

Reiser ist wieder einer jener Männer geschieden, die durch ihre tiefe Liebe zur tätigen geologischen Forschung dieser selbst besser gedient als mancher Vielschreiber mit billigen Wiederholungen und unnötigen Ausbreitungen seiner Alltäglichkeiten. Sein Verlust schmerzt, es ist uns ein gutes Stück echter Geologie und ein lieber edler Mensch verloren gegangen.

Mögen die Allgäuer das Andenken an diesen heimatstreuen Sohn ihrer Berge durch eine reiche Benützung seines geistigen Erbes lebendig erhalten und als Vorbild ehren. Otto Ampferer.

### **Eingesendete Mitteilungen.**

**Walter Schmidt** (Leoben). Zur Phasenfolge im Ostalpenbau. Mit 3 Textfiguren.

Folgende Studie entstand als Weiterführung der Gedanken, die ich in der Arbeit „Grauwackenzone und Tauernfenster“ (Jahrb. d. Geol. St.-A. 1921) dargelegt habe. Manche der dort angeführten Vorstellungen mußten sich eine Abänderung gefallen lassen. Insbesondere bot mir Sanders Arbeit „Zur Geologie der Zentralalpen“ im selben Hefte des Jahrbuches außerordentlich schöne und reiche Anregungen zum Umbau meiner Anschauungen insbesondere was den Westteil der Ostalpen betrifft. Der Leser wird finden, daß für dieses Gebiet Zug um Zug der kinematischen Vorstellungen, wenn auch in anderem Verbands, sich schon in Sanders Arbeit findet. (Anmerkung: Die Arbeit L. Kober „Regionaltektonische Gliederung des mittleren Teiles der ostalpinen Zentralzone“, Sitzungsber. d. Akad. d. Wissensch. Wien, math.-natur. Kl., Abt. I, 130. Bd., 1921, konnte hier, als nach der Drucklegung erschienen, nicht mehr Berücksichtigung finden, ebenso nicht die Arbeit A. Tornquist „Ein Fenster des Tanerndeckensystems inmitten der Murauer Granatglimmerschiefer südlich des Beckens.“ Ebenda.)

Der gemeinsame Grundzug beider Arbeiten ist die Vorstellung von der Mehrphasigkeit des Baues der Ostalpen. Sie unterscheiden sich dadurch grundsätzlich von der älteren Deckenlehre, wie sie durch die Uhlig-Kober'sche Synthese dargestellt ist, die wesentlich einen einphasigen Vorgang heranzieht.

Mehrphasigkeit des Gebirgsbildungsvorganges sieht auch die Geologie der Schweiz vor, siehe die Anschauungen Argands etc. Doch wirken dort die einzelnen Phasen im wesentlichen im selben Sinne, mit denselben Bahnen wie die früheren, oder ihre Abweichung ist so schlicht, daß sie leicht ausschaltbar ist, so daß im wesentlichen der Bau der Schweiz sich als Ergebnis eines einheitlichen Vorganges sehr durchsichtig darstellen läßt.

In den Ostalpen dagegen haben die jüngeren Phasen unserer Überzeugung nach kinematisch anders gewirkt, andere Bewegungsbahnen benützt als die früheren, auch ist ihre Stärke eine ungleich bedeutendere. Die Westalpen sind ein Deckengebirge, die Ostalpen ein Falten- bis Deckengebirge aus einem Deckengebirge.

Es ist eine Hauptaufgabe ostalpiner Tektonik, das Wirken dieser Phasen auseinanderzuhalten. Ich sehe zunächst eine Aufgabe vor mir, die zeitliche Einordnung dieser Phasen zu versuchen, insbesondere im Hinblick auf Möglichkeit eines Vergleiches mit den Westalpen.

Die Sachlage in den Ostalpen steht folgendermaßen:

Der Kalkalpenbau ist schon lange als mindestens zweiphasig bekannt, und zwar ist neben der tertiären Gebirgsbildung eine recht bedeutende vorgosauische sicher nachgewiesen. Durch die Arbeit der Kalkalpenforscher, unter denen neben den älteren insbesondere Ampferer, Geyer, Hahn, Spitz, Spengler zu nennen sind, ist es ermöglicht, die Anteile der einzelnen Faltungen an dem Bau schon recht weitgehend abzugrenzen.

Andrerseits fordern wir für die Zentralalpen einen mindestens zweiphasigen Bau.

Es ist daher naheliegend, die Phasen beider Gebirgstteile miteinander so zu verbinden, daß die ältere Phase der Zentralalpen der älteren also kretazischen Faltung der Kalkzone gleichzustellen sei.

Damit würde die Hauptgebirgsbildung der Ostalpen in die Kreidezeit fallen.

Die Darstellung in Sanders Arbeit läßt die Anschauung zu, daß die Sachlage auch von ihm derartig aufgefaßt werde, daß die Kreidezeit die Zeit der Hauptgebirgsbildung gewesen sei.

Allerdings spielt hier die Unklarheit des Begriffes „Hauptgebirgsbildung“ stark mit. Gebirgsbildung ist ja alles von der ersten Regung bis zum Ausklingen. Steht man aber auf dem Standpunkt der Deckenlehre, so wird man mit Hauptgebirgsbildung den Vorgang bezeichnen, der eben den für unser Gebirge so auffallenden Bau geschaffen hat, nämlich das weitgehende Überholtwerden von ursprünglich nördlich befindlichen Einheiten durch südlichere. Wenn wir ein scharfes Kriterium heranziehen wollen, können wir etwa fragen, wann das Ueberholtwerden des Schweizerbaues, den wir im Osten vielleicht am sichersten durch den Kalkphyllit der Schieferhütte dargestellt finden, durch die höheren Decken erfolgte.

Es ließe sich die Frage ja leicht erledigen, wenn wir aus der Schweiz die Anschauung herübernehmen, daß der Bau dieses Kalkphyllites als Bündner Schiefer eben tertiär sei, daher auch der Überschiebungsvorgang tertiär sein müsse. Ich glaube aber, daß es besser ist, die Sache in den Ostalpen selbst zu bereinigen, da die Möglichkeit eines derartigen Anschlusses über die Rheinlinie hinaus eben noch nicht genügend anerkannt ist, um als Beweisgrund zu dienen.

Wir haben also die Entscheidung über die Möglichkeiten: Die Phasen von Kalk- und Zentralzone fallen paarweise zusammen, oder die zweite Phase der Kalkalpen fällt mit der ersten der Zentralzone zusammen. Im ersten Fall ist der Ostalpenbau zweiphasig, im letzteren dreiphasig.

Man sieht, daß die Entscheidung im wesentlichen von einer Untersuchung der ersten, der kretazischen Faltung abhängt, ob zu

ihrer Zeit, das was jetzt Zentralzone ist, schon in halbwegs ähnlichem Zustand gebildet wurde. Untersuchen wir also das Wirken dieser Gebirgsbildung.

Die Auflagerungsverhältnisse der Gosauschichten ermöglichen uns ein Bild von den Kalkalpen nach diesem Vorgange zu schaffen. Wir kommen zu folgendem Ergebnis.

In der Südzone der nördlichen Kalkalpen sehen wir eine Gebirgsbildung von ganz ansehnlicher Stärke, sich bis zum Deckenbau steigend, nördlich sich dranschließend eine Zone abnehmender Faltungstärke, daran nördlich vorgelagert ungefaltetes kalkalpines Land.

Denn in den Südzone der Kalkalpen transgrediert, wie besonders Spengler gezeigt hat, Gosau über ein Ueberschiebungsgebirge, es muß schon vor der Gosauzeit tiefreichende Abtragung erlitten haben, denn Gosauschichten transgredieren auf die verschiedensten Gesteine. Die Böschungen mußten recht steil gewesen sein, denn ortsnahe Haldensedimente, wie Untersberger Marmor, sind recht verbreitet.

Gegen Norden werden aber die Diskordanzen immer geringer, bis es für große Bereiche der bajuvarischen Serie geradezu bezeichnend ist, daß zwischen Grundgebirge und Gosau fast vollkommene Gleichlagerung herrscht.

Dort treten Gosau oder Cenomanschichten nur mit den jüngsten Schichten des Untergrundes in Verband, machen all deren Faltungen auf das treulichste mit.

Es bilden also die mittelkretazischen Kalkalpen ein Bild, wie es jetzt allerdings nicht bloß in der Größe sondern auch in der Stärke gemildert im Juragebirge dargestellt ist, ein Gebirge nach vorn in ungestörtes Tafelland übergehend. Es ist auch die tektonische Folgerung für die kretazischen Kalkalpen daher ganz dieselbe wie für das jetzige Juragebirge, die Sedimentserie muß am Nordrand noch im Autochthonverband gestanden sein, während sie im Süden abgeschürft und nach N vorgeschoben war. Denn ich glaube, daß eine derartige Schichtserie wie die bajuvarische so empfindlich ist, daß sie auf den geringsten Abschub von der Unterlage schon mit mindestens Knickfalten antwortet. Die durch die Auflagerungsverhältnisse der Gosauschichten verlangte ungestörte Lagerung der bajuvarischen Serie fordert geradezu, daß sie zur Kreidefaltung noch durch engsten Verband mit einem äußerst widerstandsfähigem Autochthonsockel vor jeder Formänderung bewahrt war.

Diese Anschauung schließt es nun vollkommen aus, daß die Kreidefaltung die Zeit der Hauptgebirgsbildung war. Denn ein Körper, der an einem Nordrand in autochthonem Verband bleibt, kann nicht gleichzeitig nördlich vorliegende Glieder überholen.

Wir sehen also, daß wir das Abgleiten der Kalkzone von ihrem Untergrund, ihr Hinweggehen über den Kalkphyllit, ihr Erreichen ihrer jetzigen Lage in eine nachgosauische Phase verlegen müssen. Wir können dann auch die Lage der Kalkzone zum Flysch demselben Gebirgsbildungsakt zuweisen.

Wir haben für die nördlichen Kalkalpen vor der Tertiärfaltung ein sehr eindeutiges Bild erhalten. Wir müssen aber noch versuchen,

uns Vorstellungen über die Nachbarschaft dieses Gebirges, über den Verband in welchem es auftrat, zu machen.

Das Vorhandensein eines Abscherungsgebirges, als welches wir die damalige Kalkzone aufgefaßt haben, macht es wahrscheinlich, daß ein dem Abschube entsprechendes, die Entblößung darstellendes Krystallingebirge im Süden der Kalkzone vorhanden war. Wir wollen uns fragen, obwohl schon die frühere Beweisführung genügen sollte es auszuschließen, ob diese damalige Nachbarschaft so ähnlich beschaffen war, wie die jetzige Zentralzone oder anders.

Antwort hierauf geben die in den Gosaukonglomeraten versammelten Gerölle.

Wir haben in den Ostalpen den Beginn zu vergleichenden Studien. Ampferer und Ohnesorge, Über exotische Gerölle in der Gosau, Jahrb. d. Geol. R.-A. 1909. Ampferer, Über die Gosau des Muttekopfes, Jahrb. d. Geol. R.-A. 1912. Sander, Notizen zu einer vorläufigen Durchsicht der von Ampferer gesammelten exotischen Gerölle der nordalpinen Gosau, Verh. d. Geol. R.-A. 1917, 138. Das Feld ist aber so weit, daß weitere statistische Studien dringend geboten wären.

Aus ihren und meinen Erfahrungen habe ich folgendes Bild:

Wir finden unter den Geröllen der Gosaukonglomerate kalkalpines Material in wechselnden Anteilen, es läßt sich fast stets mit anstehenden Vorkommen in nicht zu großer Entfernung in Beziehung bringen. Daneben finden wir aber fast stets der Kalkzone fremdes „krystallines“ Gut in meist wohlgerundeten vielfach wie gefirnisten Geröllen.

Mustern wir nun die nicht den Kalkalpen entstammenden Stücke, so finden wir unter ihnen wohl nicht zu häufig Gesteine vertreten, wie sie der heutigen Grauwackenzone angehören, Schiefer, klastische Gesteine, Konglomerate, Porphyroide.

Daneben aber, in den meisten Vorkommen, alle anderen Krystallingesteine an Zahl unbedingt weit übertreffend, eine eigenartige Schar, nämlich unveränderte Eruptivgesteine.

Es finden sich da Porphyre Felsite, Sphaerulite, Diabasporphyrite, Melaphyre, daneben Heliotrope, Jaspise, die wir uns unschwer aus den Mandelfüllungen letzterer Ergußgesteine herleiten können.

Dabei überwiegen diese Eruptivgesteine derart, daß nach meiner Schätzung aus mir bekannten Gosauvorkommen auf erst 10 Gerölle aus ihnen eines aus anderem Krystallin kommt.

Als negatives Merkmal dieser Gesellschaft ist das fast vollkommene Fehlen dessen zu nennen, was wir unter Altkrystallin verstehen. Und unter den wenigen Stücken vermischen wir gerade diejenigen Gesteine, die uns in unserer Zentralzone so in die Augen fallen, die derzeit auch in den Flußschottern die große Rolle spielen, nämlich neben Gneisen besonders Amphibolite.

Wo wir „Altkrystallin“ finden, sind es in der Regel quarzreiche Glimmerschiefer, wie sie fast in jedem Altkrystallin auftreten können.

Fasse ich diese Erkenntnisse zusammen, so komme ich zu dem Schlusse, daß die Gesellschaft der Gosaukonglomerate mit der jetzigen geologischen Umgebung unvereinbar ist. Sie ist ähnlich voll von Paradoxen, wie die Nageiflur der Schweiz.

Wir können wohl in den Gesteinen der Grauwackenzone die Lieferer für die Grauwackengerölle erkennen, sind aber nicht im Stande, aus halbwegs brauchbarer Nähe, die Ursprungsvorkommen der Eruptivgesteine nachzuweisen, die ihre Gerölle in so riesenhafter Menge in die Gosaubuchten schickten. In der Grauwackenzone gibt es zwar Porphyroide, allein wie das Vorkommen von Porphyroidgeröllen in der Gosau beweist, dürften sie schon zur Kreidezeit Porphyroide gewesen sein. Durch die Freundlichkeit Ohnesorges konnte ich mich ferner überzeugen, daß es in der Kitzbühler Grauwackenzone unversehrte Porphyre gibt. Allein das sind Kleinvorkommen, fast eher geeignet die Seltenheit von solchen Gesteinen zu belegen, vollkommen ungeeignet die Häufigkeit der Porphyrgerölle vom Ostende der Kalkalpen bis zum Westende zu erklären. Es ist auch nicht anzunehmen, daß die durch Abtrag seitdem entfernten Grauwackenteile die Gerölle liefernden Porphyre führten, denn dann müßten Porphyrgerölle in den Tertiärschottern ungleich häufiger sein, während tatsächlich ihr Vorkommen so selten ist, daß es sich un schwer aus verlagerten Gosaugeröllen ableiten läßt.

Es muß also eine andere Gebirgszone vorhanden gewesen sein, die die Gerölle lieferte. Ein Teil bestand aus Grauwackegesteinen. Ein Teil mußte aus weit ausgebreiteten Porphyr- und Diabasdecken bestanden haben. Aus diesem Gebirge führten zahlreiche nicht übermäßig lange Flüsse den Schutt nach Norden in die von Kalkklippen umzäunten Buchten des Gosaumeeres.

An seltenen Stellen hat die Erosion durchgegriffen bis in den altkrystallinen Sockel.

Es kann also wohl die jetzige Grauwackenzone an dem damaligen Krystallinstamm teilgenommen haben, suchen wir aber für den restlichen Teil ein Analogon in den Ostalpen, so finden wir ihn weder in den jetzigen Nordalpen noch in den Zentralalpen, wohl aber in den Südalpen. Dort haben wir die ausgebreiteten Decken von Quarzporphyren, basischen Gesteinen, die wir zur Erklärung unserer Gerölle brauchen.

Demnach hätten wir zur damaligen Zeit Nord- und Südkalkalpen noch in engem Verbande, nur durch die der kretazischen Kalkalpenfaltung entsprechende Entblößung voneinander geschieden. Für die heutigen Zentralalpen ist dazwischen kein Platz.

Wir sind also auf zwei Wegen zum selben Schluß gekommen, daß die Hauptgebirgsbildung der Ostalpen nicht zur Kreidezeit erfolgt ist.

Ein Einwand spricht gegen diese Auffassung: Die Zentralzone trägt selbst Gosau, die Vorkommen von Kainach, Guttaring etc. Demnach sollte sie doch in ihrer jetzigen Form schon zur Kreidezeit bestanden haben.

Doch liegt keines dieser Vorkommen auf dem Altkrystallin der Muralpen, alle auf Schichten, die zur Grauwackenserie gehören, einzelne zum Beispiel Guttaring in nahem Verbande mit Trias nordalpiner Fazies. Ich kann keines dieser oft hochdurchbewegten Grauwackenvorkommen als autochthon auf der Zentralzone anerkennen. Ich habe in der letzten Arbeit zu zeigen versucht, daß zwischen sie und dem Altkrystallin der Muralpen noch die Semmeringdecke mit Trias einzuschalten ist, in der ganzen Nordzone und zum Beispiel eine bei Turrach sicher vorhanden. Ich muß also diese Gosauvorkommen samt den Grauwackegesteinen als ortsfremd betrachten, als Schubreste ostalpiner Decke.

Noch bestärkt wurde ich in dieser Ansicht durch die Zusammensetzung der Konglomerate. Sie gehören wieder genau dem Typus an, wie die nordalpinen, wieder Porphyre und Porphyrite, Diabase, Heliotrope in Vorkommen, die oft nur durch ein paar hundert Meter Paläozoikum vom Hochkrystallin getrennt sind, und dabei nur zur Seltenheit einmal ein Geröll, das in jedem Krystallin vorkommen kann. Dabei weit und breit kein Porphyr anstehend. Auch hier die volle Unvereinbarkeit mit der jetzigen Umgebung!

Greifen wir also zu der oben dargestellten Anschauung, daß die nördlichen Kalkalpen zur Kreidezeit noch in nahem Verband mit den Südalpen gestanden sind, daß das was jetzt die Zentralalpen bildet, damals noch nördliche Vorlage war, so erscheint die in Uhlig-Kobers Synthese enthaltene Vorstellung vom Drauzug als Zugehörigen zur nördlichen Kalkzone als wertvoller Bestandteil tektonischen Wissens.

Es hat in der Betrachtungsweise des Drauzuges die Wurzelfrage eine sehr leidige Rolle gespielt, wie sie überhaupt der wundeste Punkt der ganzen jetzigen Deckenlehre ist.

Ich stehe der Vorstellung der Wurzel als dynamischen Begriff sehr ferne, ich fasse den Drauzug als einen Teil des kretazischen Nordalpenbaues auf, der sich der tertiären Abwanderung entzogen hat.

Die Hypothese der Einrechnung des Drauzuges zur Nordalpenserie sowie ihre Bekämpfung erfolgt aus faziellen Gründen.

Das wichtigste Gegenargument ist: Die südliche Kalkzone hat so viel Differenzierung in ihrem Inneren, daß der fazielle Gegensatz des Drauzuges noch durchaus in den Rahmen dieser Schwankungen fällt, es sei daher nicht notwendig den Drauzug in Gegensatz zu den Südalpen zu setzen.

Es liegt aber dabei eine Verschiebung des Beweisgegenstandes vor. Es wird für den Drauzug ja nicht eine besondere Unähnlichkeit mit den Südalpen verlangt, sondern eine besondere Ähnlichkeit mit den Nordalpen und diese ist meiner Erfahrung nach wirklich auffällig groß. Wenn dabei noch Beziehungen zu den Südalpen bestehen, so sind sie nur ein angenehmer weiterer Beleg für die von uns behauptete Nachbarschaft von nördlicher und südlicher Kalkzone bis zur Tertiärzeit.

Wir sind also zum Schluß gekommen, daß es nicht die kretazische Faltung war, die die Hauptgebirgsbildung der Ostalpen brachte, die die Zentralzone der Ostalpen bildete.

Wir müssen also diesen Vorgang ins Tertiär verlegen, und da wir die Zweiphasigkeit der Zentralzone gefordert haben, müssen wir beide dieser Phasen ins Tertiär fallen.

Wir wollen nun das Bild dieser 2 Phasen getrennt betrachten. Um das Bild der ersten dieser beiden, die ich Tauernphase nennen will, klar darzustellen, will ich, der Besprechung der Jungphase vorausgreifend, anführen, welche Hauptzüge wir aus dem jetzigen Alpenbilde weglassen müssen, um zu dem nach der Tauernphase zu gelangen. (Siehe Fig. 2.)

Es fehlen: Die Ötztaler Masse, die Etschbucht mit den Dolomiten, die Bündelung von Meran-Anholzer Gneise, der Bau ist viel offener.

Die Tauernphase brachte den Deckenbau der Ostalpen, einen Bau, der sich in seinen tektonischen Grundzügen gut an den Bau der Schweiz anschließt und auch zeitlich nach unseren obigen Darlegungen mit dem Schweizer Bau in Verbindung zu bringen ist.

Seine Anlage ist schon in Sanders Schilderung enthalten.

Es setzt sich aus der Schweiz herein der penninische Deckenbau fort nach Osten. Ueberfahren ist er von unter- und oberostalpinen Decken, deren Kalkzone den Flysch vor sich hergetrieben hat.

Die Aufwölbung des Baues über der Zentralachse mag bald zu einer Eröffnung geführt haben, die ein Fenster bis in das Penninikum geschaffen hat, das Großfenster Engadin-Tauern, Sander, vielleicht unregelmäßig durch Fetzen höherer Decken überzogen. Insbesondere glaub ich, daß die Brücke, die diesen Bereich vom Prättigan trennt, das Unter- und Oberostalpin von Oberengadin-Silvretta schon damals in wesentlich gleicher Form bestanden habe.

Bezüglich der Betrachtungsweise einzelner Glieder möchte ich gegen Sanders Auffassungen einige Zweifel vorbringen.

Sander faßt die Zentralkerne als Aufwölbungen aus einem ersten Bewegungshorizont auf, die der folgenden Phase zuzuschreiben wären. Ich möchte demgegenüber mich zu den Vorstellungen der älteren Deckenlehre bekennen, die in diesen Massen schwimmende Kerne penninischer Decken sieht, die also schon in der Tauernphase Aufwölbungen bildeten.

Der Hauptgrund für diese Anschauung kann erst bei der Besprechung der Jungphase gegeben werden. Mitbestimmend ist für mich auch das Ergebnis der Schwermessungen, die für die Tauern ein ganz bedeutendes Schwerminus ergeben haben, also einen ganz bedeutenden Tiefbau verlangen.

Eine schärfere Stellung möchte ich auch bezüglich der Auffassung des Pinzgauer Schiefers für diese Phase einnehmen.

Sander faßt ihn als eine tektouische Fazies auf, dessen Decken- oder Autochthoncharakter für diese Phase noch dahingestellt bleibt.

Demgegenüber möchte ich die Pinzgauer Phyllite als sichere Decke auffassen, da sie meiner Meinung nach im Osten mit den Quarzphylliten der Radstätter Tauern in engen Verband treten, und tektonisch mit ihnen vermischt die Quarzphyllitzone im S. des Ennstales bilden.

Meiner Ansicht nach ist also der Pinzgauer Schiefer der Vertreter der Semmeringserie des Ostens und ich verweise hier auf die Ähnlichkeit des Kellerjochgneises bei Schwaz, der nach Ohnesorge zum Quarzphyllit gehört, mit den Grobgnеisen der Semmeringserie.

Der tektonischen Lage im Westen nach möchte ich den Quarzphyllit und damit auch die Radstätter-Semmeringserie zu den unterostalpinen Decken zurechnen, wohin auch ihr Bestand aus Granit-tektoniten, Gneis, Casannaschiefer, zentralalpiner Trias paßt.

Fassen wir somit Pinzgauer Phyllit und Semmeringdecke als unterostalpin auf, so bleibt für oberostalpin nur das, was über diesen folgt. Es verbleibt im Westen nur die Silvretta, im Osten die Grauwackenzone und dann die ganze Kalkzone.

Für die Silvretta ist die Zugehörigkeit zum oberostalpinen wahrscheinlich, es ist nur die Frage, ob nicht die Jungphase in der Beziehung zur Kalkzone noch erheblich hineingespielt habe. Insbesondere die Stellung des Quarzphyllites von Landeck macht in der Einordnung Schwierigkeit. Er ist mit dem Verrucano der Kalkalpen im Verbande, wird von der Silvretta von einer Quetschzone mit Trias überfahren, was aber der Jungphase zugeschrieben werden kann. Die tektonische Stellung zur Kalkzone würde ihn in die Grauwackenzone verweisen, wogegen die lithologische Beschaffenheit ihn eher zum Pinzgauer Phyllit stellt. Ich muß daher diese Frage noch als offen hinstellen.

Dürfen wir im Westen also vielleicht die Silvretta als oberostalpin alpin Altkrystallin hinstellen, so haben wir im Osten das überraschende Ergebnis, daß ein oberostalpin alpin Altkrystallin fehlt.

Es stellt dort nur die Grauwackenzone das Grundgebirge dar, das mit den Kalkalpen auf die Reise gegangen ist.

Insbesondere gilt dies für das Ostende des Alpenstammes. Ich verweise hier auf meine Arbeit „Grauwackenzone und Tauernfenster“. Ich kam zu dem Ergebnis, daß die Semmeringserie nicht unter, sondern ober die Muralpenmasse einzuordnen ist. Fast lückenlos taucht unter der Grauwackenzone und über den Muralpengesteinen im Norden die Semmeringdecke hinunter und auch am Muralpenrücken liegt bei Turrach der Granit und die Trias trennend zwischen Muralpen und Grauwacke. Die Semmeringserie scheidet also Grauwackenzone von Muralpen, letztere können also nicht oberostalpin alpin Grundgebirge darstellen.

Es müssen also die Muralpen einer tieferen tektonischen Einheit angehören als unterostalpin. Fragen wir nach einer weiteren Charakteristik der Muralpen, so erhalten wir eine sehr scharfe durch die Schwereverhältnisse.

Ihre Würdigung hat schon Kossmat durchgeführt. „Die mediterranen Kettengebirge in ihrer Beziehung zum Gleichgewichtszustande der Erdrinde.“ Abh. d. sächs. Ak. d. Wissensch. Math.-nat. Kl. 1921. Nach der bisherigen Deckenanschauung sollten die Tauern ein Gebiet einer Aufwölbung des Baues sein, gegen Osten sollte er unter der ostalpinen Decke in die Tiefe sinken. In den Tauern wäre also ein geringer Schwereabgang vorstellbar, gegen Osten sollte er sich außerordentlich steigern. Gerade das Entgegengesetzte ist Tatsache. Die

Tauern zeigen im starken Schwereangel den Tiefbau an, in dem durch die Jungphase nicht berührten Teile der Muralpen nimmt dieses Minus rasch ab und geht stetig in den Schwereüberschuß von Westungarn über.

Dabei kann die Jungphase den Schwereabgang nur vergrößert haben.

Aus diesem Grunde kann ich unter den Muralpen dieser Phase keinen Tiefbau sehen, sondern Autochthon, es ist der Boden des alpinen Troges, der sich hier heraushebt, ein Keil der ungarischen Masse, der hier in den Alpenstamm hineinragt.

Ich möchte hier auf eine auffällige Analogie im europäischen Bau hinweisen. Im Westen haben wir eine Schwelle vom rheinischen Schiefergebirge, Schwarzwald-Vogesen, Aarmassiv, Tessiner Aufwölbung. Genau so im Osten Harz, Böhmisches Massiv, das Herausheben der Muralpen. Dazwischen die Senkungszone von Hessen, Franken, Tauern. Es ist dies ein Schwellenbau mit Streichen senkrecht zum Alpenstreichen.

Diese Auffassung läßt auch die schon wiederholt betonten weiteren Beziehungen zwischen Muralpen und böhmischer Masse in neuem Lichte erscheinen.

Fassen wir die Muralpen als Emporstauchen des Grundes des alpinen Troges auf, als Gebiet unter dem in dieser Phase andere tektonische Glieder nicht zu suchen sind, so haben wir zu untersuchen, wie wir dieses Gebiet den übrigen Gliedern zuordnen.

Ober- und unterostalpin haben wir die Muralpen übersteigen lassen, wie liegt es aber zum Penninikum?

Es ist nicht anzunehmen, daß der Kalkphyllit der Tauern, den wir als den bezeichnendsten Penninverteiler kennen gelernt haben, an der Katschberglinie zu Ende sei. Aus Gründen, die bei der Jungphase zu erörtern sind, nehme ich an, daß das Engadin-Tauernfenster der Tauernphase eine zipfelartige Fortsetzung nach NO besaß, deren Südgrenze etwa durch die damalige Lage der Punkte Spital an der Drau—Murau—Leoben gegeben ist.

Es sind nun mehrere Möglichkeiten gegeben. Die Penningesteine wurzeln im Norden der Muralpen, die penninische Synklinalität wendet sich schon bei Spital a. d. Drau in die karpathische Richtung. Dann schloß sich hier zwischen penninische und ostalpine Wurzel ein Zwischengebirge ein, Muralpen und westungarische Ebene bis zum Bakony.

Oder das Pennin ist südlich der Muralpen heimisch, habe diese beim Deckenvorschub übersteigen, ohne auf ihnen wesentliche Spuren zu hinterlassen. (Es wäre allerdings die Bedeutung der Kalkphyllit-Tektonite an der Basis der Murauer Mulde daraufhin zu untersuchen.) Dann wären die Muralpen nördlich der Penninheimat gelegenes Grundgebirge, also helvetisches Autochthon.

Ich mag zwischen diesen beiden Möglichkeiten nicht unterscheiden.

Zu besprechen ist noch die Frage der Heimatsberechtigung des Flysches. Wir ermangeln auch für den Flysch eines Heimatsgebietes.

Nach den bisherigen Vorstellungen können wir in ihm helvetische, penninische, vielleicht auch unterostalpine Glieder sehen. Wir haben bei der Bestimmung des Flyschheimatsgebietes besonders auf eine Erscheinung Rücksicht zu nehmen, auf die fazielle Annäherung des Flysches an die oberen Gosauschichten der Kalkalpen, womit uns die Aufnahmen Geyers bekannt gemacht haben.

Das Heimatsgebiet des Flysches muß also bis an das der Kalkalpen herangereicht haben.

Meiner Ansicht ist es durchaus möglich, diesen Flyschbereich so weit zu erstrecken, also auch die Muralpen als Flyschheimat zu nennen. Ich habe sogar versucht, eine der eigentümlichsten Erscheinungen der Flyschzone, das „Eck“ bei Salzburg, wo scheinbar ein schwächtiges westliches Flyschsystem von einem mächtigem östlichen abgelöst wird, als Abbildung des Heraushebens der Muralpen nach Osten zu deuten, mag aber, wegen der Unsicherheit der Verbindung scharfe Schlüsse nicht ziehen. Es ist auch möglich, daß die Anschauungen, die M. Richter über den Flysch als wesentlich oberostalpin entwickelt, Centralbl. f. Min. etc. 1922, einen durchgreifenden Umschwung in der Betrachtung dieser Flyschfrage einleitet.

So lieferten die Ostalpen dieser Phase ein Bild, das recht wohl mit dem Schweizer Bau in Verbindung gebracht werden kann. Es setzt sich der Penninbau nach Osten fort, überzogen von unter- und oberostalpinen Decken, welche letztere aber nur im Westen in der Silvretta Altkrystallin neben der Kalkzone führen, während sie im übrigen nur durch Kalkzone und Grauwackenzone dargestellt erscheinen.

Im Osten sehen wir dagegen, wie der bis dorthin tiefe, penninische Trog sich mit Einschwenken in die karpathische Richtung verschmälert, wie sich südlich davon zwischen ihm und der ostalpinen Heimat kissenartig der autochthone Grund emporwölbt als Muralpen, die gegen Osten in die westungarische Tiefebene übergeht.

Argand hat für den Südtail der Westalpen eine Phasenfolge der Gebirgsbildung aufgestellt.

Wir finden dort drei mit Deckenentwicklung verbundene Phasen, die Bernhard — Dt. Blanche — Mte. Rosaphase. Nach dem, was wir über unsere Tauerphase gesagt haben, erscheint es durchaus möglich, sie diesen drei ersten Phasen gleichzustellen, ohne daß es mir bis jetzt gelungen wäre, diese drei in den Ostalpen zu unterscheiden.

Wir müssen jetzt zur Besprechung der Jungphase der Ostalpen übergehen. (Fig. 3.)

Für die Westalpen hat Argand den oben erwähnten drei Deckenphasen eine Jungphase entgegengestellt, die insubrische.

Ihr Wirken läßt sich folgendermaßen schildern: An den vollendeten Deckenbau der Alpen drängen von S her nochmals die Dinariden an, aber mit zu tiefem Ansatz, so daß es nicht mehr zu einem eigentlichen Ueberwältigen des Alpenbaues kommt.

Daß aber auch in den Westalpen die insubrische Phase wesentliche Ueberschiebungen erzeugte, dafür spricht insbesondere der auffallend hohe Schwereabgang unter den Dinariden vom Toce an nach

Osten. Es spricht dafür, daß die eigentlichen „Wurzeln“ der Alpen nicht dort sind, wo sie jetzt angenommen werden, dies sind nur die von der insubrischen Phase ausgequetschten Südschenkel der Decken; die „Wurzeln“, Heimatsgebiete, liegen noch im S unter den Dinariden.

Im allgemeinen kann man aber sagen, daß der sichtbare Teil des westalpinen Baues insubrisch so tief angefahren wurde, daß nur eine Aufwölbung und teilweise Rückstülpung des ganzen Deckenpaketes erfolgte.

Die Ostalpen unterscheiden sich nun von den Westalpen dadurch, daß in ihnen die Jungphase überstark entwickelt ist.

Es erscheint dieser Satz in überraschendem Gegensatz zur bisherigen Anschauung, wonach es die Altphase, die Kreidefaltung, sein sollte, die den grundlegenden Unterschied hervorrufen soll.

Und doch zeigt sich, daß die Züge, die die Ostalpen von den Westalpen unterscheiden, die Züge, die den tektonischen Uebergang aus den West- in die Ostalpen so erschweren, jung sind, daß nach ihrer Ausschaltung, wie wir im früheren zu erklären versuchten, westalpiner Bau leicht in die Ostalpen zu verfolgen ist.

Einen bedeutenden Unterschied zeigt die Jungphase in den Ostalpen gegen dieselbe in den Westalpen, daß die Deformationen, die sie schafft, zum Teile un stetige sind.

Untersuchen wir das Bild der Alpen von dem Standpunkt aus, daß die Jungphase ein Andrängen der Dinariden gegen N. brachte.

In gewaltigem Stoße bohrt sich der Kopf der Dolomiten scholle in den Leib der Ostalpen ein, den gesamten Alpenbau vor sich herschiebend, die Dinarische Grenze um über 50 km nach N versetzend. Von beiden Seiten bündeln sich gegen diesen Kopf die Leitlinien des Alpenbaues. Auf der Westseite ist es allerdings keine reine Bündelung, eine Randspalte, eine riesenhafte Blattverschiebung grenzt hier mit scharfem Schnitt den Bereich des Dolomitenvorstoßes ab, die Judikarientlinie.

Und vor diesem Kopfe liegt, von der vordringenden Dolomitmasse aus ihrem Lager herausgesprengt das Stück des Alpenbaues, das ihr hat Platz machen müssen, die Oetztales Scholle, den ganzen Bau der Alpen der Tauernphase hier unter sich begrabend.

Auf ihrem Rücken trägt sie selbst noch Reste alpinen Baues der früheren Phase als Schneeberger Zug, Tribulauntrias mit der Ueberdeckung durch die Grauwackenzone der Steinacher Decke, also Reste, die bis jetzt jeder Einfügung in eine einphasige Analyse so beharrlich Widerstand geleistet haben; weil sie eben für die Tauernphase gar nicht hierher gehören, nachträglich verfrachtete Ausschnitte aus einem Detailbau weit im Süden darstellen.

Diesem Zusammenhang zwischen Oetztales- und Dolomiten scholle ist schon von Sander l. c. S. 192 gebracht. Sanders Darstellung, daß dieser Vorschub der Oetztales Scholle mit einer Verdrehung nach links verbunden war, erklärt sehr gut eine Reihe von Erscheinungen, insbesondere, daß an ihrem Nordrand Anpressung nach N erfolgte, während im Westen die noch immer nicht einheitlich aufgefaßten Erscheinungen an Schlingüberschiebung und Engadiner Dolomiten

sich vielleicht doch am besten durch Aufprägung eines O—W- oder SO—NW-Baues auf einen S—N-Bau der Tauernphase deuten lassen.

Ich bin dabei der Ansicht, daß die Begrenzung der Oetztaler Scholle, wie sie jetzt vorliegt, im wesentlichen den ursprünglichen Umrissen entspricht, vielleicht mit Ausnahme der Einbuchtung im Unterengadin, die einen Erosionsausschnitt darstellen dürfte. Insbesondere liegt es mir gefühlsmäßig nahe, die Brennergrenze, wo sich das Altkristallin zwischen Tribulauntrias und Kalkphyllit äußerst verdünnt, für eine ursprüngliche Grenze zu halten. Doch möchte ich mich gerade auf diese Ansicht nicht steifen.

Nach dem Ausschub der Oetztaler Masse drängten die Dinariden herein, auch hier noch weitere Umformungen im ursprünglichen Deckenpackete erzeugend. Diese zweite Wirkung ist ähnlich wie das Wirken der insubrischen Phase der Schweiz, es wird der alpine Deckenbau in einer mächtigen Antiklinenform vor den Dinariden aufgestaucht. Eng gebündelt ist diese Form vor dem Kopf der Dolomiten bei Sterzing, nach Osten weitet sich der Bau.

Diese Antikline ist dort wo im Norden Raum war, nach N vorgeschlagen, fährt als Speickbodendecke auf die Schieferhülle des Tauernfensters der Tauernphase auf. So wird in der Jungphase die Rückwand der Tauernnische gebildet.

Die verschiedensten Glieder treten in dieses Faltenbündel ein. Von Westen her streicht unter- und oberostalpinen Krystrallin herein. Die enge Verknüpfung in der Bündelung von Meran mag die Ursache sein, daß gerade in diesem Bereiche die Trennung dieser beiden Glieder noch nicht gelang. Sie dürften auch weiterhin großen Anteil an der Aufwölbung haben. In der Aufteilung der Gesteine dieser Vermengungszone auf die verschiedenen Decken der Tauernphase hat Sander durch den Nachweis der Weiterverfolgbarkeit der Laaser Serie einen großen Verdienst erworben.

Ja selbst die in derselben Phase ausgefahrene Oetztaler Scholle wurde mit ihrem südlichen Schwanz noch in diese Auffaltung mit einbezogen, liegt doch die den Oetztalern zugehörige Schneeberger Synkline sehr schön in der Fortsetzung der Mulde, die unsere Antikline im Norden begleitet.

Ich glaube, daß in nach Osten immer mehr zunehmenden Maße auch Autochthon in die Auffaltung einbezogen ist.

Diese Antikline reicht bis Spital.

Für die Tauernphase haben wir den Schluß gezogen, daß von diesem Punkte an der penninische Trog sich verschmälernd nach NO in karpathischer Richtung weiterzog, daß sich hier in den Alpenbau keilförmig von Osten hereinziehend der Untergrund als Muralpen emporwölbt, noch bedeckt von unter- und oberostalpinen Deckenresten (Semmering- und Grauwackendecken). Auch diese Masse ist von der Jungphase nicht verschont geblieben. Auch diese Scholle hat sie vortragen und dadurch den von uns vorausgesetzten Ostzipfel des Engadin-Tauerngroßfensters zugeschoben. Es schwimmt also jetzt wohl der Nordteil der Muralpen etwa nördlich der Grenze Spital—Murau—Leoben, unter den Südteil reicht vielleicht eine Bewegungsfläche hinein, nicht aber tieferer Bau.

So erscheinen die Muralpen doch als Analogie mit den Oetztalern. Es sei hier aber noch die schon von Sander betonte weitere Analogie angeführt, Muralpen und Oetztaler tragen auf sich zentralalpine Trias (Stangalpe-Tribulauntrias, unterostalpine Reste), beide überdeckt von Grauwacke (Stangalpe — Steinachdecke, oberostalpine Reste). Wir haben also auch in der Oetztaler Masse Altkrystallin, das nur von unter- und oberostalpin überschritten ist. Es hat den Anschein, als ob das Zwischengebirge, das ich im Osten zwischen penninischer und ostalpinischer „Wurzel“ vermutete, auch noch hier im Westen vorhanden gewesen sei, vielleicht einen Grundzug der Alpen im Tauernstadium bildend.

Das Streichen des Ueberdeckungsgebietes der Muralpenscholleg SW—NO, die Bewegungsrichtung wahrscheinlich SO, NW, es ist die karpathische Richtung, die hier bei Spital einsetzt.

Daß dieses Einsetzen hier so plötzlich erfolgt, sich nicht, wie man erwarten sollte, aus der Rückenantikline der Tauernnische langsam entwickelt, hat wohl seinen Grund in der mächtigen Masse des penninischen Ankogel-Hochalpmgneises, der von der Jungphase nicht überwältigt, mit seinem Südsporn die Rückenantikline von den Muralpen mechanisch schied.

Dieses Verhalten der Hochalmmasse gegen die Jungbewegungen ist der Grund, weshalb ich mich nicht zu Sanders Auffassung bekennen kann, daß in den Zentralkernen ähnliche der Jungphase zugehörige Sättel zu sehen sind, wie in der Rückenantikline, in denen der Untergrund, also nach unserer Auffassung Muralpen zutage tritt. Denn dann müßten wir in der Hochalmmasse eine Antikline sehen, die SO-Streichen hätte und diese würde bei Spital von dem, derselben Phase angehörigen karpathischen NO-Streichen fast rechtwinkelig geschnitten, was mechanisch unvorstellbar ist. Die Verhältnisse am Eck von Spital fordern das Vorhandensein der Hochalmmasse schon vor der Jungphase, dem man am leichtesten durch die Annahme der Zentralgneise als penninische schwimmende Massen gerecht wird.

Damit will ich nicht behaupten, daß die Jungphase ohne jeden Einfluß auf die Zentralmassen mit ihrer Schieferhülle geblieben ist, es sind ganz wesentliche Züge des Baues wahrscheinlich auf diese Phase zu beziehen.

Ueber Teile der Muralpen und wahrscheinlich über Großteile des von uns angenommenen Ostzipfels des Engadin-Tauernfensters waren in der Tauernphase unter- und oberostalpine Decken gebreitet, also Semmeringdecken mit Grobgnaisen, Quarzphyllit und zentralalpiner Trias und Grauwackendecken. Diese Decken wurden von der herandrängenden Scholle zusammengeschoben und erhielten dabei ihren endgültigen Bau mit mannigfaltigen Komplikationen, Einwicklungen etc. als Semmering- und als Grauwackenzone.

Insbesondere müssen die Radstätter Tauern durchaus vom Gesichtspunkte der Zweiphasigkeit aufgefaßt werden, wobei die Bewegungsrichtung der Jungphase nach NW gerichtet war.

Ich habe l. c. das Neukarsystem in den Radstättern als Anzeichen einer Bewegung nach NW geschildert. Eine neue Begehung des Gebietes lieferte eine Reihe neuer Belege für diese Ansicht,

insbesondere konnten eine Reihe Faltenachsen in entsprechendem Streichen beobachtet werden. Das schönste Beispiel waren liegende Falten in der Wand westlich des Neukarsees im Faulkogelfuß mit Streichen h 2—h 14.

Sander hat versucht, das linksdrehende Vordringen der Oetztaler Masse und das Vordringen der Muralpen nach NW als einheitliche Erscheinung der Ueberlagerung einer nordwestlich wirkenden Beanspruchung über einen Altbau mit S—N-Beanspruchung zu schildern. Ich zweifle, ob diese Zusammenfassung das Richtige trifft. Ich möchte die NW-Bewegung der Muralpen in der Jungphase als das Hereinreichen karpathischen Baues auffassen, während die Linksdrehung der Oetztaler Scholle nur in dem „exzentrischen Stoß“ der Dolomiten-scholle begründet ist.

Nichtsdestoweniger bleibt das Ergebnis dasselbe, hier wie dort deutliche NW-Komponenten der Bewegung, die wie die Beiträge Ampferers und Spenglers zu Sanders Arbeit zeigen, sich im Kalkalpenbau deutlich abbilden.

Eine Erscheinung sei in diesem Verbande noch mitbesprochen, die Südüberschiebungen des Kalkalpensüdrandes.

Unsere Vorstellungen vom Wirken der Jungphase fordern solche Nordunterschiebungen des Kalkalpenrandes geradezu.

Der Jungphase gegenüber verhalten sich die Kalkalpen verhältnismäßig starr.

Das Andrängen der Zentralzone an die Kalkzone kann sich in zwei Formen äußern. Wo die Zentralzone hochliegt gegen die Kalkzone, wird in Versuche zum Aufsteigen auf letztere zeigen, dies ist scheinbar im Westen am Silvretta und Oetztalern der Fall.

Wo sie aber zu tief ansetzt, kann die Anpressung nur ein Unterfahren, eine Südüberschiebung erzeugen, und dies scheint hauptsächlich im Osten der Fall zu sein.

Es sind dies die beiden Fälle, die genau gleich auch für den insubrischen Dinaridenanschub in Erscheinung traten.

Derartige rückläufige Bewegungen, für einen einphasigen Bewegungsvorgang nicht ins Bild passend, sind also für einen mehrphasigen geradezu zu erwarten.

Rein deduktiv möchte man also die erkannten Südüberschiebungen der Jungphase zuordnen.

Im „Geologischen Querschnitt durch die Alpen des Salzkammergutes“, Mitt. d. Geol. Ges. Wien 1918, hat Spengler allerdings diese Südüberschiebungen als die ältesten tertiären Formänderungen hingestellt. Ein Großteil der dafür vorgebrachten Argumente ist hier jedoch gegenstandslos, da sie von der Annahme ausgehen, daß der Hauptbau der Zentralalpen kretazisch ist.

Es bleibt nur das Argument übrig, daß die nordfördernde Zwieselalmüberschiebung noch jünger ist, als die südfördernden Flächen, was aber nicht besonders viel gegen unsere Ansicht spricht, denn einer Nordunterschiebung steht immer nur eine geringe Entwicklungsmöglichkeit frei, es ist sehr gut möglich, daß sie noch im selben Akt durch eine Nordüberschiebung abgelöst wird.

Ich möchte daher für alle Südüberschiebungen des Kalkalpen-südrandes Zugehörigkeit zur Jungphase von vornherein als wahrscheinlich annehmen.

Es ist hier im Anschluß an Sanders Arbeit und meine frühere Studie ein Bild gezeichnet, das von dem der bisherigen Deckenlehre wesentlich abweicht.

Die Tauern sind ein Fenster, aber eines aus der früheren Phase, Pennin von Unter- und Oberostalpin überstiegen.

Das aber was jetzt die Umrahmung der Tauern im Westen, Süden und Osten bildet, ist ein Blindrahmen, gebildet durch Ueberwallung bis Ueberschiebung aus einer Jungphase, Teile, in die alle möglichen Bauglieder bis zum tiefsten einbezogen erscheinen. Die Glieder dieses Rahmens dürfen nicht über das ganze Fenster ursprünglich ausgespannt gedacht werden, wie dies für den echten Rahmen eines Fensters zutrifft.

Wir haben schon früher die Schwereverhältnisse zum Beleg für unsere Anschauung herangezogen. Aber auch weiterhin liefert die Schwerekarte höchst wichtige Angaben über den Tiefbau der Ostalpen. Vgl. Kossmat, l. c. Es ist zwar die dort gezeichnete Karte auf etwas wenig vermessene Punkte begründet, der Verlauf der Kurven kann daher noch stark abweichen, immerhin erscheinen eine Reihe Erscheinungen schon genügend sicher festgestellt.

Wir haben die Tatsache der Abnahme des Schwereabganges von der Katschberglinie nach Osten bereits genügend gewürdigt.

Jetzt gilt diese Angabe hauptsächlich für den Südtel der Muralpen. Im N dagegen greift ein Dreieck größeren Schwereabganges von den Tauern gegen den Semmering. Es führte mich diese Erscheinung zu der Annahme, daß hier im Norden die Muralpen schwimmen, daß hier penninischer Bau noch nach Osten reicht.

Ein anderer auffallender Zug: Entlang der Drau reicht eine Zunge von geringerem Schwereabgang nach Westen, sie entspricht der Südüberwallung der Tauernnische und bestätigt unsere Anschauung, daß hier eine Antikline vorliegt, in der sehr tiefe Glieder, nach unserer Anschauung ja sogar Autochthon emporgewölbt erscheinen.

Ganz bedeutenden Schwereabgang hat dagegen die Dolomiten-scholle, entsprechend unserer Vorstellung, daß sie wesentliche Vorbewegung über alpinen Bau mitgemacht hat.

Daß die Oetztaler das größte Schwereminus zeigen, entspricht unserer Vorstellung, daß hier der gesamte Alpenbau der Tauernphase durch die in der Jungphase geförderte Oetztalscholle in die Tiefe gedrückt wird.

Wir haben bisher die Jungphase als einheitlich und als der insubrischen Phase der Schweiz gleichstehend betrachtet.

Wenn ich im Folgenden mich bemühe, diese Jungphase noch zu gliedern, so glaube ich damit nicht geradezu zwei getrennte Vorgänge zu unterscheiden, vielmehr einen andauernden Vorgang durch das Dazwischentreten eines anderen Ereignisses künstlich in zwei Teile spalten zu können. Der Vorteil dieser Trennung ist aber, daß auf diese Weise die längere oder kürzere Dauer des Vorganges in den verschiedenen Alpentteilen nachgewiesen werden kann.

Als solchen Markstein der Zeit benütze ich ein Ereignis, daß der Oberflächenform der Alpen ein Hauptmerkmal aufdrückte, die Entstehung der Längstälzüge. Vgl. Fig. 1.

Betrachten wir die Anlage dieser in den Alpen so hervortretenden Tiefenlinien. Wir können eine Südgruppe unterscheiden (siehe Heim, Geol. d. Schweiz, Bd. II, Heft 1), Val d. Aosta, im Westen, dann die lange Linie Val Bagna—Val di Vigezza—Centovalli—Locarno—Bellinzona—Passo di Jorio—Veltlin—Apricapaß—Tonalepaß—Sulzberg, die Veltlinlinie; dann die Gaillinie, Rienztal — oberstes Drautal — Gaital — unteres Drautal von Villach abwärts. Sie schneidet sich bei Villach spitz mit einer Linie, die aus der Fragant heraus durch das untere Möll- und das Drautal zwischen Spital und Villach zieht und weiterhin in das Savagesystem streicht.

Die Nordgruppe der Tiefenlinien beginnt von Westen an mit der Rhone-Rheinlinie, oberstes Arvetal—Col de Balme—Rhonetal—Furka—Urserental—Oberalppaß—Rheintal bis Chur.

Es folgt die Innlinie, Bergell—Maloja—Inn bis Kufstein.

Dann die Salzach-Ennslinie, Gerlos—Pinzgau—Pongau—Wagreiner Höhe—Ennstal—Buchauer Sattel—Salzatal über Mariazell hinaus,

Als östlichste die Mur-Mürzlinie, die Mur von ihrem Ursprung an abwärts bis Bruck, das Mürztal bis zum Semmering, die Linie läuft dann in die Randlinie des Wiener Beckens aus. Sie ist eigenartig begleitet von einer Parallelsenkung von Mauterndorf nach Tamsweg. Ranten—Oberwölz—Zeyring—Sekkau—Trofaiach—Aflenz.

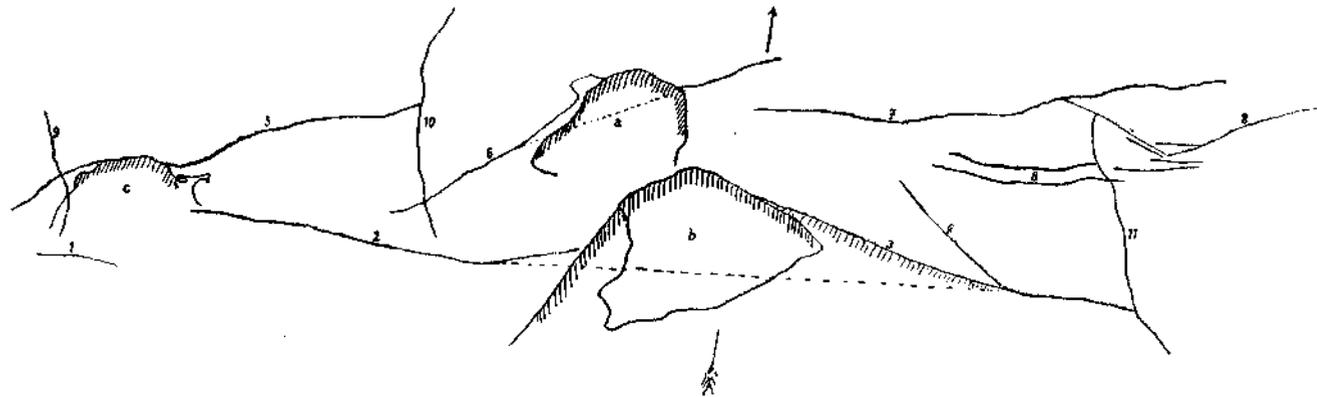
Spitz dazu schneidet, Enns- und Murlinie verbindend in west-nord-westlicher Richtung die Palten-Liesinglinie, auch sie wieder lange Strecken von einer anderen, der Feistritzlinie begleitet.

Nicht so ausgesprochen erscheint ein Quersystem, eine Linie im W, St. Bernhard—Entremont—unteres Rhonetal, dann die Linie Malenco—Maloja—Oberhalbstein—Lenzer Haide, unteres Rheintal. Dann weit im Osten die Linie Hohentauern—Pöstal—Obdach—Lavantal—Windischgraz.

Von besonderer Geschlossenheit erscheint die Nordgruppe von Längstallinien. Es ist ein System, das das Streichen des Alpenstammes etwas schräg gegen NO überschneidet. Dabei lösen sich die einzelnen Glieder im Streichen derart ab, daß sowie eines derselben sich dem Rande des Alpenkörpers, in dem Falle dem Kalkalpensüdrand zu sehr nähert, im S eine neue Linie einsetzt. Es erinnert diese Anordnung der Linien an die Sprünge, die man im Bewurf sich ungleich setzenden Mauerwerkes sieht. Ich möchte aber damit nicht behaupten, daß auch in den Alpen diese Linien solche Zerrungsklüfte darstellen, wohl aber, daß sie ihre Entstehung einem einheitlichen Spannungszustand verdanken, der vielleicht einmal ermittelbar sein wird, und daß ihre Entstehung ziemlich gleichzeitig erfolgte.

Die Zeit der Anlage läßt sich nun im Osten festlegen. Die Mur-Mürzlinie hat die Anlage der untermiocänen Braunkohlenbecken, die an ihr aufgereiht sind, bedingt, und wenig später ist sie schon Sammler für riesige Schuttmassen, die die Kalkalpen in sie hineinsenden. Das gleiche gilt für die Ennslinie mit dem Tertiär von Wagrein, Gröbming—Steinach, das gleiche für die Gaillinie unterhalb

Fig. 1. Oetztaler Phase.



1. Aosta-Linie.
2. Veltlin- „
3. Gail- „
4. Möll- „
5. Rhone-Rhein-Linie

6. Inn-Linie.
7. Salzach-Linie.
8. Mur-Mürz-Linie.
9. Bernhard-Querlinie.
10. Oberhalbstein- „
11. Lavanttal- „

- a) Oetztaler Masse.
- b) Dolomiten.
- c) Bernharddecke.

Villach mit dem kohleführenden Tertiär von Liescha und den Schottern der Sattnitz, das gleiche vom Lavanttal.

So möchte ich aus dem Osten auf untermiocänes Alter des ganzen Systems von Tiefenlinien schließen.

Für die westlichen Teile fehlen allerdings so unmittelbare Angaben. Doch möchte ich darauf hinweisen, daß gerade das Untermiocän es ist, in welchem in die Schweizer Molasse mit einem Male die Einfuhr kristalliner Gerölle in großer Menge erfolgt. Es muß dies in einem Vorgang begründet sein, der plötzlich die Kristallinkerne der verschiedenen Decken der Erosion aufschloß. Das dürfte kaum ein neuer Deckenvorschub gewesen sein, da ein solcher immer die Decken mit ihrem Mantel umhüllt läßt, sondern ein Vorgang, der Deckenkörper zerschneidet. Ich möchte also auch diesen Vorgang mit der Entstehung der Längstäler verbinden.

Versuchen wir nun die Entstehung der Längstäler mit den tektonischen Phasen zu vergleichen, so kommen wir zu dem Schluß, daß sie im allgemeinen jünger ist als die insubrische Phase.

Versuchen wir im Westen: Das Bergell, der westlichste Teil der Innlinie verläuft entlang der Nordflanke, der gerade hier so auffälligen insubrischen Aufwölbung. Wäre diese jünger, so wäre natürlich ein solcher Verlauf des Talzuges unmöglich.

Die Veltlinlinie durchschneidet von Westen an ohne jede Störung das von der insubrischen Phase am stärksten betroffene Gebiet, aus Tessiner Gneisen im Westen heraus spitz alle „Wurzelglieder“ bis zu ostalpinen kreuzend. Also auch sie von der insubrischen Phase nicht mehr beeinflußt.

Auch im Osten kommen wir zum selben Ergebnis.

Salzach-Ennslinie und insbesondere Mur-Mürzlinie schneiden ungestört durch alle möglichen Glieder, die zum Teil erst durch die Jungphase in die gegenseitige Lage gebracht worden sind.

Gehen wir dagegen in den Mittelteil der Ostalpen, nach Tirol, so sehen wir den Verband der Tiefenlinien unterbrochen, es ist das Gebiet, wo statt der Längstäler das Gebiet der Etsch weit nach N greift, mit seinen zwei Zweigen die Oetztscholle umfassend.

Es zieht wohl die Inntallinie durch, aber sie, die im Teile Oberengadin-Stragliavitapaß und anderseits Unterinntal sehr schön in einer geraden Linie liegt, erscheint im Zwischenteile unterbrochen. Mühsam sucht sich der Inn seinen Weg über Landeck und Imst. Die Oetztscholle hat die Innlinie überfahren. Sieht man das Unterinntal aufwärts, so liegt wie ein Riegel die Stirne des Hocheder vor. Gegen 20 km südöstlich des Randes der Oetztscholle zieht die gerade Verbindung Unterinntal—Oberengadin durch.

Der Vorstoß der Oetztscholle ist zum Teil jünger als die Anlage der Längstäler.

Ähnliches auch im Süden: Der Dolomitenvorstoß schneidet mit der Judikarientlinie den Veltlin-Tonaletalzug glatt ab.

Unklar bin ich über die Bedeutung der Gaillinie auf der anderen Seite des Dolomitenkopfes, ob sie dem älteren System von Längstälern überhaupt angehört und durch die Jungphase bloß mitgeschleppt wurde, oder ob sie erst bei der Jungphase als Synkline entstand.

Dagegen möchte ich das unterste Stück der Gaillinie, das Drautal von Villach abwärts mit seinem Miocän als Stück der alten Längslinie auffassen, das auch der Richtung nach sehr schön mit der Veltlinlinie zusammenfällt. Die Pfeilhöhe des Dinaridenvorstoßes über dieser Sehne beträgt über 50 km.

So komme ich zu dem Schlusse, daß in der Mitte der Alpen die Jungphase noch nach der Ausbildung der Längstalzüge fort-dauerte, wesentliche Veränderungen, weitreichende Ueberschiebungen erzeugte, während östlich und westlich schon wesentlich Ruhe herrschte.

Nur an einer Stelle der Westalpen sehen wir einen ähnlichen Einfluß des Baues auf den Verlauf der Tiefenlinien. Die Rhone-Rheinlinie zeigt sonst das strenge Streichen, das eben für solche Linien bezeichnend ist, im Westen aber, im Rhonetal weicht sie deutlich aus ihrer Richtung ab und umfährt den Umriß der Bernharddecke. Auch hier könnte man annehmen, daß ein junger Vorstoß der Bernharddecke die Rhone-Rheinlinie verquetschte. Doch kann dieser Fall vielleicht auch so gedeutet werden, daß die steilstehende Randmulde der Bernharddecke für die Ausbildung der Tiefenlinie besonders geeignet war, diese daher in ihren Verlauf hineinzog.

Es empfiehlt sich, diesen letzten Akt der Gebirgsbildung dadurch besonders hervorzuheben, daß man ihn als besondere Teilphase bezeichnet. Ich möchte ihn daher Oetztaler Phase benennen.

Unsere Jungphase zerfällt dadurch in die „Insubrische“ und in die „Oetztaler Phase“.

Wir haben früher die Sachlage so dargestellt, als ob die Oetz-taler Phase nur in einem beschränkten Gebiete aufträte. Dies ist nicht so ausschließlich der Fall. Spuren der Oetztaler Phase sehen wir überall, allerdings sonst nirgends in eigentlich gebirgsbildendem Ausmaß.

Im Osten ist das kohleführende Tertiär schräggestellt bei Fohnsdorf, Leoben, sogar in enge Falten gequält im Bergbau Hart bei Gloggnitz. Hier kann die Oetztaler Phase nur kurz die Zeit der Kohlebildung überdauert haben, denn die benachbarte Füllung des Wiener Beckens mit Schichten der 2. Mediterranstufe liegt beinahe völlig ungestört. Doch möchte ich dieses Resultat nicht verallgemeinern, die Bewegung mag in verschiedenen Teilen der Alpen zu verschiedenen Zeiten geendet haben.

Tief eingeklemmt ist auch das Tertiär der Salzach-Ennslinie, gestört und von den Karawanken überschoben die Kohle von Liescha, während das Sattnitzkonglomerat scheinbar keine Störung mehr zeigt.

Aber eine Reihe von Verstellungen der Kalkalpen dürften in diese Jüngstphase hineinfallen sowie ich auch die Verstellungen von Altoberflächen am Ostende des Zentralalpenstammes, mit denen uns Aigner, Winkler, Sölch, Heritsch und der Verfasser bekanntgemacht haben, als Ausklänge der anderwärts noch sehr tätigen Oetz-taler Phase betrachten möchte.

In den Westalpen haben wir im Innern nur wenig Anzeichen des Wirkens der Oetztaler Phase gesehen. Sie brachte aber den letzten großen Vorstoß der helvetischen Serie, ihren Aufschub auf die Mollasse und damit deren Faltung.

Gleichzeitig damit werden auch die Sedimente der Schweizer Jura abgeschoben und als Faltenjura zusammengeschoppt.

Hier dauerte also diese Jüngstphase bis über die sarmatische Zeit hinaus.

In den Westalpen spielt sich also die Oetztaler Phase mehr am Alpennordrand ab, in den Ostalpen mehr im Alpeninnern ab.

Fassen wir zum Schlusse nochmals die Phasenfolge der Alpen zusammen:

Jurassische Vorphasen im penninischen und unterostalpinen Bereich.

### 1. Kretazische Phase.

Bildung eines Abscherungsgebirges auf autochthoner Grundlage, die Ausgangsform der nördlichen Kalkalpen aber noch im Heimatsgebiete bildend.

Nur im ostalpinen Faziesbereich vertreten.

### 2. Tauernphase im Oligocän?

Bildung des alpinen Deckenbaues mit Ueberschreiten der ostalpinen Decken über Pennin. Bildung der Flyschzone.

Entspricht den 3 älteren Phasen Argands.

### 3. Jungphase zerfallend in

a) Insubrische Phase vor untermiocän.

b) Oetztaler Phase nach untermiocän.

Vorschub der Dinariden, Ausschub der Oetztaler Masse, der Muralpenmasse. Umfaltung des alpinen Deckenbaues. Ausbildung des sekundären Tauernrahmens.

Leoben, 15. Mai 1922.

### Zu den Karten Fig. 2 u. 3.

Es wurde der Versuch gemacht, das Wirken der Tauern- und Jungphase in Kartenskizzen darzustellen.

Für die Tauernphase mußten natürlich willkürliche Ausnahmen über Entblößungszustand gemacht werden und es sind daher, um einen Vergleich mit dem Endzustand zu ermöglichen, jetzige Erosionsgrenzen mit herangezogen worden.

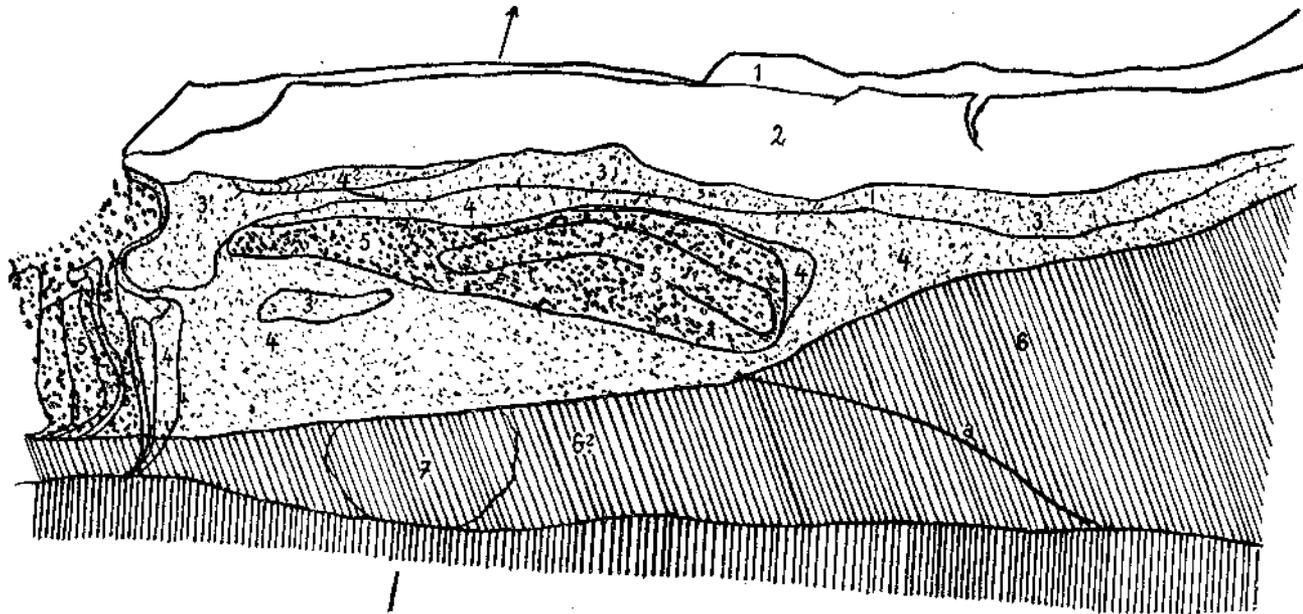
Die Karte der Tauernphase ist von der hypothetisch angeführten Ansicht aus gezeichnet, daß die Muralpen ein Zwischengebirge zwischen penninischer und ostalpinen „Wurzel“ darstellen und daß dieses Zwischengebirge sich auch nach Westen hin zwischen beiden Wurzeln fortsetzt.

Sollte letztere Anschauung unhaltbar sein, so müßte man die Muralpen nach der gestrichelten Linie  $\alpha$  gegen S begrenzen.

Es bedeuten:

- |                   |                 |
|-------------------|-----------------|
| 1. Flyschzone.    | } oberostalpin. |
| 2. Kalkzone       |                 |
| 3. Grauwackenzone |                 |
| 3'. Silvretta     |                 |

Fig. 2. Tauernphase 1: 3,500.000.



Pennin.



Muralpen, überdeckt von Unter- und Oberostalpin.

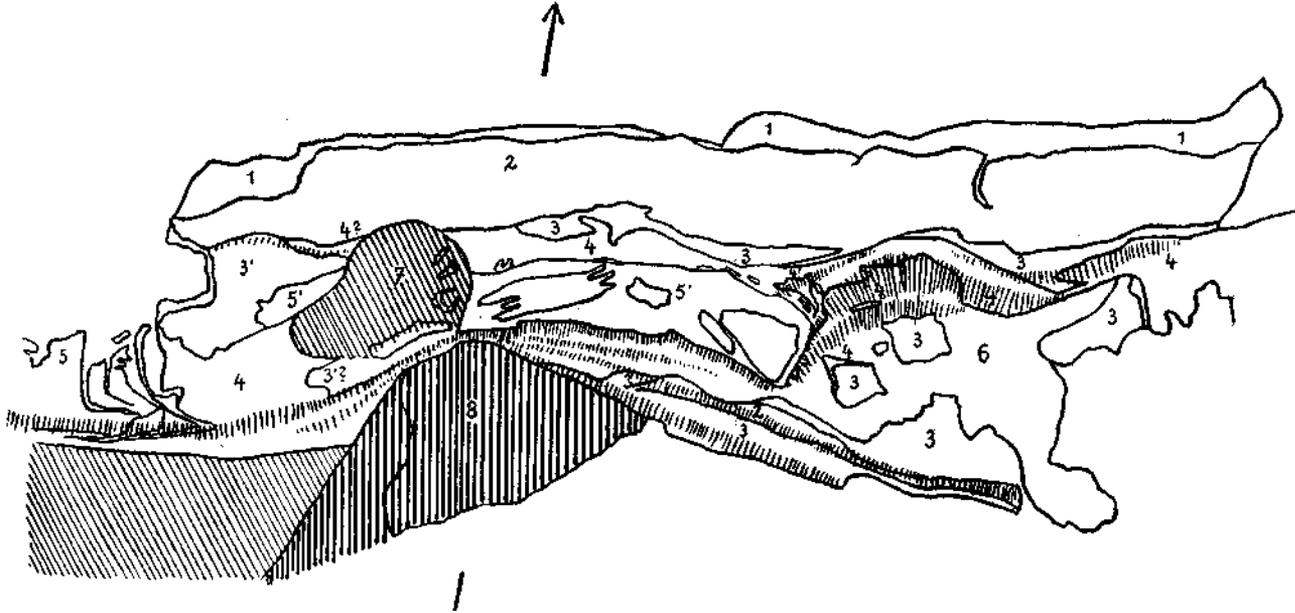


Pennin, überdeckt von Unter- und Oberostalpin.



Unter- und oberostalpinisches Wurzelgebiet.

Fig. 3. Jungphase 1: 3,500.000.



4. unterostalpin, Pinzgauer Schiefer, Semmeringdecken.
- 4'. Radstätter Tauern.<sup>1)</sup>
5. Pennin.
- 5'. Engadin-Tauern, Großfenster.
6. Muralpen.
7. Oetztaler.
8. Dolomiten.

---

<sup>1)</sup> Durch ein Versehen erscheinen bei Fig. 2 die Radstätter Tauern in der Tauernphase mit 4 statt 4' bezeichnet.

---

### Literaturnotiz.

**J. Stiny.** Technische Geologie. 789 Seiten mit 463 Textbildern und einer geologischen Uebersichtskarte von Mitteleuropa. Stuttgart 1922. Verlag von F. Enke.

Der Verfasser, bekannt durch seine Arbeiten auf den Grenzgebieten von Geologie und Ingenieurwissenschaft übergibt hier ein den Anforderungen des ausübenden Ingenieurs angepaßtes Lehrbuch in recht guter Ausstattung dem Gebrauche. Durch eine Menge von sehr bequem zugänglich gemachten technischen Angaben wird das Buch aber auch dem praktisch arbeitenden Geologen ein guter Berater.

Es gilt dies insbesondere für die Gebiete des Bauingenieurs (Tiefbau- Wasserbau), wo dem Verfasser aus seiner eigenen Bautätigkeit eine Menge von Erfahrungen zu Gebote stehen. Wenn dieses Lehrbuch an den technischen Hochschulen die bisherigen ausschließlich von Geologen geschriebenen und dem Techniker durch ihre starke Betonung der historischen Seite der Geologie unverdaulichen Lehrbücher verdrängt, so ist das wirklich nur zu begrüßen.

Mit Fossilisten und Formationstafeln wird man hier die Leute nur abschrecken, so daß gewiß keine fruchtbare Wechselwirkung zwischen Geologen und Technikern zustande kommt.

Um dem Ingenieur das Studium zu erleichtern, vermeidet Stiny alle überflüssigen Fremdwörter und schiebt an ihre Stelle Verdeutschungen ein, die sich allerdings erst einbürgern müssen. Die Abbildungen sind gut gewählt und gut wiedergegeben.

O. Ampferer.