen Profilen ähnliche der Kritik durch den Aufnahmsgeologen ausgesetzt haben. Vorausgesetzt, daß alle Profile Argands richtig ergänzt sind, ist man gerade damit auch in der Schweiz unmittelbar vor die Aufgabe gestellt, die Rolle hydraulischer Druckübertragungen zu kontrollieren. Dies kann, wie ich anlässlich der Kritik von Lachmanns Erklärung alpiner Tiefentektonik durch Kristallokinese erörtert habe, nur dadurch geschehen, daß man zunächst, Teilbewegung und Kristallisation begrifflich auseinanderhaltend, den Anteil der Teilbewegung in Lösung an die ganz oder „teilweise fließende“ Deformation beurteilt, ohne sich, wie zum Beispiel Lachmann, durch die äußerliche Ähnlichkeit aller Tiefentektonik beirren zu lassen. Man kann, kurz gesagt, auch die penninischen Profile der Schweiz erst verstehen, wenn man ihre tektonischen Gesteinsfazies so analysiert haben wird, wie dies bei uns eingeleitet und mehrfach im Gang ist, und weder für die Schweiz noch für uns haben Begriffe wie „Molekularmetamorphose“ den moderner Fragestellung entsprechenden Erklärungswert für die Tektonik.

Wir sehen die Monterosadecke fast ganz aus Augengneis gebildet und erinnern uns dabei der Augengneise der Tauern, aber auch des Umstandes, daß das Hauptgebiet unserer Augengneise „ostalpine“ Decken waren, bis sie Schmidt für die weder ostalpine noch leontinische (im Sinne der Wiener Schule) Semmering- und Grauwackendecke in Anspruch nahm, da sie ja wirklich weder für Ostalpin noch für Lepontin, scharf charakteristisch, immerhin aber für „Ostalpin“ viel bezeichnender sind.

Die Arölla- und Valpelline-Serie der Dent blanche steht bei uns wohl der Laaser Serie am nächsten.

Besonderes Gewicht möchte ich endlich von hier aus auf den Rofnaporphyröid legen als bisher einzigen Vertreter der Porphyrtettonite der Ostalpen im Schweizer Penninikum. Als ich (Jahrb. d. Reichsanstalt 1912, S. 223 ff.) die Porphyrtettonite der Unteren Tauernhülle (im Tux) sowie der Maulser und Tarntaler Serizitgrauwacken bekanntmachte und nach hierzu unternommenen Bereisungen neben ihre Aequivalente in den Ostalpen stellte, da habe ich (S. 227) auch

Rofnaporphyrroid vergleichsweise mituntersucht und aufmerksam gemacht, daß Rofnaporphyrroid mit ähnlichen Gesteinen der Radstädter Grauwacke am Roßbrand und der Blasseneck-Serie zu den orthoklasreichen Typen der von mir unter den ostalpinen Porphyrtetoniten unterschiedenen Gruppen gehöre. Und ich weise nur im Zusammenhang dieser Arbeit darauf hin, daß auch die penninischen Porphyrtetonite, welche bis jetzt nur in der Surettadecke nachgewiesen sind, in die erwähnte Porphyrgruppe der Ostalpen und damit gleichermaßen neben Tauernporphyroid wie neben die Porphyroide der „ostalpinen“ Areale zu stehen kommen. Die Suretta enthält ebenso wie Tauern-Semmering Porphyrtetonite der Grauwackenzone und auch ihre Erzführung dürfte neben die unserer Grauwackenzone zu stellen sein (Siderite des Rofnaporphyrts und Schwader Eisenstein etc. etc.).

Wir finden also neuerdings kennzeichnende Gesteine penninischer Decken in unserem Ostalpin wieder. Das stimmt damit, daß, wie oben erwähnt, penninische Trias mit dem ostalpinen Quarzphyllit geht. Es läge, vom Serieninhalt aus betrachtet, ebenso nahe, den Innsbrucker Quarzphyllit und die Laaser Serien penninisch zu nennen, als mit Heim die Tauern ostalpin. Abermals läßt der Serieninhalt für die Stützung der derzeitigen Deckensystematik im Stich und wir sind auf den oben beschrittenen Weg gewiesen nicht mit Hilfe derartiger Deckensystematik, sondern mit charakterisierbaren Serien und der Detailtektonik zu analysieren.

Wir haben dann in den Ostalpen vor der Gosau einen vom Engadin bis zum Semmering zusammenhängenden Bewegungshorizont mit Tiefentektonik und größerer Nordgeschwindigkeit höherer Niveaus. Er liegt auf Kristallin und steht seinem Inhalt nach den penninischen Falten der Schweiz besonders nahe, namentlich durch die jüngeren Kalkphyllite. Einen Uebergang in sein Autochthon im Süden kennen wir meines Erachtens nicht mit Sicherheit, vielleicht gehört das Grazer Becken mit seinen paläozoischen Tektoniten hierher. Ebenso kennen wir meines Erachtens keine sicheren Wurzeln im Sinne von Argands penninischem Bewegungsbild für diesen Horizont. Was wir sehen und worauf sich die in Anlehnung an die Schweizer Tektonik gemachten Versuche zur Konstruktion einer primären Deckentektonik bezogen, scheinen mir ganz wesentlich Erscheinungen einer sekundären tektonischen Phase zu sein: So die Bildung nachträglicher Scheinwurzeln durch Steilstellungen im primären Bewegungshorizont, ferner die Bildung von zwei Scherensegmenten (Engadin und Tauernwestende) durch das Vorgehen der Oetztaler Einheit über den einheitlichen Streifen, ferner die anderen Phänomene zweiter Phase, welche ich in dieser Arbeit beschrieben habe, möglicherweise auch eine ähnliche, aber nicht ganz durchgeführte sekundäre Trennung des Streifens in Tauernnische und Sekkauernische - Semmering durch die Muralpendecke Schmidts, welcher insofern kein Großdeckencharakter zukäme. Die Frage, ob derartige Anschauungen namentlich hinsichtlich der Scheinwurzeln für Schweizer Verhältnisse einen Erklärungswert besitzen, muß natürlich den dortigen Geologen zur Entscheidung überlassen bleiben; ich weise nur darauf hin, daß die Annahme von Bewegungshorizonten mit Teildecken, welche nicht aus Synklinen

gepreßt, sondern lediglich jener an einem andringenden Block zu Scheinwurzeln steilgestellt sind, für manche Gedankengänge von Reyer, Ampferer und der beiden Penk (Wandern der erzeugenden Welle) Raum läßt.

Für die weitere Entwicklung der Anschauungen dürfte im Osten zunächst der Versuch in Frage kommen, ob sich die NW-Beanspruchung, die im Westen Zentralalpen und Kalkalpen gemeinsam betraf und in den östlichen Kalkalpen vorhanden ist, auch im Osten der Tauern wahrnehmen läßt; kurz eine Analyse der schiefen Scharung des Streichens, welche, da sie Deckengrenzen und Fenster vortauschen kann, auch für die Deckensystematik grundsätzlichen Wert hat.

Im Westen aber ist noch immer der Westrand der Ostalpen und der Zusammenhang unseres Streifens mit den jungen penninischen Kalkphylliten das nächste Problem von größerer Tragweite für die Tektonik. Denn soviel läßt sich durch alle unreife und fortwährend geänderte Eintagsdeckensystematik hindurch an der Hand der Tatsachen bereits erkennen:

Eine durch den Serieninhalt gekennzeichnete Zone zieht, in der Schweiz penninisch, in den Ostalpen leider teils lepontinisch, teils ostalpin geheißenen, von Dent blanche, St. Bernhard, Monterosa und ihren südwestlichen Aequivalenten an über Tessin, Tambo, Suretta und Margna, ferner über Engadin, Tauern und Nordsteiermark bis an den Semmering. Diese Zone durch primäre und sekundäre Fazies analoger Gesteinswelten macht den Alpenknick in einer noch zu wenig aufgeklärten Weise mit. Sie verhält sich anscheinend in Argands Arbeitsgebieten tektonisch anders als im Osten, wo wir mehr von einem Bewegungshorizont abklingend gegen Süden und Osten als etwa von Argands und R. Staubs Wurzeldeckenmechanismus sehen, wohl auch mehr und sicherer Paläozoikum als im Westen und vielleicht mehr und mehr Ergebnisse der Scharung verschiedener Streich- und Beanspruchungsrichtungen. Diesen Streifen möchte ich die lepontinische Zone nennen, wofern sich meine hier gegebenen Gesichtspunkte durchsetzen und man mit mir über die seit E. Sueß erfolgten voreilig und unglücklich gehandhabten Bezeichnungen lepontinisch und ostalpin hinwegsehen und den Anteil E. Sueß' an dieser Sache ehren will.

Es fragt sich nun, ob wir in den Analogien mit der Schweiz bereits weiter kommen als bis zur Aufstellung dieser lepontinischen Zone.

Ich stelle zunächst, was den Serieninhalt anlangt, einige Anhaltspunkte für weitere Arbeit in Uebersicht, auf welche ich nur vorläufig hinweisen will.

	Inhaltlich zu vergleichen.	Tektonisch zu vergleichen.
VI. Dent Blanche, Margna.		
Serien von Arolla Valpelline.		
Maloya und Fedoz.	Laaser Serie?	Oetztaler Einheit mit Trias.
Triadische Kalkphyllite.		
Liaskalkphyllite mit Breccien.		
V. Monterosa, Tambo-Suretta.		

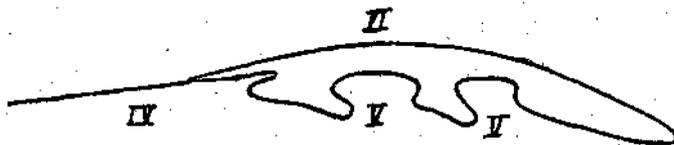
	Inhaltlich zu vergleichen.	Tektonisch zu vergleichen.
	Augengneise.	
Augengneise, Porphyrtettonite.	Porphyrtettonite	Tauern.
Viele Phyllonite, vortektonische Pegmatite,	der Grauwacken und der Schieferhülle.	Teile der Grauwackenzone.
mächtige Kalkphyllithülle und Liasbreccien (du telegraphe).	Tarntaler Breccien.	Tarntal-Radstadt. Semmering.
IV. St. Bernhard, Adula.	Phyllite der Grauwackenzone.	Innsbrucker Quarzphyllit.
Casanna-Serien.		

Ich habe diese Nebeneinanderstellung so gewählt, daß sie noch anderen Deutungen als der folgenden Raum läßt und betrachte sie lediglich als Ausgangspunkt für weitere Arbeit. Ja sie zeigt schon, daß derzeit keine strenge Uebertragung möglich ist.

Immerhin können wir unter anderen Möglichkeiten nach allem Vorangegangenen nun etwa sagen, die Tauern (analog zu V) seien eingebrochen in den tieferen, sodann nach Süden rückgefalteten Quarzphyllit (analog zu IV) und es habe sodann beide als höchste die Oetztaler Einheit (analog zu VI) unter NW-Beanspruchung über den Raum zwischen Engadin und Brenner schwenkend überdeckt, wobei, wie oben erörtert, die Scherenfenster zustande kamen. Diese Vorgänge sind in dieser Arbeit zum Teil begründet, zum Teil wenigstens ohne Widerspruch. Wenn wir die Serienähnlichkeiten in Betracht ziehen, welche zur Annahme der lepontinischen Zone in dieser Arbeit geführt haben, so können wir von deutlichen Analogien mit der Schweiz sprechen, wobei ich freilich weder dem von Argand und Staub für die Schweiz angenommenen Mechanismus, noch der kürzlich von Heim auf die Ostalpen übertragenen Deckensystematik gefolgt bin.

Die beistehende Skizze (Fig. 6) schematisiert diese Auffassung, wobei die Linie den Bewegungshorizont erster Phase bezeichnet, wie

Fig. 6.



er in der zweiten Phase für einen Schnitt nahe dem Brenner verläuft und die Analogien mit der Schweiz durch Ziffern bezeichnet und die Rückfaltungen angedeutet sind.

Der Fortschritt in der Schweizer Forschung wird auch hierin erst abzuwarten sein, wenn wir nach den Zusammenhängen zwischen Oberhalbstein und Meran fragen, bevor wir der oben skizzierten Anschauungen ganz sicher werden. Der Argand-Staub'schen Phasenfolge für ihre Gebiete vermag ich nicht zu folgen. Die nach Süden

offenen Triaseinfaltungen der Suretta halte ich für Anzeichen schnellerer Südbewegung höherer Niveaus, wie manches andere in den Schweizer penninischen Profilen, der nachträgliche Einschub von Tambo-Suretta zwischen Margna (mehr Bewegungshorizont als Decke) und Adula (Decke?) scheint mir eine willkürliche Annahme ohne mechanische Wahrscheinlichkeit, solange nicht etwa die Annahme hydraulischer Tektonik durch das Studium der Tektonite wahrscheinlich zu machen ist.

Versuchen wir trotz der Lücken in der Bearbeitung einen Anschluß nach Westen zu gewinnen, so ergeben sich folgende Hinweise zu weiterer Prüfung.

Am wichtigsten ist in dieser Hinsicht die Verbindung der Laaser Zone gegen Westen, da sie die erste ist, welche unabgeschnitten durch den dinarischen Block gegen Osten weiterführt. Die Laaser Zone scheint im Streichen gegen Westen mit dem Unterostalpin R. Staubs zusammenzufließen: hier Bernina und Ortlertrias bezeichnend, dort Maulser-Antholzergneise und Maulser Trias. Andererseits ist aber die Laaser Zone von den Oetztalern nicht als Unterostalpin von Oberostalpin trennbar, sondern liegt auf dem Oetztaler Kristallin mit Augengneisen und Trias zwischen Gneis und Quarzphyllit. Dasselbe ist von ebenfalls in Staubs Sinn unterostalpinem Quarzphyllit der Zone C zu sagen, welches noch über den Laaser Gesteinen liegt und dies nicht nur im Süden, sondern wahrscheinlich auch in der Steinacher Decke.

Die weiter südlich folgende Zone A meiner Uebersichtskarte fällt in das Oberostalpin—Insubrische—Dinarische Gebiet von Heim. Ich halte es nicht für möglich, sie als oberostalpine Wurzel mit den ostalpinen Oetztalern in Verbindung zu bringen. Es ist sowohl die Deckensystematik als die Wurzel-Decken-Beziehung überhaupt noch keineswegs eine gefestigte Sache. Und so wie unter der Unterostalpinen Decke (Campo und Engadiner Dolomiten) die penninischen Horizonte, ebenso folgen unter Laaser und Oetztaler Serien die Tauern. Ich sehe auch von hier aus keinen rechten Grund, Bernina, Oetztal und Tauern überhaupt ostalpin zu nennen, statt Oetztaler, Laaser und Campo-Serien als ein Teilbewegungsdeckensystem mit Scheinwurzeln als oberstes Penninikum zu betrachten.

Für die Stellung der Tauern und der Oetztaler ergibt sich also eine ziemlich einfache Analogie mit der Schweiz. Schwieriger ist es, die Analogie des Quarzphyllits zu umgrenzen. Er ist ein Bewegungshorizont mit parakristalliner tektonischer Fazies, also wohl in beträchtlicher Tiefe deformiert. Wo er unter der Oetztaler Einheit wieder auftaucht, da erscheint er durch eine Zone jüngerer nachkristalliner Tektonite mit Triaseinschaltungen und Laaser Gesteinen vom Silvretta-Kristallin getrennt, aber mit der Lechtaldecke verbunden (?). Er scheint mir also nicht schlechtweg mit der Silvretta zusammen neben die St. Bernhardsdecke zu stellen, in welchem Falle der nordwestliche Fensterrand des Engadins der eingesunkenen und von Quarzphyllit rücküberfalteten Tuxer Zone entsprechen würde. Sondern er ist vielleicht ein nicht nur von der Oetztaler Einheit, sondern auch von der Silvretta schon im Norden vorgefundener Streifen, auf

dessen Charakter als Bewegungshorizont seine tektonische Gesteinsfazies hinweist.

Die Gebiete der penninischen Decken der Schweiz zeigen nach Argand nach ihrer theoretischen Abwicklung eine allgemeine Zunahme der Kristallinität von Nord und Süd gegen die Mitte. Ich habe oben eine ähnliche Verteilung im Meridian des Tauernwestendes auf Grund meiner früheren Publikationen ebenfalls angenommen, wobei ich nicht die Abwicklung von Decken, aber die Ausplättung eines sekundär komplizierten Bewegungshorizontes meiner Vorstellung zugrunde legte.

Untief gebildete Sedimente vom Karbon aufwärts würden nach Argand, Staub und Heim in der Schweiz die Deckenstirnen kennzeichnen. Vom Tauernwestende aus läßt sich hierzu sagen, daß wir eine Zunahme untief gebildeter Sedimente gegen Norden durch kristalline und tektonische Metamorphosen hindurch erkennbar scheint. Da aber trotz der angedeuteten Stirnform und der Tauchlappen in der Tuxer Zone Tuxer und Zillertaler Gneis selbst bisher nicht als Decken nachgewiesen sind, lassen sich Argands Schlußfolgerungen nicht in die Tauern übertragen und wir entgehen auch vorläufig dem Dilemma, daß die maximal granitisierte Muldentiefe der Geosynklinale zugleich schon seit dem Karbon eine Antikline gewesen wäre. Was ich sehe ist: Zunahme untiefer Sedimente und Abnahme der Tauernkristallisation (entsprechend Belastung und Granitisation) gegen Norden, größere Nordgeschwindigkeit höherer Niveaus im Bewegungshorizont und endlich starke sekundäre Komplikation des Ganzen.

Eine weitere ernstliche Fühlungnahme mit den überaus lehrreichen und von Heim so zugänglich gemachten Ergebnissen der Schweizer ist hinsichtlich der Tauern vom Fortschritt unserer Untersuchungen und ganz besonders davon abhängig, ob es gelingt, die Auffassung Staubs und Heims vom Westrande der Ostalpen so darzustellen, daß sie dem Fernerstehenden ebenso kontrollierbar vorliegt wie die Arbeiten von Spitz-Dyhrenfurt und W. Hammer. Jedenfalls wird sich aus gemeinsamer Arbeit die Synthese ergeben, welche nicht mehr an so vielen Tatsachen vorübergeht wie die verdienstvolle, aber nicht für eine Synthese ausreichende primitive Deckentheorie.

Wien, 14. Jänner 1922.

Nachtrag.

Unabhängig von mir und mit ganz anderer Begründung spricht sich Schmidt für penninischen Charakter der Muralpen aus in einem Manuskript, in welches ich Einblick erhielt, nachdem meine Arbeit bereits an die Redaktion gegeben war. Ich halte diese weitere Phase im Abbau der von mir nie angenommenen und oft bekämpften Teilung und Charakteristik von Ostalpin und Lepontin in der primitiven Deckentheorie für einen Fortschritt und man kann gespannt sein, ob jene Systematik nicht endlich allenthalben aufgegeben wird.

Ein zweites betrifft den mir gewährten Einblick in die Hammer'schen Aufnahmen südlich und nördlich des Vintschgaus. Nach diesen Arbeiten (bevorstehende Publikation von Blatt Nauders 1:100.000 mit Profilen) und der für heuer beabsichtigten gemeinsamen Bearbeitung von Blatt Meran dürften sich die Fragen nach dem Vorhandensein von Wurzeln und tauchenden Stirnen südlich der Oetztaler Hauptmasse insbesondere was Laaser Serie und Schneebergerzug anlangt, einer kontrollierbaren Darstellung nähern, worauf ich im Hinblick auf die betreffenden Lücken der obigen Arbeit hinweise.

Inhaltsverzeichnis.

- I. Allgemeiner Grundlagen zur Synthese.
- II. Decken und Bewegungshorizonte.
- III. Zur weiteren Analyse. Schiefe Scharungen des Streichens.
- IV. Verhältnis zu W. Schmidts Auffassung und zur Geologie der Schweiz.
Erläuterung zum tektonischen Uebersichtskärtchen.

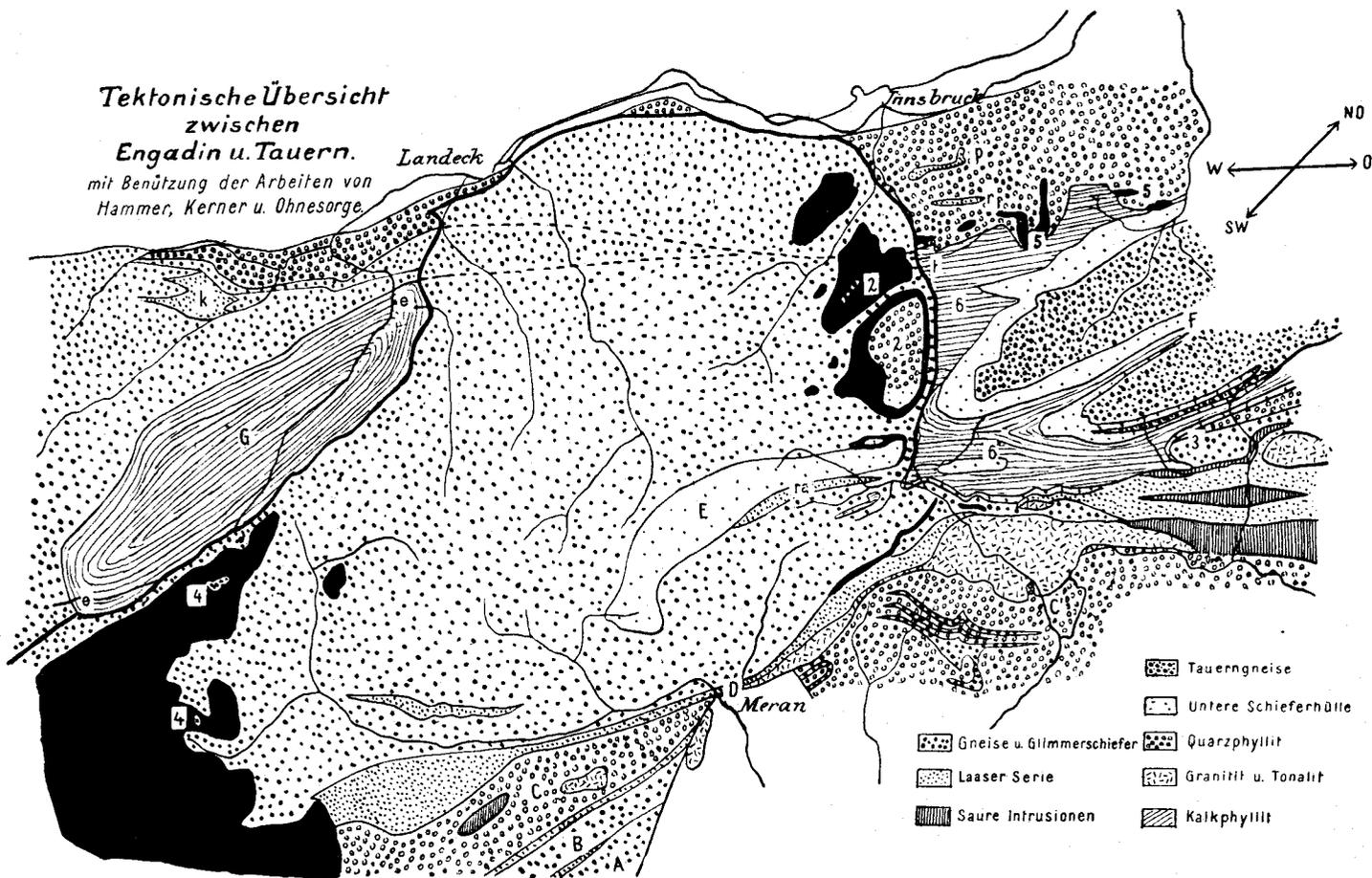
Berichtigung

zur Arbeit „Grauwackenzone und Tauernfenster“ Dr. W. Schmidt (Leoben).

In obiger Arbeit wurde die Behauptung aufgestellt, daß die Wechschiefer entgegen der Ansicht Mohrs Phyllonite der Wechselgneise seien. Untersuchungen an neuem Schliffmaterial haben ergeben, daß diese Ansicht unzutreffend ist, daß tatsächlich, wie Mohr angibt, die Wechselgneise durch Kristalloblastese aus den Wechschiefeln hervorgehen.

Dagegen hat sich die Anschauung, daß die Phyllite der höheren Semmeringdecken eine tektonische Fazies der Granitgneise seien, vollkommen bestätigt.

W. Schmidt.



Erläuterungen zur tektonischen Uebersichtskarte.

- Nordoststreichende Zonen eingestellt auf Beanspruchung in der Linie
NW—SO: A—G.
- C südliche Quarzphyllitzone (C' Quarzphyllit im Raum von Brixen).
D Laaser Zone.
E Schneeberger Zug.
F Tauernwestende
G Engadiner Fenster.
- 1 Ueberschiebung der Oetztaler Einheit über Inntaler Quarzphyllit und Silvretta-Kristallin. Signatur 1 im Kartendruck ausgeblieben (Punktlinien beachten).
2 Steinacher Decke.
3 Speickboden-Decke.
4 Kristallin auf den Engadiner Dolomiten.
5 Quarzphyllit auf Kalkphyllit in der Tarntaler Zone.
6 Gewalzte Elemente mit westeinfallenden Achsen.
- k Laaser Serie von Kappl.
" " " vom Rosenjoch.
p " " vom Patscherkofl.
ra " " von Ratschinges.
e Scherenwinkel des Engadiner Fensters.
t " " des Tauern-Fensters.