

Die Bedeutung des Alpen-Dinariden-Problems für den Alpenbau.

Von A. Winkler.

(Mit 2 Textfiguren.)

Das Alpen-Dinariden-Problem war schon öfters im Brennpunkt wissenschaftlicher Diskussionen gestanden. Eduard Suess hat im Jahre 1875¹⁾ am Ostrande der Alpen ein fächerförmiges Ausstrahlen der Gebirgszüge angenommen. Von den östlichen Südalpen wäre ein Ast zum Bakonyerwald und zu den Südkarpathen, ein zweiter in die kroatische Ebene, ein dritter nach SO zu den Dinarischen Alpen abgezweigt. Im Jahre 1901²⁾ kommt E. Suess zur Abtrennung der Südalpen vom Alpenstamm und ihrer Zuordnung zu den Dinariden, was mit ihrer abweichenden Bewegungsrichtung (Südfaltung), den scharfen faziellen Unterschieden gegenüber den Alpen und ihrer deutlichen Scheidung von letzteren durch die „tonalitische Narbe“ begründet wird.

Franz Kossmat hat auf Grund eingehender Kenntnis des alpin-dinarischen Grenzgebietes schon im Jahre 1913 eine neuartige Auffassung über das Verhältnis von Alpen, Südalpen und Dinariden veröffentlicht, in welcher er, unter Betonung einer gewissen Selbständigkeit der Südalpen gegenüber den Dinarischen Alpen, auf die große Bedeutung des dinarischen Bogens für die gesamte alpine Tektonik hinweist.³⁾ Er sieht in den Zentralalpen (Hohe Tauern) geradezu den Kopf des dinarischen Systems, der auch hier von südgerichteten Bewegungstendenzen beeinflusst erscheint. Die Tektonik des alpin-dinarischen Grenzgebietes, in welchem bedeutende, lokalisierte Überschiebungen beobachtet werden konnten, wird unter dem Bilde einer vom N her erfolgten, gewaltigen Eindrückung des periadriatischen Bogenscheitels gedeutet. Ich betrachte diese Ergebnisse von Kossmat als die Grundlage der modernen Erkenntnis des alpin-dinarischen Grenzproblems.

Im Jahre 1924 hat F. Kossmat⁴⁾ das Verhältnis des alpinen zum dinarischen System in seiner Studie „Beziehungen des südosteuropäischen Gebirgsbaues zur Alpentektonik“ in noch größerem Rahmen behandelt. Er nimmt an, daß ein Teil der dinarischen Zonen (adriatische Außenzone, kroatische Hochkarstzone, verlängerte bosnisch-albanische Kalk- und Schieferzone) in den Südalpen ihre Fortsetzung finden, jedoch im

1) „Die Entstehung der Alpen“, Wien 1875, Verl. Braumüller.

2) „Antlitz der Erde“ III./1, S. 426.

3) „Die adriatische Umrandung in der alpinen Faltenregion“, Mitteil. der geol. Ges. Wien, VI. Bd., 1913, S. 61—165.

4) Geol. Rundschau 1924, 15. Bd., S. 255—280.

alpin-dinarischen Grenzgebiet durch Beugung des Raumes in die alpine Richtung gepreßt wurden. Es liegt hier der als „Faltendrapierung“ zu bezeichnende tektonische Typus vor. Kossmat möchte das in alpiner O-W-Richtung orientierte, durch dinarische Bewegungen ausgelöste Bewegungssystem der Alpen als epiadriatisches dem rein dinarischen an die Seite stellen. Auf das tiefe Eingreifen dieser epiadriatischen Strukturen in die Alpen hinein wird neuerdings verwiesen (S. 272). In entschiedener Weise wird gegen die Annahme verschiedener Autoren Stellung genommen, welche ein den alpinen Deckenbau erzeugendes Nordwärtsgleiten der Dinariden und ein sekundäres, mit Rückfaltungen versehenes Südwärtsgleiten voraussetzen, und wird die Gleichwertigkeit der epiadriatischen Strukturen mit den nordgerichteten, alpinen, hervor-gehoben.

Gleichzeitig mit letzterer Arbeit habe ich im Jahre 1924 in einer umfangreichen Studie „Bau der östlichen Südalpen“,¹⁾ auf Grund mehrjähriger geologischer Aufnahmen im Isonzogebiet²⁾ und Durcharbeitung des ganzen vorliegenden Beobachtungsmaterials eine eingehende Analyse der tektonischen Bewegungen im alpin-dinarischen Grenzgebiete durchgeführt und aus dem gewonnenen mechanischen Befund eine Deutung über das Verhältnis der beiden Gebirgssysteme versucht. Meine Studien bauten auf der von Kossmat 1913 gegebenen Grundlage auf, welche den Überschiebungsbau im südalpin-dinarischen Grenzraum als eine auf denselben beschränkte Schuppung erwiesen hatte. Dieses Grundergebnis hat auch durch meine Aufnahmen eine volle Bestätigung erfahren. Ich betrachte daher meine Resultate als eine Fortbildung der von Kossmat im Jahre 1913 geäußerten Auffassungen, wengleich sich in der Weiterentwicklung der Ideen auch gewisse Meinungsunterschiede eingestellt haben.

Diese letzteren bestehen vor allem darin, daß mir die Entstehung des Faltenbaues im Bereiche der östlichen Südalpen nicht durch Einpressung eines dinarischen Schichtenstreifens in die südalpine Richtung bedingt erscheint, sondern daß hier, meiner Meinung nach, eine, wenn auch den Dinariden verwandte, so doch von diesen schon primär geschiedene, in alpiner Richtung angelegte Geosynklinalmulde vorliegt. Diese wurde sodann in der kretazischen Faltungsperiode als einfacher Faltenwurf in der O-W-Richtung angelegt, um erst im Gefolge der tertiären Gebirgsbildungen unter dem Einflusse des übergreifenden dinarischen Faltenbogens durch bedeutende Knickungsüberschiebungen gewissermaßen dinarisch deformiert zu werden. Diese letzteren Schubstörungen stellen nur die gesetzmäßige Auswirkung der auf die östlichen Südalpen übergreifenden dinarischen Spannungen an diesem alpinen Substrat dar. Daraus und aus der Tatsache, daß auch ein Eingreifen des dinarischen Bogens noch in die Zentralalpen hinein vorzusetzen ist, wurde der Vorschlag gemacht, die Bezeichnung Dinariden nicht auf die Südalpen auszudehnen.

¹⁾ Mitteil. der Geol. Ges. Wien, XVI. Jg., 1923, S. 1–272 (mit 4 Tafeln und 27 Textfiguren).

²⁾ A. Winkler. Das mittlere Isonzogebiet. Jahrb. d. Geol. St. A., Wien 1920.

L. Kober¹⁾ hatte schon im Jahre 1913, dann im Jahre 1925²⁾ den Versuch unternommen, ein einheitliches, Südalpen und Dinariden überspannendes Deckensystem nachzuweisen. Gegen seine Auffassung habe ich schon im „Bau der östlichen Südalpen“ eingehend Stellung genommen, worauf hier verwiesen sei.

In ähnlicher Weise hat später (1925) R. Staub³⁾ abermals in einer im einzelnen von Kober abweichenden Weise Südalpen und Dinariden durch einen einheitlichen Deckenbau aneinanderzukoppeln versucht. Ich habe die Unhaltbarkeit dieser Auffassung unter Hinweis auf meine Ergebnisse in „Bau der östlichen Südalpen“ entschieden zurückgewiesen.⁴⁾

Ein anderer Schweizer Forscher, H. Jenny,⁵⁾ hat in einem 1924 erschienenen Buch, im Anschluß an die Gedankengänge Kossmats, seine Auffassung über das Verhältnis von Alpen und Dinariden entwickelt, welche sich, wie ich glaube, viel enger als jene Staubs und Kobers an den tatsächlichen geologischen Befund anschließt. Sie stimmt mit meiner eigenen Auffassung in mancher Hinsicht überein, wovon auch sein Ausspruch: „Die Südalpen lassen sich nicht in ein System dinarischer Decken hineinzwängen“ (S. 68) Zeugnis ablegt.

Eine Weiterführung meiner im „Bau der östlichen Südalpen“ geäußerten Gedankengänge ist in einer ausführlichen Studie enthalten, welche ich dem Internationalen Geologenkongreß in Madrid im Mai 1926 vorgelegt habe,⁶⁾ die aber bis heute noch nicht veröffentlicht ist. Infolge ihrer Einreihung in den dritten Band der „Comptes rendus“ des Kongresses dürfte die Publikation erst im kommenden Jahr stattfinden. Aus diesem Grunde sehe ich mich veranlaßt, in vorliegender Mitteilung meine weiteren Ergebnisse wenigstens auszugsweise zu veröffentlichen. Bezüglich der Einzelheiten verweise ich auch auf meine Darlegungen im „Bau der östlichen Südalpen“, auf welchen die folgenden Erörterungen in jeder Hinsicht fußen und die sie in einigen allgemeineren Fragestellungen erweitern sollen.

Im alpin-dinarischen Grenzgebiete liegt folgendes Problem zur Lösung vor: Wir sehen zwei große Gebirgssysteme der Erde, die Alpen und die Dinariden, im Bereiche der östlichen Südalpen in eine Art von Scharung treten, wobei das dinarische System unter 45—60° an die Alpen (Südalpen) in voller Breite herantritt. Während die Südalpen die herrschende, ostwestliche alpine Richtung bis zu ihrer östlichen Erdigung im wesentlichen beibehalten, scheint der Stamm der Dinariden an ersteren unvermittelt abzustößen, so daß

1) „Alpen und Dinariden“, Geologische Rundschau, Bd. V, Heft 3, 1913, S. 127 bis 132.

2) „Bau und Entstehung der Alpen“, Berlin 1925, Verlag Gebr. Bornträger. Spez. S. 195—224.

3) „Südalpen und Dinariden“, Eklogae Helvetiae, vol. XIX, Nr. 2, 1926.

4) „Bemerkungen zu R. Staubs ‚Südalpen und Dinariden‘“, Zentralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie, Jahrgang 1926, Abt. B, Nr. 5, S. 160—165.

5) „Die alpine Faltung“, Berlin 1924, Verlag Gebr. Bornträger, S. 62—65.

6) Eine vorläufige Mitteilung ist unter dem Titel: „Alpen und Dinariden“ in den Resúmen de las Comunicaciones anunciadas des Internat. Geol. Kongresses in Madrid, S. 179, 1926, erschienen.

also nicht, wie zu erwarten wäre, die einzelnen dinarischen Zonen der alpinen Richtung sich anpassen und sich in die Alpen (Südalpen) fortsetzen. Da andererseits von einer Endigung des dinarischen Systems an der Grenze gegen die Südalpen nicht die Rede sein kann, ersteres vielmehr mit dem Großteil seiner tektonischen Zonen unvermittelt an die Südalpen herantritt, muß dessen Fortsetzung im Bereiche der Alpen in abweichender, gewissermaßen durch die alpinen Strukturen verhüllter Form statthaben. In welcher Weise dies geschieht und wie sich der Stamm der Dinariden in den Alpen und in deren jüngeren Bewegungsbild ausprägt, soll den Inhalt der nachfolgenden Darlegungen ausmachen.

a) Selbständige Anlage der östlichen Südalpen im Geosynklinalstadium. (Fig. 1.)

Wir wollen zunächst die Erscheinungen der mesozoischen Geosynklinalen im Bereiche der östlichen Südalpen kurz betrachten, aus welcher der kretazische und tertiäre Faltenbau hervorgegangen ist. Der Verlauf der mesozoischen Meeresmulde gibt schon einen Fingerzeig für die Selbständigkeit der östlichen Südalpen vom dinarischen System.

Ein wesentliches Moment, welches häufig zugunsten der Anfügung der Südalpen an den Stamm der Dinariden ins Treffen geführt wurde, war die Tatsache, daß zwischen den mesozoischen Ablagerungen beider gewisse engere Beziehungen bestehen. Dies weist naturgemäß nicht nur auf in analogen Bildungsverhältnissen begründete Ähnlichkeiten beider Faziesbereiche, sondern wohl auch auf einen freien Austausch des Meerwassers zwischen den südalpinen und den dinarischen Meeren hin, wie er nachweisbar auch bestanden hat. Dennoch ergab die vergleichende Untersuchung der mesozoischen Faziesbereiche im alpin-dinarischen Grenzgebiete, daß die östlichen Südalpen in ihrer geosynklinalen Anlage als eine vom dinarischen Ablagerungsbereich selbständige¹⁾, ost-westlich verlaufende Tiefenrinne ausgebildet waren, welche von den „Dinariden“ durch einen ost-westlich orientierten Saum insularer Erhebungen und submariner Schwellen, wenn auch nur unvollkommen, abgeschnürt war.²⁾ Dies gilt in gleicher Weise für die Trias-, Jura- wie für die Unterkreidezeit.

Beispiele: Von Kossmat erwiesene, paläozoische Schieferschwelle während der Triaszeit am Südsaum der julischen Alpen, Steiner Alpen und ihrer östlichen Fortsetzung, welche die küstennahe, klastische Pseudogailtaler Entwicklung der ladinischen Stufe an den Flanken entstehen ließ. Diese an die Grundgebirgsschwellen geknüpften, triadische Schichtentwicklung streicht in reiner Ostrichtung bis gegen Kroatien hinaus und scheidet den eigentlichen südalpinen Ablagerungsbereich von jenem des Dinarischen Meeres, welches in der Triaszeit noch bis in die Vorlage der Südalpen hineingereicht hat.

¹⁾ Mit Ausnahme ihrer südlichen Vorlage (Hochkarstzone).

²⁾ Vgl. hiezu die Bemerkungen im „Bau der östlichen Südalpen“, S. 44—57, und die Angaben F. Hürtels in „Beiträge zur Kenntnis der Juraformation in den Julischen Alpen“, Jahrbuch der philosophischen Fakultät der Universität Leipzig, Bd. I, 1920, S. 1—8.

Ost-westlich verlaufendes Inselgebirge der Lias-Jura-Zeit im Bereiche der südlichen Vorlage der Julischen Alpen (Zone der Dome und des Hochkarstes), an welcher eine lückenhafte Juraentwicklung mit dem zeitweiligen Auftauchen von Festlandserhebungen und mit Strand- und Rifffedimenten festzustellen ist, während der Bereich der Julischen Alpen von einer tieferen Meeresrinne (tieferer Meeresabsätze mit bunten Juraschiefern und Radiolariten sowie mit mächtigen Globigerinenmergeln¹⁾ eingenommen war (Siehe Fig. 1).

Noch in der Unterkreide prägt sich die jetzt südwärts an Raum gewinnende, ost-westliche Tiefenrinne aus. In der Oberkreide hatten die vorher einsetzenden, vor-



Fig. 1.

- | | |
|---|--|
| <p>1 ————</p> <p>2 - - - - -</p> <p>3 - - - - -</p> <p>4 - - - - -</p> <p>5 ————</p> <p>6 [Pattern]</p> <p>7 [Pattern]</p> <p>8 [Pattern]</p> | <p>1. Hauptüberschiebungen (= Knickungsüberschiebungen der Südalpen, Aufschiebung der dinarischen Zone III auf I, Rahmen des „Tauernfensters“).</p> <p>2. Verlauf von Falten (Generalstreichen). 3. Grenze zwischen Zentralalpen und Südalpen. 4. Nordgrenze jungalpiner Beeinflussung der östlichsten Zentralalpen. 5. Paläozoische Schieferschwelle der Triaszeit mit angelagerten, mitteltriadischen, klastischen Sedimenten. 6. Tiefenrinne des Jurameeres (mit Radiolariten, Hornsteinschichten, Globigerinenmergeln und Fleckenmergeln). 7. Insel- und Schwellenzone der Jurazeit. 8. Oberkretazischer Inoceramenflysch.</p> |
|---|--|

Die römischen Ziffern beziehen sich auf F. Kossmats tektonische Gleichung der Dinariden. (Geol. Rundschau 1924.) I₃ = dalmatinisch-istrische Küstenzone. III = kroatische Hochkarstzone. IVa = dinarisch-inneralbanische Kalk- und Schieferzone. IVb = Ophiolit- und Schieferhornsteinzone.

gosaischen Bewegungen den Meeresbereich aus den östlichen Südalpen fast völlig verdrängt und erscheint die Abgrenzung der Südalpen von den Dinariden schon im Verlauf der tektonischen Elemente begründet.

Keine der vorgenannten Meereszonen mit ihren charakteristischen, z. T. weithin im südalpinen Streichen anhaltenden Schichtfazies zeigt ein Einlenken in den von Südosten her herantretenden dinarischen

¹⁾ Vgl. meine Studien: „Zum Schichtungsproblem. Ein Beitrag aus den Südalpen“, Neues Jahrb. f. Min., Geol. u. Pal. Blg. Bd. LIII, Abt. B. 1925 und „Über die Bildung mesozoischer Hornsteine“, Tschermaks Miner. petr. Mitt. XXXLIII Bd., 1925. (Festband für F. Becke.)

Ablagerungsbereich, wo vorherrschend mächtige Schelfsedimente (Oolithe und dichte Kalke des Lias-Jura, Korallen-, Nerineen- und Diceratenkalke des höheren Jura, Chamiden- und Rudistenkalke der Kreide usw.) zur Ablagerung gelangten.

Bezeichnend ist auch das Auftreten einer Kreideflyschzone am Südsaume der östlichen Südalpen, deren beträchtlich größere Ausdehnung durch meine Studien im Isonzogebiet¹⁾ erwiesen werden konnte. (Siehe Fig. 1.) Sie folgt dem Südsaum der Julischen Alpen gegen O hin, lenkt also nicht in die dinarische Richtung ein, woselbst (schon im Hochkarst) damals Rudistenkalke zur Ablagerung kamen. Noch in der Außenzone der östlichen Julischen Alpen ist dieser Inoceramenflysch in einer Synklinale in mächtiger Entwicklung erhalten geblieben, so daß er einst wohl mindestens bis an das Laibacher Becken herangereicht haben dürfte. Wahrscheinlich deuten in letzterem die transgredierenden Rudistenbreccien bei Domžale, die Kossmat aufgefunden hat, die Fortsetzung dieses oberkretazischen Meeresarmes an. Der östlichste Teil der Südalpen besitzt allerdings keine Kreideflyschvorlage mehr, wohl aber wird er teilweise von transgredierenden Gosauschichten übergriffen (Gosau am Südwestfuß des Bachers, Oberkreide des Agramer Gebirges und des Samoborer Gebirges).

Für die Beurteilung des Verhältnisses der östlichen Südalpen zu den Dinariden scheint es mir wichtig, daß der Kreideflysch auf den Südsaum (eines Teils) der östlichen Südalpen beschränkt ist und daß ein Einlenken desselben in die dinarische Richtung nicht zu beobachten ist. Das Fehlen einer Kreideflyschzone am südalpinen Außensaum östlich der Laibacher Senke, welches Kossmat ins Treffen führt, fällt meiner Meinung nach nicht so schwer ins Gewicht, da es wohl nur mit der dort geringeren Heraushebung der mittelkretazisch gefalteten Züge im Verlaufe der Oberkreide im Zusammenhang stehen dürfte, wodurch offenbar auch die dort erkennbare Transgression der Gosaufazies in das Gebirge hinein ermöglicht wurde. Im übrigen sind ja begleitende Flyschzonen keineswegs ein unbedingtes Erfordernis für einen Faltenbau, wie es das Beispiel des Schweizer Juragebirges und anderer erkennen läßt. Auch möchte ich dem kretazischen Faltensystem der östlichen Südalpen nur die Bedeutung einer autochthonen Falten- und Gewölbezone zuschreiben.

Jedenfalls hebt sich im Mesozoikum eine südalpine Geosynklinale unzweideutig von der dinarischen ab. Die Sedimente der letzteren nehmen nur noch an dem Aufbau der äußeren südalpinen Randzone Anteil, während der Hauptteil der Südalpen aus einer mehr oder minder selbständigen tieferen Meeresmulde hervorgegangen ist, in der auch Hallstätter Kalke und jurassische Tiefwasserabsätze auftreten. Die nordöstliche Fortsetzung des südalpinen Ablagerungsbereiches dürfte vor allem im Triasbereiche des Bakonyerwaldes²⁾ und im Untergrunde

1) „Das mittlere Isonzogebiet“, Jahrbuch d. Geol. Staatsanstalt in Wien, 1920, LXX. Bd.

2) Die engen Beziehungen, die die Bakonyerwaldtrias zur südalpinen aufweist, sind bekannt.

der ungarischen Ebene (nördlich der Fünfkirchner Insel) zu suchen sein. Es deutet sich offenbar schon in der Geosynkinalentwicklung eine Verbindung der östlichen Südalpen mit den Südkarpathen an.

Trotz dieser Feststellungen soll aber nicht gelegnet werden, daß zwischen den Südalpen und der dinarischen Geosynklinale in mancher Hinsicht auch gewisse nähere Beziehungen bestanden haben, die nicht nur auf die Nebeneinanderlage und die teilweise Kommunikation der beiden Meeresprovinzen zurückgehen dürften, sondern auch noch darüber hinaus, teilweise in gewissen Ähnlichkeiten im tektonischen Entwicklungsgang derselben während des Mesozoikums begründet waren. Dies gilt aber vielleicht mehr für das Verhältnis der mittleren und westlicheren Teile der Südalpen zu den Dinariden als für deren östliche Teile (alpin-dinarisches Grenzgebiet).

b) Die jungtektonische Abgrenzung von Südalpen und Dinariden in der kretazischen Gebirgsbildungsperiode.

Als wesentliches Ergebnis meiner Studien betrachte ich die Tatsache, daß der von mir noch im weiteren Umfange, als bisher bekannt, nachgewiesene mittel- und oberkretazische Faltenbau der östlichen Südalpen, der allem Anschein nach hier noch zu keinem Deckenbau geführt hatte,¹ ein rein südalpiner gewesen ist, daß also ein Einlenken der damals gebildeten tektonischen Elemente aus den Südalpen in die Dinariden hinein nicht konstatiert werden kann.

Beispiele: Voroberkretazische Anlage des Faltenbaues der Julischen Alpen mit Transgression des Senonflysches bis auf Obertrias. Anzeichen für eine Transgression schon des Mittelkreideflysches. Entblößung schon paläozoischer, halbmetamorpher Schiefergesteine in den inneren Zonen der Julischen Alpen, wie sich aus dem Geröllbestand des Oberkreideflysches ergibt. Voroberkretazische Anlage des Faltenbaues der östlichen, südalpinen Vorlage (vorsenone Anlage des Matajur-, Kolowrat- und Ternowaner Hochkarstgewölbes). Vorsenone und senone Antiklinalbildung im Isonzogegebiet mit tektonischen Diskordanzen und orogenetischen Sedimenten. Vorgosauische Anlage der Savafaltenwölbung (auf Trias transgredierende Radiolitenbreccie bei Domžale). Querübergreifende, transgredierende Gosau über den Ostrand der Karawanken und am Südwestfuß des Bachers. Mächtige Ablagerung des Oberkreideflysches in den Julischen Alpen, was auf weitgehende Gebirgsbildung und -abtragung hinweist.

Das oberwähnte Ergebnis wurde erzielt, indem ich aus dem vorliegenden Beobachtungsmaterial die jüngeren, tertiären Schub- und Faltenstörungen im Bewegungsbild rückgängig machte. Hierbei hat sich ein schon vor den Schubbewegungen bestandener, O-W orientierter Faltenbau ergeben, dessen Entstehung, wie an vielen Stellen feststellbar ist, bereits in die Kreidezeit zurückreicht. Insbesondere führte die „Ausrichtung“ der von Kossmat erwiesenen, bedeutenden Ternowaner-Pöllander Überschiebung, die bis zu 25 km Schubweite erreicht, zu dem Resultat, daß vor Eintritt dieser und anderer tertiärer Bewegungsflächen die östlichen Südalpen in ihrer ganzen Ausdehnung von einem rein ost-westlich verlaufenden Faltenystem durchzogen waren. Diesem gegenüber war der an die Südalpen angrenzende Teil

¹ Vielleicht liegen aber am Nordsaum der östlichen Südalpen, speziell in den Karawanken, Anzeichen für größere Schubbewegungen vor. (A. Spitz, Verhandlungen der Geologischen Reichsanstalt, 1919, S. 280, 238.)

der Dinariden in der Kreidezeit noch ungefaltet und in weiterer Geosynklinalentwicklung befindlich (im wesentlichen konkordante Folge von der Kreide bis ins Mitteleozän hinein!). Irgendeine wesentliche Beeinflussung dieses rekonstruierten, kretazischen Bauplans der östlichen Südalpen durch dinarische Einflüsse, wie sie sich so deutlich in der tertiären Gebirgsbildung ausprägt, ist nicht zu erkennen und nach der Sachlage auch recht unwahrscheinlich. Ich glaube zur Auffassung berechtigt zu sein, daß in der Oberkreidezeit ein schon fast die ganze Breite der heutigen östlichen Südalpen einnehmendes Faltenbündel — über das mit jungtertiären, transgredierenden Bildungen zugeschüttete Schwemmland hinweg — zu den Triasfaltenwellen des Bakonyerwaldes und dessen verdeckter südlicher Vorlage und damit zu den Südkarpathen in Verbindung getreten war. Dabei mag schon damals gegen O hinaus — bei Erweiterung des Raums im Bereiche der pannonischen Senke — eine Lockerung des Faltengefüges, also eine Art Fächerung, eingetreten sein, wie wir sie bei den jungtertiären Faltungen in diesem Raume so deutlich beobachten können.

Die Südalpen standen also schon in der Oberkreidezeit den Dinariden als ein geschlossener, nur von randlichen Transgressionen überfluteter Faltenwall von ostwestlicher Erstreckung gegenüber. Dem kretazischen Alpenbau wurde eben auch ein südlicher Gebirgsast angegliedert, der bestrebt war, im S der Zentralalpen eine vielleicht stärker aufgelockerte Faltenquirlande mit den Karpathen (Südkarpathen) herzustellen. Ich bin aber anderseits der Überzeugung, daß diese zugrunde liegende, alpine Struktur der Südalpen vermutlich nur ein einfacher Faltenbau, aber noch kein Überschiebungssystem gewesen ist. Es entspricht auch durchaus meiner Auffassung, daß sich, ersterem gegenüber, die dinarische Gebirgsbildung der Tertiärzeit, die, wie wir sehen werden, auch auf die östlichen Südalpen übergreifen hat, an Bewegungsausmaß bedeutend hervorhebt, was denn auch in einer Südalpen und Dinariden gemeinsam umgürtenden (mittel-)eoziänen Flyschzone zum Ausdruck kommt. Aber die für alle späteren Faltungen und Schiebungen grundlegende Vorzeichnung des tektonischen Baues der östlichen Südalpen in der alpinen Richtung geht in die Kreidezeit zurück.

Von einer Beziehung des dinarischen Gebirgssystems zum alpinen kann meiner Meinung nach in der Kreide, soweit die zutage liegenden Grenzgebiete beider Bereiche in Betracht kommen, eigentlich nicht die Rede sein, da die Sedimentverhältnisse in den an die östlichen Südalpen anschließenden Teilen der Dinariden für eine Fortdauer der Ablagerung bis an das Ende der Kreide, in den Hauptteilen sogar bis ins Eozän hinein, sprechen, so daß hier ein kretazischer Faltenbau überhaupt nicht zur Entwicklung gekommen ist.

Anders steht die Frage, wenn auf die inneren, dinarischen Zonen, die allerdings zu den östlichen Südalpen nicht mehr in Berührung treten, in die Betrachtung einbezogen werden. Es sind dies Kossmats Zone IVb (Ophiolitische Eruptiva, Schieferhornsteinschichten und Gosau-flysch), Zone V (Pelagonisches Massiv), Zone VI (Vardarzone), Zone VII (Rhodope), welche der Reihe nach am Rande der kroatisch-slavonisch-

serbischen Ebene unter jüngeren Schwemmschutt versinken, bzw. noch innerhalb der Dinariden auskeilen. In diesen Gebieten ist schon an mehreren Stellen in weiterem Umfang ein kretazischer Faltenbau erwiesen. So wichtig die Feststellung dieser mesozoischen Bewegungen in den innersten dinarischen Zonen auch ist, so kann ihr Einfluß auf die südalpine Faltung, u. zw. auch auf jene von deren östlichsten Teile, kein wesentlicher gewesen sein, da die hypothetische, nordwestliche Verlängerung derselben (mit Ausnahme der Zone IV b) die östlichen Südalpen nicht mehr tangiert. Vor allem scheint mir die Existenz der prächtigen, rein alpin orientierten Gewölbezonen in den östlichen Savefalten, die weit nach Kroatien hineinreichen (Littaijer Gewölbe, Ivancišća Antiklinale usw.), anzuzeigen, daß hier seit Beginn des Mesozoikums niemals ein dinarisch orientierter Faltenbau bestanden haben kann, da bei dessen Vorhandensein ein südalpiner Faltenbau in jüngerer Zeit nicht hätte so rein zur Entwicklung kommen können.¹⁾ Wenn hier überhaupt dinarische Beeinflussungen in der Kreide sich geltend gemacht haben, so können sie nur mehr untergeordneter Art gewesen sein.

c) Die alpin-dinarische Grenzregion unter dem Einfluß der tertiären Gebirgsbildungen (Fig. 2).

Wir kommen nun zur Erörterung der tertiären Gebirgsbildung, in welcher eine ältere, vormittelozone (wohl paleozäne), eine nachmittelozone (vormitteloligozäne) Hauptbewegungsphase und ferner nacholigozäne (vormiozäne), mittelmiozäne, nachmiozäne (vorpliozäne) und mittelpliozäne Nachphasen unterschieden werden können. Vor allem bedeutet die nachmittelozone Störungsphase eine Epoche stärkster orogenetischer Aktivität im alpin-dinarischen Grenzgebiete.

Ich habe in ausführlichen Darlegungen im Bau der östlichen Südalpen (S. 66—103, 152—254) den Nachweis zu erbringen versucht, daß die tertiäre Tektonik im alpin-dinarischen Grenzgebiete dahin strebt, über den bestehenden kretazischen und noch weiter fortwirkenden alpinen Bauplan die Strukturen des in die Alpen einlenkenden und darübergreifenden dinarischen Bogens aufzuprägen. Alle tektonischen Einzelstrukturen im Bereiche der alpin-dinarischen Grenzregion lassen in klarer Weise ihre Entstehung aus einer mehr oder minder vollkommenen Einlenkung und Einpassung des nunmehr in schräger Richtung beeinflussten, vorhandenen Gefüges in den neuen „dinarischen Bauplan“ erkennen.

Die größeren Überschiebungen, wie die von Kossmat beschriebene Ternowaner-Pöllander Schubfläche oder die von mir kargelegte, mindestens 15 km Schubweite erreichende Südüberschiebung der zentralen Julischen Alpen, sind nachweislich auf die Region schräger Aufprägung des Dinaridenbogens auf die Südalpen beschränkt: es sind „Knickungsüberschiebungen“, wie ich sie auf Grund ihres mechanischen Ver-

¹⁾ Auf die Unmöglichkeit, ein einmal bereits gefaltetes, versteiftes System nachträglich in abweichender Richtung nochmals einfach zu falten, hat O. Ampferer verwiesen (Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt, 1915, Nr. 8, S. 163—167).

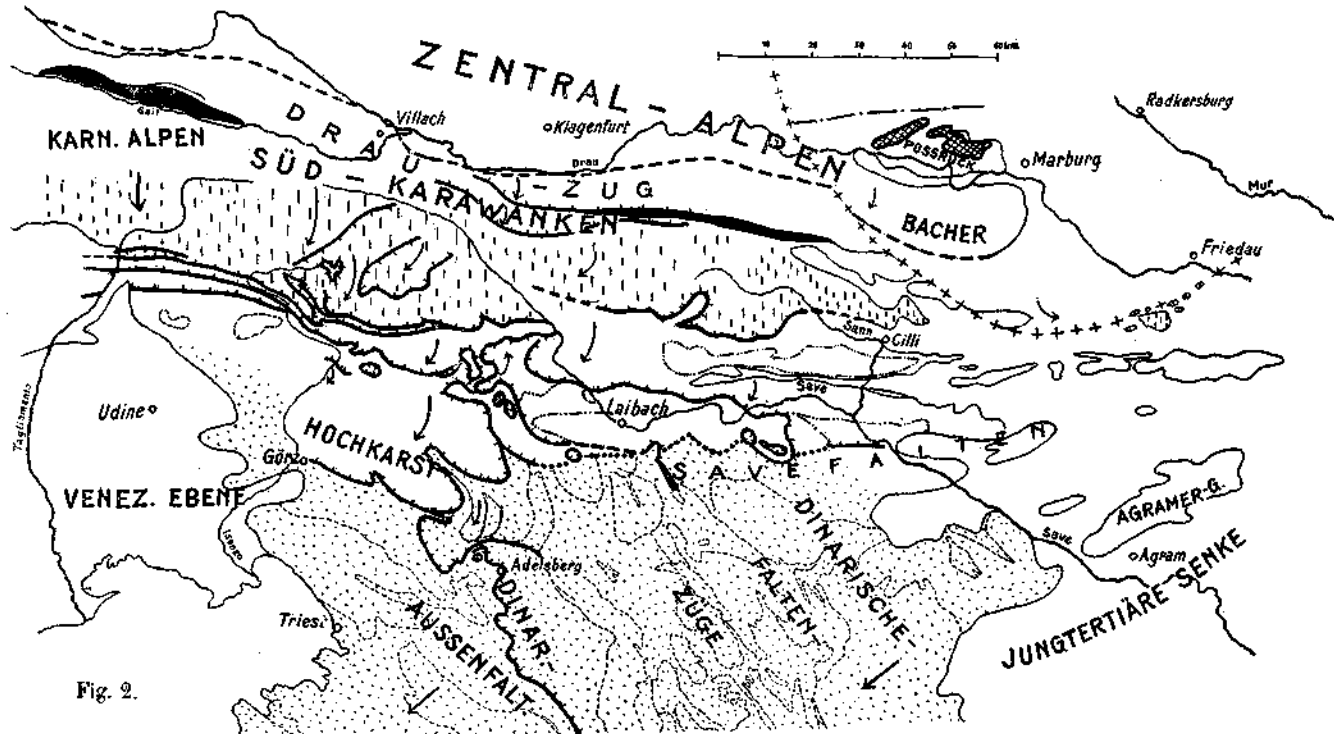
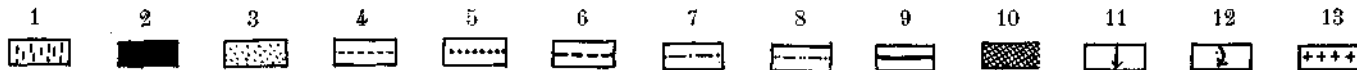


Fig. 2.



1. Zentrale Zone der Südalpen (Zentrale [Julische] Steiner Alpen und östliche Fortsetzung). 2. Tonalitzone, Gailtaler Kristallin. 3. Bereich der dinarischen Faltung. 4. Faltenzüge an dem Verlauf von Schichtgrenzen angedeutet. 5. Grenze zwischen südalpinem und dinarischem Streichen. 6. Grenze zwischen Zentralalpen und Südalpen. 7. Nordgrenze alpiner Beeinflussung in den östlichsten Zentralalpen. 8. Umgrenzung der Karbongewölbe in den subalpinen Savefalten. 9. Hauptüberschiebungen. 10. Nordbewegte Triasschollen am Poßruck (darunter mylonitisiertes Kristallin). 11. Bewegungsrichtung des normalen Zusammenschubs. 12. Bewegungsrichtung der Knickungsüberschiebungen. 13. Nachmiozäne Donatischubstörung.

haltens bezeichnet habe. Sie finden ihre Ursache in dem Vorknicken der Schollen, das durch ein zu den vorhandenen Strukturen schräges Angreifen der dinarischen Druckkräfte und einer dadurch hervorgerufenen Auslösung der transversalen Druck(Knickungs)komponente bedingt war. Das in seiner O-W-Struktur durch kretazische Gebirgsbewegungen bereits gefestigte Gefüge der östlichen Südalpen wird also in tertiärer Zeit von dem dinarischen Bogen bis zu einem gewissen Grade überwältigt, ohne daß allerdings hiedurch der alte Bauplan unkenntlich geworden wäre.

Dort, wo die Zone stärksten Zusammenschubs in den Dinariden (Grenzzone zwischen Hochkarst und Küstenkarst) an die Südalpen herantritt, bzw. wo die Verlängerung dieser tektonischen Scheidelinie im Bereiche der Südalpen vorauszusetzen wäre, macht sich der Einfluß der jüngeren Knickungen am deutlichsten geltend. Alle Zonen der Südalpen bis an die Zentralalpen heran (und z. T. auch letztere) werden der Reihe nach von diesen „dinarischen“ Einknickungen betroffen (siehe Fig. 1).

Aus der Tatsache, daß die Aufprägung schräger, dinarischer Strukturen auf den alpinen Bauplan sich in dem Bereiche der Zentralalpen schon in geringerem Maße geltend macht, und daß in den mittleren Kalkalpen¹⁾ keine Anzeichen für das schräge Übergreifen durch dinarische Spannungen hervorgerufener Strukturelemente vorliegen, kann geschlossen werden, daß der dinarische Faltenbogen im Bereiche der Alpen (Zentralalpen und Südalpen) allmählich in die alpine O-W-Richtung einlenkt, sich also dem ostalpinen Bauplan einfügt. Andererseits ergibt sich — nicht nur theoretisch aus der geometrischen Verlängerung des dinarischen Faltenbogens, wie er sich an dem Verlauf der Knickungszone der Südalpen festlegen läßt —, sondern auch aus zahlreichen Erscheinungen in den Zentralalpen,²⁾ daß der Einfluß des aufgeprägten, dinarischen Bögens sich noch mindestens bis an die Achse der Tauern heran (Tauernfenster) geltend gemacht hat, daß er also nicht auf die Südalpen allein beschränkt erscheint.³⁾

Das Verhältnis zwischen Alpen und Dinariden bezüglich der tertiären Gebirgsbildung kann somit dahin charakterisiert werden, daß der ältere (kretazische) Bauplan der östlichen Südalpen in seinen mittleren und westlichen und teilweise in seinen östlichen Teilen durch die Aufprägung des breiten, dinarischen Bogens in eindrucksvoller Weise in seiner Weiterentwicklung beeinflußt wird, was sich nicht nur in einer unter dinarischen Einflüssen verstärkten Kompression des alpinen Gefüges, sondern auch in einer mehr oder minder gewaltsamen Umorientierung des letzteren durch die neuen Druckkräfte äußert. Ein ganzes System bedeutender, bis an die 25 km Schubweite erreichender Bewegungsflächen kam so, als mechanische Folge der Überknickung, zur Entwicklung. Die tertiären Bewegungsvorgänge haben also keinen einheitlichen, aus den Alpen in die Dinariden fortsetzenden Deckenbau geschaffen, sondern innerhalb der

1) Die geradlinige Verlängerung des dinarischen Streichens über die Zentralalpen hinweg würde die mittleren Kalkalpen treffen.

2) Auf welche schon Kossmat eindringlich hingewiesen hat.

3) Vgl. die Erörterungen auf S. 233—235.

Alpen, dort, wo der verlängert gedachte dinarische Bogen schräg übergreift, die Entstehung lokalisierter Knickungsüberschiebungen veranlaßt, Jedoch muß festgehalten werden, daß durch die tertiären Gebirgsbewegungen in der Tat ein großes, einheitliches Bewegungssystem in den Alpen und Dinariden (aber keine einheitlichen Decken) geschaffen wurde, welches Kosmat mit der Bezeichnung epiadriatisches System kennzeichnen will. Übereinstimmend mit Kosmat bin ich der Meinung, daß die Übertragung des Namens „Dinariden“ auf die Südalpen angesichts dieser Sachlage besser zu unterbleiben hat.¹⁾

Die hier skizzierten Resultate zeigen, daß man bei der Beurteilung des Gebirgsbaues nicht mit der Verfolgung der einzelnen, durch besondere Schichtmerkmale charakterisierten, im Streichen mehr oder minder weit feststellbaren Gebirgszonen und ihrer Schubbewegungen auskommt, sondern daß es große Beziehungen zwischen den Gebirgssystemen gibt, die unbekümmert um die inneren, schon im Verlaufe einer vorangehenden Entwicklung erworbenen Strukturen übergreifen und ein neues Bewegungssystem schaffen, das sich nicht unmittelbar aus dem geologischen Kartenbild, sondern erst aus der mechanischen Auflösung der Störungsvorgänge zu erkennen gibt. Diesen jüngeren Kraftwirkungen müssen sich die älteren Strukturen mehr oder minder anpassen, ohne daß hiedurch eine eigentliche, neue Zonenanordnung geschaffen wird und der Verlauf der nunmehr deformierten Zonen sich nur aus den Bewegungen der von der Umformung betroffenen Gebirgseinheiten ergibt. Auf das hier angesprochene Problem angewendet bedeutet es, daß Alpen und Dinariden nicht zwei nebeneinander gelegene, selbständige und höchstens randlich miteinander verschweißte Gebirge darstellen, sondern vielmehr erst aus ihrer völligen Verschmelzung (im Bereiche der Alpen) das alpine System hervorgegangen ist.

So wie die variszischen Kerne in den Westalpen durch den Einfluß alpiner Gebirgsbildung überwältigt und einem neuen Bewegungsplan eingeordnet wurden, so sehen wir es auch in ähnlicher Weise in den Ostalpen bezüglich eines älteren alpinen und eines jüngeren alpin-dinarischen Bauplans in Erscheinung treten. Hier hat der letztere die älteren (voroberkretazischen) Strukturen umgeformt und ein von dem vorhandenen zonaren Bau ziemlich unabhängiges jüngeres Bewegungssystem geschaffen (epiadriatisches System), aus dem freilich noch die älteren Züge überall deutlich durchschimmern.

Die zonare Anordnung (Falten und Deckenzonen) in den Alpen geht, wie gerade in neuerer Zeit auch von mehreren Schweizer Forschern

¹⁾ Denn erstens wurde auch durch die jüngeren Bewegungen aus Südalpen und Dinariden kein einheitlicher tektonischer Zonenbau geschaffen, sondern blieben, mehr oder minder überdeckt, die alpinen Strukturen noch deutlich erkennbar erhalten; zweitens erscheint die Aufprägung des Bewegungssystems des dinarischen Bogens keineswegs auf die Südalpen allein beschränkt, sondern greift auch in die mittleren und westlichen Zentralalpen und allem Anscheine nach auch in die südlichen Teile der Westalpen als verstärkendes Bewegungsmoment ein. Nur einen Teil des dinarisch beeinflussten Gebietes der Alpen als „Dinariden“ herausgreifen zu wollen, erscheint mir unlogisch.

vorausgesetzt wird, bereits auf die geosynklinale Anlage zurück und fand sodann in den größeren Deckenbewegungen ihre schärfste Akzentuierung. Dort wo die Druckkräfte auch in jüngeren Bewegungsphasen in gleicher Richtung gleichsinnig fortwirkten, blieb die Parallelität zwischen ursprünglichem Zonarbau und dem daraus geformten Deckenbau im großen und ganzen erhalten. Je mehr aber abweichende tektonische Bewegungsrichtungen im Laufe der aufeinanderfolgenden Phasen übereinandergeprägt wurden, um so weniger wird eine Übereinstimmung zwischen dem Verlaufe jener richtenden, tektonischen Spannungen, die die jüngeren Dislokationen erzeugten und den älteren Bau umformten, und der ursprünglichen zonaren Anordnung bestehen, ein Gesichtspunkt, der mir bisher bei alpinen tektonischen Zusammenfassungen gewöhnlich zu wenig gewürdigt erscheint. Bei einer so weitgehenden zeitlichen Gliederung der Bewegungsvorgänge, wie wir sie in den Ostalpen besitzen, und bei der nachweisbaren, zeitlichen Aufeinanderfolge verschieden orientierter Bewegungsrichtungen (kretazischer S-N-Schub, tertiäre SW-NO-Bewegungen unter dem Einfluß des dinarischen Bogens!) muß es daher zu einer weitgehenden Inkongruenz zwischen ursprünglichem Zonenbau und jüngerer Orientierung des tektonischen Kraftfeldes kommen. Daß dies im Bereiche der östlichen Südalpen der Fall war, und daß wir nur unter Berücksichtigung dieses Umstandes zu einem Verständnis des Verhältnisses von Alpen und Dinariden kommen, habe ich schon im „Bau der Südalpen“ zu zeigen versucht.

d) Der Einfluß des dinarischen Bogens auf den Bau der Zentralalpen.

Es ist eine schon von F. Kossmat eindringlichst hervorgehobene Tatsache, daß sich der Verlauf des „Dinaridenbogens“ auch noch innerhalb der Zentralalpen deutlich widerspiegelt. Die jüngere Aufwölbung im „Tauernfenster“ gewährt durch ihren schwach bogenförmigen Verlauf gewissermaßen das Bild eines „Kopfes“ der Dinariden, wie sich Kossmat treffend ausgedrückt hat. (Siehe Fig. 1, S. 225.) Der NW-SO gerichtete Verlauf der Mallnitzer Mulde zwischen Sonnblick- und Hochalpmassiv und viele Detailstrukturen in ersterem sprechen für die Einwirkung SW-NO gerichteter Druckkräfte in den östlichen Tauern, welche, wie ich in meiner Studie „Geologische Studienergebnisse in den östlichen Hohen Tauern“¹⁾ zu zeigen versuchte, einen älteren, großzügigen Überschiebungsbau durch Faltung und Überfaltung umgeformt haben. Auch hier scheint eine Aufprägung vereinigter jungalpin-dinarischer Bewegungen in abweichender Richtung über ältere, alpine Strukturen vorzuliegen.

Noch viel klarer und eindrucksvoller sind aber die ihrer Richtung nach gleichsam spiegelbildlichen Bewegungsverhältnisse am Westende der Hohen Tauern, wo sie Sander so treffend geschildert hat. Er hat

¹⁾ Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt in Wien, 76. Bd., 1926, Heft 3 u. 4, S. 245—322.

gezeigt,¹⁾ daß „die Verhältnisse in den Tiroler Zentralalpen vielfach das Ergebnis einer Beanspruchung in der NW-SO-Richtung sind, welche O-W verlaufende Zonen bereits vorgefunden und in denselben Schwenkungen erzeugt hat“ (loc. cit. p. 193). So ist nach Sander die Tektonik „im Bewegungsbild nach NW schwenkender Überschiebungsmassen verständlich“ (loc. cit. p. 196). Auch hier sind die Bewegungen jünger als eine vorangehende, alpine Bewegungsphase: „Das Vorschwenken der Ötztaler Decke, der Dinariden im Alpenknick geht in ein Bewegungsbild zweiter Phase, in welcher auch die Tauern und ihr Bewegungshorizont erster Phase sekundär überwältigt werden“ (loc. cit. p. 196). „Nicht auf Bogenbildung und nicht auf O-W-Schub möchte ich dabei den Hauptton legen, sondern auf eine im ‚Alpenknick‘ besonders große Auswirkung einer schiefen Scherung der Beanspruchungen, welche nicht nur die Alpen, sondern auch die Dinariden mitgeriffen und beide in einem Bewegungsbild höherer Ordnung vereinigt hat.“

Klarer als es hier geschehen ist, kann wohl die Übereinstimmung der in den westtiroler Zentralalpen gewonnenen Ergebnisse mit den unabhängig von mir im alpin-dinarischen Grenzgebiet erhaltenen kaum ausgesprochen werden. Der auch nach Sander zuerst in der O-W-Richtung angelegte Falten- und Überschiebungsbau der Hohen Tauern und westtiroler Zentralalpen gerät hernach unter den Einfluß des schräg übergreifenden, aus der allgemeinen O-W-Richtung,²⁾ in die SW-Richtung einlenkenden, dinarisch-ostalpinen Bogens und wird gemeinsam mit den anliegenden Teilen der Südalpen zu einem schrägen Vorschub angeregt, der unter Schwenkungen (Drehungen) und Einknickungen vor sich geht. Abgesehen von den von Sander erwähnten Umfaltungen in der Ötztaler Masse sind hier zweifelsohne die von ostalpinen Geologen schon oft eindrucksvoll hervorgehobenen Anzeichen scheinbarer Quersfaltung, wie sie durch Spitz³⁾ in den Engadiner Bögen⁴⁾ und durch O. Ampferer⁵⁾ in den westtiroler Kalkalpen namhaft gemacht wurden, anzureihen.

Anscheinend wurde in den westtiroler Alpen ein in alpiner O-W-Richtung angelegtes, oberkretazisches Schub- und Falten-system in tertiärer Zeit gewissermaßen aus seinen Fugen gelöst und unter diagonaler Vorbewegung und Drehung in

1) Letzte tektonische Zusammenfassung in „Zur Geologie der Tiroler Zentralalpen“. Jahrbuch der Geologischen Staatsanstalt, 1921, 71. Bd., 3. und 4. Heft, S. 173—224.

2) Wie er sie in den Hohen Tauern innehatte.

3) „Monographie der Engadiner Dolomiten usw.“ Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz. Neue Folge, 44. Lieferung. Bern, 1915.

4) Diese Bewegungen werden aber nicht als ein von den großen alpinen Deckenschüben zeitlich selbständige, jüngere Quer-(O-W-)Bewegung aufzufassen, sondern als eine Schleppungserscheinung an der Flanke der in großzügigem Vorschub gegen NW vordringenden (höheren) ostalpinen Masse deutbar sein.

5) „Querschnitt durch die Ostalpen.“ Jahrbuch der Geologischen Reichsanstalt, 1911. Die dort noch als O-W-Faltung aufgefaßten Erscheinungen werden später von Ampferer selbst (Jahrbuch der Geologischen Staatsanstalt, 1921) als Anzeichen durch schräge Beanspruchung hervorgerufener Knickungen angesehen.

einheitlichem Schub weithin über die aus dem SW heraufziehenden, tieferen tektonischen Einheiten der Schweizer Alpen vorgeschwenkt (Engadiner Fenster!), wobei die alten O-W verlaufenden Strukturen der Ostalpen — trotz stellenweiser Umformung — im großen und ganzen erhalten bleiben konnten. Vielleicht wird die Lösung der so kontroversen Ostwestalpen-Frage schließlich in der Richtung gefunden werden, daß zwar das Ausmaß der „Grenzüberschiebung“ manchen älteren und z. T. auch jetzt noch vertretenen, ostalpinen Auffassungen gegenüber sich als ein größeres und die Bewegung sich als eine einheitlichere, tiefer unter die Ostalpen eingreifende erweisen wird, daß aber andererseits das Phänomen doch über den Bestand einer reinen Zufälligkeit, wie es unter der Annahme eines Abwitterungsrandes an der durch eine Flexur verbogenen Deckengrenze verstanden werden müßte, sich erheben wird. Ich vermute, daß diese Erscheinungen an der WO-Alpenscheide aus der Einpassung des schon in der Kreidezeit tektonisch vorgezeichneten O-Alpenbaues in den Rahmen des großen gesamtalpin-dinarischen Bogens zu deuten sind, was in Form einer gewaltigen, deckenförmigen, schrägen Vorschwenkung der Ostalpen über die Westalpen verwirklicht wäre.¹⁾ Nach dieser Auffassung wäre also auch der westalpine Bau teilweise noch unter dem Einfluß der dinarischen (epiadriatischen) Bewegungskräfte entstanden.

e) Anzeichen vortertiärer dinarischer Bogenbildung.

Wenn hier versucht wurde, den Beweis zu erbringen, daß der dinarische Bogen in der jungalpinen Geschichte erst in tertiärer Zeit maßgebend im Alpenbau zur Geltung gekommen ist, so soll damit keineswegs gesagt werden, daß in älteren geologischen Perioden noch keine Beziehungen zwischen dem alpinen und dem dinarischen Bauplan bestanden hätten. Es erscheint mir vielmehr sehr wahrscheinlich, daß die tertiäre Aufprägung des dinarischen Bogens auf die Alpen nur das Wiederaufleben eines viel älteren, vielleicht schon in voralpinozoische Zeiten zurückgehenden Bauplans bedeutet. Der letztere hat sich in den mittleren und südlichen Teilen der östlichsten Zentralalpen, die horstähnlich von größeren alpinen Bewegungen verschont blieben, noch recht deutlich erhalten.

Die kristalline Umrahmung des Grazer Beckens kann mit einer großen Nische verglichen werden, welche an ihrer Südwestflanke von nordwest-südoststreichenden, an ihrer Nordwestflanke von nordoststreichenden Gneisen und kristallinen Schiefen umsäumt wird. Die Scharung der beiden divergenten Streichrichtungen ist im Stubalpengebirge gelegen.

¹⁾ Diese Auffassung hält zwar an den Bestand des Engadiner Fensters, als eines Auftauchens penninischer und unterostalpinen Glieder unter höheren ostalpinen Decken fest, lehnt aber die beliebte Übertragung dieser Gesichtspunkte auf das Tauernfenster ab, welches letzteres von mir als sekundäres Fenster innerhalb der „ostalpinen“ Einheit angesehen wird. Denn viele, von westalpinen Geologen oft viel zu wenig gewürdigte Argumente in den Tauern selbst und in den östlichen Zentralalpen sprechen meiner Meinung nach gegen dessen penninischen Charakter.

Diese nach Heritsch¹⁾ schon vorvariszische, nach Mohr variszische Anlage zeigt uns wohl hinreichend deutlich die Gabelung des Alpensystems in einer nordostgerichteten und in einem nach SO zu den Dinariden abzweigenden kristallinen Ast an. Die Trennung der Alpen und Dinariden scheint mir hier schon in der Uranlage vorgezeichnet zu sein.

Scharf schneidet dieser SO gerichtete kristalline Ast des „taurischen Gebirges“ wie es Mohr genannt hat,²⁾ an einer jungen, alpinen ostwestlichen Struktur der Südalpen ab, wie es vor allem die neuen Studien A. Kieslingers³⁾ in der südlichen Koralpe und eigene Studien im Poßruckgebirge erkennen lassen.⁴⁾ Zu gleichem Resultat ist H. Mohr bei Feststellung des taurischen Gebirges der variszischen Zeit in West- und Mittelkärnten gekommen, welches ebenfalls am jüngeren, südalpinen Bauplan abstößt.⁵⁾

In dieses alte Gebirgssystem hinein ist offenbar die oberkarbonisch-permisch-mesozoische Geosynklinale der östlichen Südalpen eingelassen worden, welche diese alten Strukturelemente schräge überquert hat. Sie war es offenbar, welche die Anlage der jungmesozoischen Faltungen in den östlichen Südalpen in alpiner Richtung vorgezeichnet hat. Die Südalpen und der Großteil der Ostalpen überhaupt sind demnach der Schauplatz wechselnder Beeinflussung durch alpine und dinarische Druckkräfte, die dem zeitlich ungleichartigen Entwicklungsgang der beiden Hauptgebirgssysteme Europas, der Alpen und Dinariden gemäß, zu verschiedenen Zeiten in verschiedenem Ausmaß in deren Einflußsphäre einbezogen wurden.

f) Die Bedeutung der hier dargelegten Ergebnisse für die Grundprobleme alpiner Gebirgsbildung.

Ich glaube, daß sich aus diesen hier entwickelten Gesichtspunkten noch einige Schlußfolgerungen von allgemeiner Bedeutung ergeben. Die gegenwärtig wohl vorherrschende Auffassung über den Alpenbau nimmt als bewogende Kraft des Deckenschubs die Anpressung, bzw. von weiter-

1) „Geologie der Steiermark.“ Graz 1921, Herausgegeben vom Naturwissenschaftlichen Verein für Steiermark. Graz 1921, S. 81—85.

2) „Ein geologisches Profil durch den Kolm bei Dellach im Oberdrautal usw.“ Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt in Wien, 1925, Nr. 3—4, S. 105.

3) Geologie und Petrographie der Koralpe. I. Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften in Wien, mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse, 135. Bd., 1. und 2. Heft, 1926, S. 1—42.

Anzeiger der Akademie der Wissenschaften in Wien, 1924, S. 181—183.

4) „Das Grundgebirge am Nordabfall des Poßrucks.“ Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt in Wien, 1927, Nr. 12.

Hier liegen große, in der Richtung von S gegen N erfolgte Schubbewegungen vor, die an dem abweichend gebauten, vormesozoischen Bau der südöstlichen Zentralalpen gewaltige Umformungen durch Mylonitisierung erzeugt haben. (Siehe Fig. 2.)

5) „Über taurische Gebirgsreste in der Klagenfurter Beckenumrahmung.“ Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt in Wien, 1926, S. 100—101.

Mohr schreibt hierüber: „Dieses variszische Gebirge, welches aus dem Balkan gegen NW heraufstreichend durch die jungalpinen Strukturen verquert wird, zeigt in seinem Generalstreichen, seiner Reichweite und der Richtung seiner Vorfaltung völlig selbständige Erscheinungsformen.“ (S. 101.)

her erfolgende Anschiebung mächtiger, starrer Schollen (speziell der afrikanischen Tafel) an, eine Auffassung, wie sie zuerst bekanntlich unter dem bekanntesten Bilde des „Traineau ecraseur“ vom Termier entwickelt wurde und wie sie dann in voneinander etwas abweichender Form von R. Staub¹⁾ und von E. Argand²⁾ in des letzteren glänzender Synthese: „La tectonique de l'Asie“ in entschiedener Weise vertreten wurde.

Andere Auffassungen gingen wiederum von der Annahme aus, daß die Ursache des Gebirgszusammenschubs in einer Schrumpfung der Unterlage unter dem Gebirge selbst zu suchen sei, welche in Form einer Verschluckungszone vorausgesetzt wird. Es ist dies die „Unterströmungstheorie“ O. Ampferers in ihrer ursprünglichen, klareren Fassung.³⁾ Derselbe Grundgedanke kehrt auch in Schwinnners „Cyklonentheorie der Gebirgsbildung“⁴⁾ wieder. Beide Auffassungen scheinen mir mit der Kontraktionstheorie, wenn letztere weiter gefaßt wird, vereinbar.

Das Bewegungsbild im alpin-dinarischen Gebiet führt bei eingehender Prüfung, wie mir scheint, zur Auffassung, daß irgend eine Beziehung zwischen den erkennbaren und deutbaren tektonischen Deformationen und einer südlichen oder südwestlichen Randscholle, welche als ein im tieferen oder höheren Niveau angreifender „Traineau ecraseur“ hätte wirken können, nicht besteht.

Die als ein schwach gefalteter Vorsaum aus den Dinariden in den Rand der Südalpen einlenkenden äußeren (Flysch- und Kreidefalten) zeigen nur sehr geringe tektonische Deformationen an. Erst in den weiter innen gelegenen Zonen finden wir im Bereiche des alpin-dinarischen Grenzgebietes jene kräftigen Knickungsüberschiebungen, welche das schräge Übergreifen der Südalpen über die stärker gegeneinander verschobenen, mittleren dinarischen Zonen begleiten. Wären diese Störungen durch den Anschub einer südlichen (südwestlichen) Scholle entstanden, so wäre gerade in den Randpartien des alpin-dinarischen Faltungssystems die Einwirkung starker Pressung zu erwarten gewesen, was nicht der Fall ist. Schon dies scheint mir der Erklärung der Gebirgsbildung durch den Anschub einer starren Scholle nicht besonders günstig zu sein.

Vor allem kann aber der innere Bau der alpin-dinarischen Grenzregion gegen diese Auffassung ins Treffen geführt werden. Wie hätte sich eine so deutliche tektonische Faltungs- und Schubzone, wie sie der dinarische Bogen darstellt, den verschiedenen Zonen des älteren alpinen Baues aufprägen können, dessen einzelne Zonen der Reihe nach knickend

1) „Der Bau der Alpen.“ Beitrag zur geologischen Karte der Schweiz. Neue Folge. 52. Lieferung, Bern 1924.

2) Compt. rendus du VIII. Congrès géolog. intern. 1922, Liège 1924.

3) „Über das Bewegungsbild von Faltengebirgen.“ Jahrbuch der Geologischen Reichsanstalt in Wien, 1906, S. 539–622.

Anwendung auf die Ostalpen insbesondere in O. Ampferer und W. Hammer: „Querschnitt durch die Ostalpen“. Jahrbuch der Geologischen Reichsanstalt in Wien, 1911, S. 697–709.

4) „Vulkanismus und Gebirgsbildung.“ Zeitschrift für Vulkanologie, Bd. V, S. 175 bis 230.

und deformierend, wenn die Ursache hierfür nicht in dem Untergrund dieses Zonenstreifens selbst gelegen wäre! Man bedenke doch, in welcher klarer Weise in der Entstehung der Ternowaner-Pöllander Überschiebung, in der großen Vorknickung der Julischen Alpen, in der Littaijer Überschiebung, in der Vorknickung der Karawanken und Steiner Alpen, in den Isonzotalknickungen usw. die Anpassung an eine unter dinarischem Einfluß eintretende Raumverengung unter der deformierten Zone zum Ausdruck kommt.

Die großzügige, tektonische Erscheinung des Übergreifens des dinarischen Bogens über verschiedene Alpenzonen und die Einförmigkeit der letzteren in einen neuen Bauplan erscheint meiner Meinung nach nur sehr schwer unter der Voraussetzung verständlich, daß dieses Bild durch das Anpressen einer starren Scholle bewirkt wäre, deren Einwirkung sich doch in erster Linie auf die Randteile des Gebirges, nicht aber auf dessen innere und entferntere Zone erstrecken könnte; um so mehr, wenn es sich nicht um den einfachen Zusammenschub und die Faltung eines bisher noch flachlagernden Schichtensystems, sondern, wie hier, um eine vollkommene Umorientierung eines vorhandenen Zonengefüges in abweichender Richtung handelt. Auch wäre nicht recht zu verstehen, warum der Anschub ein und derselben, Faltung und Deckenbildung erzeugenden Scholle in aufeinanderfolgenden tektonischen Phasen der Richtung nach so abweichende Bewegungsbilder hätte erzeugen sollen. Es erscheint mir verständlicher, die wirksamen Gebirgskräfte unter dem Gebirge selbst, und zwar unter dessen ganzer, hievon betroffener Breite angreifend, vorauszusetzen, wobei der in aufeinanderfolgenden Phasen erkennbare Wechsel in der Bewegungsrichtung, wie er an der Oberfläche oft sichtbar wird, auf eine Verlegung in den Unterströmungen (in bezug auf Ausdehnung und Richtung) bezogen werden kann.

Die Schaffung eines dem alpinen Bau übergeordneten, der Raumverringering des aufgeprägten Bogens so wunderbar angepaßten Bewegungssystems, wie es tatsächlich vorliegt, durch Anpressung einer südlichen Scholle bei Entstehung des alpin-dinarischen Zusammenschubs muß daher in den Bereich der Unwahrscheinlichkeit verwiesen werden. Ich glaube vielmehr, daß die Deutung der Bewegungsbilder im alpin-dinarischen Grenzgebiet einfacher unter der Annahme einer dem Verlaufe des dinarischen Bogens folgenden Raumverengung unter den betroffenen Gebirgseinheiten selbst erfolgen kann. Es wäre also in tertiärer Zeit das Eingreifen einer dinarischen Unterströmung unter die östlichen Südalpen und unter Teile der Zentralalpen und Westalpen vorauszusetzen, in welcher letzteren alpine und dinarische Strömungen zu einer einheitlichen Verschluckungszone verschmelzen würden.

So wie die geosynklinale Anlage der Gebirgsbildung, die gerade durch neue Schweizer Untersuchungen aufgehellt wird, eine enge Beziehung zwischen dem werdenden Gebirge und seinem tieferen Untergrunde erkennen läßt, so stünde nach der hier dargelegten Auffassung — im Sinne von Ampferers Unterströmungstheorie — auch der weitere Entwicklungsgang des Gebirges, so gewaltig dessen Deformationen auch

sein mögen, von Massenbewegungen im Untergrunde (Verschluckungen!) in engster Abhängigkeit. Ich glaube, daß diese Überlegungen zugunsten der Unterströmungstheorie Ampferers,¹⁾ mit welcher sich auch jedes beliebige Ausmaß alpiner Deckenbewegungen deuten läßt, sprechen.

Zusammenfassung.

Es sollte in dieser Studie auf das interessante Problem: Alpen und Dinariden, das in letzter Zeit schon mehrfach erörtert wurde, verwiesen werden.

Es wurde gezeigt, daß aus der geosynklinalen und aus der orogentischen Entwicklungsgeschichte des alpin-dinarischen Grenzgebiets im Bereiche der Südalpen geschlossen werden kann, daß die östlichen Südalpen und die anschließenden Dinariden in vieler Hinsicht einen getrennten Entwicklungsgang aufzuweisen hatten, der speziell in der Entstehung eines oberkretazischen, südalpinen Faltenystems seinen Ausdruck gefunden hat, während damals der anschließende Sedimentationsraum der Dinariden noch ungefaltete vorlag.

Es wurde weiters hervorgehoben, daß erst später, durch das Übergreifen des tertiären-dinarischen Bogens, ein einheitliches, alpin-dinarisches Bewegungssystem geschaffen wurde, wobei eine Ausprägung des dinarischen Faltenbogens nicht nur auf die Südalpen, sondern auch auf die mittleren und westlichen Zentralalpen und auf Teile der Westalpen stattgefunden hat. Der alpine Deckenbau ist also offenbar unter kräftiger Mitwirkung dinarischer Spannungen entstanden. Da diese letzteren bereits einen älteren, alpinen Bauplan vorfanden, den sie zwar umzustellen und umzuformen, nicht aber auszulöschen vermochten, so entstand ein weit verbreitetes System scheinbarer Querbewegungen im Ostalpenbau, die in den gewaltigen Knickungsüberschiebungen in den östlichen Südalpen und in den scheinbaren „Querbewegungen“ in den westlichen Zentralalpen (Ötztaler Drehung, rhätische Bögen usw.), als Begleiterscheinungen der vermuteten diagonalen, deckenförmigen Vorknickung der Ostalpen über die westalpinen Decken, den markantesten Ausdruck finden. Es sind vermutlich nur die Folgen der Einfügung des kretazischen Alpenbogens in den jüngeren, alpin-dinarischen Bauplan.

Auch mir erscheint aber die Annahme moderner Alpenauffassungen, welche in der Nordbewegung des alpinen Systems den maßgeblicheren tektonischen Vorgang erblickten, als die zutreffende. Die gegen die Adria, bzw. Padanische Senke gerichteten Faltungen und Knickungsüberschiebungen der südalpin-dinarischen Faltungstendenz erweisen sich als ein zwar wichtiges und weit verbreitetes und den großen tertiären Alpenbewegungen gleichzeitiges Phänomen, stehen aber — als ein sekundäres Ausweichen gegen die besonders tief absinkende, südliche

¹⁾ Eine weitere Ausarbeitung der Unterströmungstheorie, speziell auf Grund der alpinen Befunde, erscheint mir dringend nötig. Schwinnners Darlegungen (loc. cit.), die an die Unterströmungstheorie anknüpfen, scheinen mir — so interessant sie auch sind — doch nach einer Richtung zu führen, welche noch keine vollbefriedigende Lösung des Problems darbietet.

Randscholle des alpin-dinarischen Bewegungssystems¹⁾ — an Bedeutung doch wohl hinter den alpin-karpathischen Schüben zurück.

Im Bereiche der östlichsten Teile der Zentralalpen, die z. T. eine von den alpinen Bewegungen überhaupt kaum überwältigte Scholle darstellen, wurden die Anzeichen einer alten, vielleicht schon in vorpaläozoische Zeit zurückgehenden Scheidung alpiner und dinarischer Leitlinien hervorgehoben. Es kann daher vermutet werden, daß die Trennung dieser beiden europäischen Gebirgssysteme schon damals angelegt war. Die dinarische Richtung wurde sodann im Mesozoikum durch das Übergreifen ost-westlicher, südalpiner Geosynklinalbildung und anschließender kretazischer Faltungen, die einen südalpinen Faltungsast erzeugten, zurückgedrängt. Erst in tertiärer Zeit sind die dinarischen Gebirgskräfte — sich dem alpinen Bau aufrägend und diesen teilweise überwältigend — wieder zu neuem Leben erwacht.

Im Schlußabschnitt dieser Studie wurde auf die Bedeutung der alpin-dinarischen Grenztektonik, deren mechanischen Auflösung mehrjährige geologische Untersuchungen gewidmet waren, für die Erkenntnis der Ursachen des alpinen Gebirgsbaues verwiesen. Es wurde klargestellt, daß sich die in neuerer Zeit so beliebte Annahme einer Schollendrift als Erzeugerin des alpin-dinarischen Bewegungssystems nicht so gut mit dem geologisch-mechanischen Befund vereinbaren läßt, wie die Annahme einer mit Raumverengungen (Verschluckungen) vor sich gehenden Unterströmung unter dem Gebirge, wie die bekanntlich von O. Ampferer vertreten wird. Nach dieser Auffassung läßt sich der Gegirguszusammenschub auf, in verschiedenen tektonischen Phasen ihre Orientierung und ihre Intensität wechselnde Unterströmungen zurückführen, während die oberflächlich erkennbare Gebirgsbildung nur als der Ausdruck der in der Tiefe, unter dem Gebirge, vor sich gehenden Massenverschiebungen anzusehen ist. Zur Entscheidung in diesen Fragen werden wohl geophysikalische Untersuchungen in Hinkunft noch wesentlich beizutragen vermögen.

1) Wie es bekanntlich beim „insubrischen Stau“ der Westalpen besonders deutlich in Erscheinung tritt.