

ARTUR WINKLER

DINARIDEN U. ALPEN

Extrait des **COMPTES-RENDUS**
XIV^e Congrès Géologique International, 1926



MADRID
GRÁFICAS REUNIDAS, S. A.
Calle del Barquillo, 8
1929

ARTUR WINKLER

DINARIDEN U. ALPEN

Extrait des **COMPTES-RENDUS**
XIV^e Congrès Géologique International, 1926



MADRID
GRÁFICAS REUNIDAS, S. A.
Calle del Barquillo, 8
1929

ARTUR WINKLER

(Wien.)

DINAR DEN u. ALPEN

(Mit 4 Tafeln und 6 Figuren im Texte.)

Die Frage nach den gegenseitigen Beziehungen von Alpen und Dinariden berührt eines der Grundprobleme der Tektonik Europas. Handelt es sich doch hierbei um die Deutung des tieferen Zusammenhanges zwischen den beiden Hauptästen des grossen, mediterranen Falteingürtels. Die Erörterung des Alpen-Dinaridenproblems nimmt denn auch in neueren tektonischen Darlegungen über den Bau unserer jungen Kettengebirge eine sehr wesentliche Rolle ein.

Kober, (6, 7), *Staub* (13) und *Jenny* (5) ⁽¹⁾ haben die Alpen-Dinaridenfrage unter dem Gesichtspunkte der vorzüglich in den *Westalpen* gewonnenen Auffassung des Alpenbaus betrachtet, während *F. Kossmat* durch seine jahrelangen Studien in den östlichen Südalpen — im Bereiche des alpin-dinarischen Grenzgebietes und später in der zentralen Balkanhalbinsel —, seine Anschauungen auf den Boden der Südalpen und Dinariden selbst erworben hat. In seiner Arbeit «Die adriatische Umrandung in der alpinen Faltenregion» (Nr. 8) vom Jahre 1913 hat er einen grosszügigen Entwurf der alpin-dinarischen Grenztektonik — allgemeine Probleme des Alpenbaus in seine Darstellung miteinbeziehend —, vorgelegt, dessen weitere Ausgestaltung zu einem kurzen Abriss des Baus der mediterranen Falteingebirge Europas in der Studie: «Beziehungen des südosteuropäischen Gebirgsbaus zur Alpentektonik» (Nr. 10) gegeben erscheint.

Durch geologische Aufnahmen im mittleren und im oberen Isonzo Gebiet, im Bereiche der Julischen Alpen und ihrer Vorlage, die ich 5 Jahre hindurch (1916-1918, 1921-1922) durchzuführen Gelegenheit

(¹) Siehe Literaturverzeichnis am Schlusse dieser Studie.

hatte, und deren spezielle Ergebnisse ich in der Arbeit: «Das mittlere Isonzo Gebiet» (16) niedergelegt habe, wurde ich auf das Studium der alpin-dinarischen Grenzprobleme geführt. Nach weiteren, übersichtlichen Begehungen im Raume zwischen Save und Tagliamento entwarf ich in meiner Arbeit: «Der Bau der östlichen Südalpen» (17) ein auf dem Boden der vorliegenden Spezialuntersuchungen und der eigenen Studienergebnisse gegründetes Bild der tektonischen Entwicklung des südalpin-dinarischen Grenzraumes. Bei meinen Untersuchungen bin ich zu Ergebnissen gelangt, die gewissermassen als Weiterentwicklung der Auffassungen von *Kossmat* betrachtet werden können, die sich jedoch in einigen Punkten von dessen grundlegenden Ansichten entfernen. Weit grösser ist indessen der Kontrast meiner Ergebnisse gegenüber jenen Anschauungen über das Dinariden-Problem, wie sie in den Publikationen von *Staub* und *Kober* vertreten werden.

Ich habe bei meinen Untersuchungen des alpin-dinarischen Grenzgebietes das Schwergewicht auf eine möglichst sich enge an den gegebenen Aufnahmsbefund anschliessende tektonische Analyse gelegt.

Durch Studien in dem in Betracht kommenden Raum selbst konnte ich neue Anhaltspunkte für die Deutung des alpin-dinarischen Grenzproblems gewinnen, und versuchen den Bau durch Auflösung des Gebirgsbildes in seine zeitlichen und räumlichen Elemente verstehen zu lernen, um, wie an einer komplizierten Maschine, das Ineinandergreifen der einzelnen Bauelemente verfolgen zu können.

Es wird in den folgenden Zeilen, in einem I. Abschnitt, auseinandergesetzt werden, zu welchen Resultaten die tektonische Analyse der alpin-dinarischen Grenzregion geführt hat, sodann im II. Abschnitt auf die Folgerungen verwiesen werden, die sich aus meinen Studien für die Deutung des Aneinandertretens der beiden grossen, europäischen Gebirgsäste, der Dinariden einerseits und der Karpathen- Ostalpen andererseits und ihres Verschweissens im Stamme der Alpen ergeben.

ERSTER ABSCHNITT

Der Bau des südalpin-dinarischen Grenzraumes. (östliche Südalpen.)

(Siehe Tafel I.)

In den Erörterungen über das alpin-dinarische Grenzproblem spielt die Frage eine grosse Rolle, ob und in welcher Weise die Südalpen in die dinarischen Alpen einlenken, und ob beide Gebirge, mit Eduard *Suess*, als Einheit der Dinariden zusammenzufassen und vom Alpenstamm abzutrennen wären. Es erschien mir sehr wichtig, diese Frage vor allem

in jenem Raum eingehender zu prüfen, in welchem die Dinariden in breiter Front an den südalpinen Bau herantreten.

Ein Blick auf die tektonische Uebersichtskarte des dinarischen Gebirges, wie sie F. *Kossmat* in der geologischen Rundschau Bd. 15 (1924, auf Seite 258) veröffentlicht hat, lässt erkennen, dass nur die äusseren, gegen die Adria zu gelegenen, und zum Teil die mittleren Züge des dinarischen Gebirges *sichtbar* mit den südalpinen Falten zusammenreffen, während der Zusammenhang der «inneren» dinarischen Elemente mit den Alpen durch breite, mit Jung tertiären und diluvialen Bildungen erfüllte Niederungen verhüllt erscheint. Man kann daher aus dem geologischen Befunde unmittelbar nur die Beziehungen der äusseren und mittleren dinarischen Zonen zu den anschliessenden Südalpen feststellen, immerhin aber auf einen über 200 Kilometer langen Abschnitt das Verhältnis der beiden Gebirgssysteme zu einander studieren.

Alpen und Dinariden haben beide, wie die neueren Erfahrungen gezeigt haben, einen sehr langen, geologisch-tektonischen Entwicklungsgang hinter sich, der von der Geosynklinalzeit, in der schon die Keime der Gebirgsbildung im einzelnen angelegt wurden, über die Epochen der Vorfaltung zu den Hauptfaltungsphasen und schliesslich zu den Perioden der epigonenhaften Nachbewegungen geführt hat.

Nebst der Ermittlung der räumlichen Beziehung der Gebirgszüge zu einander muss der zeitlichen Sonderung der Bewegungsvorgänge eine grosse Sorgfalt gewidmet werden.

Das Verhältnis von Südalpen und Dinariden in der Geosynklinalphase.

Die Feststellung, ob die Sedimente der östlichen Südalpen aus einer alpinorientierten oder aus einer dinarisch verlaufenden Geosynklinale hervorgegangen sind, hat schon eine grundsätzliche Bedeutung für die Erkenntnis der Beziehungen beider Gebirge, da ja die Grundanlage der Tektonik, wie jetzt allgemein vorausgesetzt wird, schon in die Zeit der mesozoischen, geosynklinalen Einmündungen zurückgeht.

Die Achse der östlichen Südalpen und ihrer Sedimentationsmulde, aus der sie geboren wurden, entspricht der Zone der julischen Hochalpen, der Steiner Alpen und ihrer östlichen Fortsetzung (siehe Tafel I und Tafel II).

Zur Triaszeit war dieser Raum durch eine von *Kossmat* ermittelte Gebirgsauftragung, die sich in der Sedimentation direkt oder indirekt vom Tagliamento in Westen bis an die Kroatische Grenze im Osten zu erkennen gibt, gegen den im Süden befindlichen Ablagerungsraum der dinarischen Alpen zeitweise fast völlig gesondert. Das Auftreten einer

Schwelle markiert sich in der mittleren Triaszeit in besonders deutlicher Weise.

Diese Zentralzone der triadischen Geosynklinale der Südalpen lässt sich ostwärts, ohne Unterbruch, mit typisch alpiner Entwicklung ihrer Sedimente (auch mit Hallstätter Kalken), bis in die kroatischen Inselberge hinaus verfolgen, wo die Triaswellen unter dem Jungtertiär und Quartär der Drauebene verschwinden, *jedoch teilweise ihre zweifellose Fortsetzung in dem Triasbereich des Bakonyer Waldes finden*. Die Anklänge, die die Triasfacies des Bakonyer Waldes an jene der Südalpen aufzeigt, von deren Ausläufern sie nur 50 Kilometer ⁽¹⁾ entfernt ist, sind seit langem bekannt. Wenn auch eine zeitweise Verbindung des südalpinen Meeres (speziell jenes der Obertriaszeit) mit dem dinarischen Bereich stattgefunden hat und stellenweise stets beide Meeresbereiche wahrscheinlich durch breitere Kanäle miteinander in Verbindung standen, so ist es andererseits doch sichergestellt, dass das *Auslaufen der südalpinen Trias-geosynklinale in nordöstlicher Richtung gegen den Bakonyer Wald und in die Süd Karpathen, bzw. in östlicher Richtung in den Untergrund der ungarischen Ebene hinein erfolgte*.

Die triadische Grundgebirgsschwelle, die den teilweisen Abschluss des *zentralen* südalpinen Ablagerungsbereiches vom dinarischen bedingte und die noch gegenwärtig durch Schieferaufbrüche sich markiert, begleitete die südalpine Triasgeosynklinale an ihren Südsaum und bildet eine Zone, die ich als Aussenzone der julischen Alpen und Steiner Alpen (17) bezeichnet habe.

Die triadischen Ablagerungen der östlichen Südalpen sind also aus einer Geosynklinale hervorgegangen, welche bei ausgesprochenem ostwestlichen Verlauf von dem Ablagerungsraum des dinarischen Triasmeeres durch Schwellen deutlich geschieden war.

Sie sind somit in einem Teilgebiet der *alpinen* Geosynklinale entstanden. In der *Lias-Jurazeit* ergibt sich ein ähnliches Bild in der Anordnung der Fazieszonen. Eine ausgesprochene Tiefenrinne, die zum Teil bathyale (vermutlich) abyssale Sedimente (Radiolarite) enthält, zieht in alpiner (Ostwest-) Richtung vom Tagliamento bis an die Laibacher Saveebene-dorthin ausflachend, und schliesslich vermutlich aushebend-heran. Wieder lag, wie in der Triaszeit, eine Festlandschwelle im Süden der jurassischen Meeressmulde vor, die in Form von Inselerhebungen und eines submarinen Riffgürtels eine Barre zwischen dem südalpinen und dem Flachsee-sedimente tragenden, dinarischen Ablagerungsbereich bedingte. Sie war gegenüber jener der Triaszeit, weiter nach Süden gerückt, im Bereiche der von mir (17) als *Vorlage* der Südalpen bezeichneten, südalpinen Randzone gelegen.

(1) Jungtertiäre-quartäre Verdeckung verhüllt das Verbindungsstück.

Es muss festgestellt werden, dass diese südalpine Haupt-Meeressmulde, die von einem tieferen Graben begleitet war (mit eigentümlichen Jurasedimenten: mächtige Fleckenmergel-Entwicklung, Hornsteinplattenkalkfacies, bunte Kieselschiefer, und Radiolarite) *nicht* in die Dinariden einlenkte, sondern sich gegen Osten, gegen die Laibacherebene zu, heraushob ⁽¹⁾. Ein, die südalpine Jurageosynclinale mit der dinarischen verbindendes, *tieferes Meer existierte nicht*.

Aehnlich lagen die Verhältnisse in der *älteren Kreidezeit*. Aber noch in der *Oberkreide* lässt sich eine ostwestlich verlaufende, rein südalpin orientierte Flyschmergel-Entwicklung und Rudistenkalk-Ausbildung am Südsaume der julischen Alpen ostwärts bis gegen die Saveebene hinaus verfolgen, woselbst *Kossmat* bei Domzale (nördlich Laibach) Rudistenbreccien festgestellt hat. Diese, auf stärkere tektonische Einsenkungen deutende, ostwestliche Meeressmulde hebt sich klar von dem südlich vorgelagerten, dinarischen Kreidegebiet, mit seiner Karstkalk-Entwicklung, ab ⁽²⁾.

Das *Eozän* zeigt eine Beschränkung ausschliesslich auf den äusseren (dinarischen) Saum der Südalpen.

Aus diesen Darlegungen geht hervor, dass in jenem Raum, in welchem die Fortsetzung der dinarischen Zonenstrukturen im Bereiche der Südalpen zu suchen ist und in welchem tatsächlich, wie noch gezeigt werden wird, das Eingreifen dinarischer Strukturelemente zu erkennen ist, *keine* Anzeichen für eine geosynklinale Verbindung der südalpinen, tieferen Meeressmulde mit dem südlich vorgelagerten, dinarischen Meeresraum, im grösseren Umfange, festzustellen sind. Im Gegenteil lassen sich im allgemeinen zwischen beiden die Andeutungen einer ostwestlichen, trennenden Gebirgsschwelle feststellen, die eine zeitweise, mehr oder minder vollkommene Scheidung beider Ablagerungsbereiche bedingte.

⁽¹⁾ Ob hier nur ein Denudationsrand vorliegt oder ob tatsächlich dort schon der Abschluss der Jurassischen Meeressmulde anzunehmen ist, getraue ich mich nicht zu entscheiden. Ich möchte aber es für wahrscheinlich erhalten, dass das Jurameer ostwärts, wenn auch ausflachend, der Trias folgend, bis in die Kroatisch ungarische Ebene hinausgereicht hat und dass in dem (mittel-cretacischen) Verbindungsstück seine Absätze der vorgosausischen Erosion zum Opfer fielen.

⁽²⁾ Die Flysch-Entwicklung der Oberkreide hat demnach, unter Berücksichtigung der Denudation, sicher bis an die Laibachersenke ostwärts herangereicht. Östlich derselben sind zwar echte Flyschablagerungen nicht bekannt wohl aber Gosauschichten (südlich des Bachers). *Kossmatt* hat auf diese Tatsache des Fehlens einer durchlaufenden Flyschzone ein gewisses Gewicht gelegt. Indessen ist das Vorhandensein einer Flyschzone keine notwendige Begleiterscheinung eines Faltengebirges. So fehlt den westlichen Südalpen eine eigentliche Flyschzone (ebenso dem Jura Gebirge u. a.). Das Fehlen einer durchlaufenden Kreideflyschzone am Südfusse der Südalpen *östlich* des Laibacherbeckens spricht aber wohl dafür, dass dort in der Oberkreide eine tiefere Meeressmulde dem Gebirge nicht mehr vorlag und das Gebiet schon durch die Oberkreidefaltung herausgehoben blieb.

Diese Scheidung der südalpinen und dinarischen Ablagerungsräume gilt nur in grossen Zügen und im allgemeinen. Ausgedehntere *Randteile* der Südalpen, die sich nach ihrer tektonischen Struktur schon als diesen zugehörig erweisen (Hochkarst, Savefalten) waren in der Triaszeit und teilweise nicht im Jura Bestandteile des dinarischen Ablagerungsbereiches bzw. der trennenden Schwelle. *Indessen hebt sich doch bei unbefangener, Betrachtung, der axiale Teil der ostwest verlaufenden, gegen Osten und Nordosten ausstreichenden, südalpinen Geosynclinale mit hinreichender Deutlichkeit und Selbstständigkeit von dem benachbarten, dinarischen Ablagerungsbereich ab, um die Unabhängigkeit der Südalpen von den Dinariden schon in der geosynklinalen Grundanlage feststellen zu können.*

Das Verhältnis der Südalpen zu den Dinariden in der Zeit der Anfänge der alpinen Gebirgsbildung.

In breiter Front ziehen die äusseren und mittleren dinarischen Fall- und Schubzonen mit nordwestlichem Streichen bis an die Südalpen heran. Es ist nun für die Deutung des alpin-dinarischen Problems von grosser Wichtigkeit festzustellen, ob und in wie weit ein Umlenken des cretacischen Südalpenbaus in die dinarischen Alpen festzustellen ist. Schon ein Blick auf eine Uebersichtskarte zeigt, dass im grossen und ganzen—von Grenzerscheinungen abgesehen—die südalpinen Strukturen bei deutlich ostwestlichem Verlauf sich von den dinarischen (nordost-südwest streichenden) Schuppen und Falten abheben. Besonders markant erscheint dies in den östlichen Teilen, wo die dinarischen Wellen schräge an dem ostwestlichen Bau der Savefalten abstossen.

Diese Erscheinungen wurden in zweifacher Weise gedeutet:

F. Kossmat (8-10) hat die Meinung ausgesprochen, dass die Fortsetzung der dinarischen Falten im Bereiche der östlichen Südalpen (durch Einknickung des periadriatischen Bogenscheitels) in die Alpenrichtung gepresst erscheint. Ich habe im «Bau der östlichen Südalpen» mit eingehender Begründung die alpine Richtung als die präexistierende hingestellt und ihre Deformation durch jüngere, dinarische Beeinflussungen sicher zu stellen versucht.

Wir wollen nun die Verhältnisse in den Einzelphasen der Gebirgsbildung kurz betrachten.

Jurassische Gebirgsbewegungen. — Ich sehe hier von einer näheren Erörterung, jener, sehr interessanten, mitteljurassischen Gebirgsbewegungen ab, die ich (16) im Hochgebirgsstock der julischen Alpen in sehr deutlich ausgebildeter Weise feststellen konnte.

Cretacische Gebirgsbewegungen. — Erst die mittlere Kreidezeit bedeutet für die Südalpen eine Phase *gesteigerter Gebirgsbewegungen*.

Wie die Geröllführung, die grob klastische Beschaffenheit und der teilweise Flyschcharakter der Oberkreideablagerungen erkennen lässt, geht die grundlegende (aber *nicht* die bedeutendste) Faltung des Haupt-

teiles der östlichen Südalpen schon in die Kreidezeit zurück. Das Transgredieren von Gosauablagerungen am Ostfusse der Karawanken, am Südfusse des Bachergebirges, am Südsaum der Steiner-Alpen und auch in den julischen Alpen, zum Teil schon auf Trias-Niveaus hinab gibt einen Fingerzeig für die Bedeutung der cretacischen Bewegungen. In den julischen Alpen konnte nicht nur in den inneren Zonen, sondern auch in der «Aussenzone» und sogar in der «Vorlage» das akzentuierte Einsetzen cretacischer Bewegungen sichergestellt werden. *Man kann sagen, dass fast die ganze Breite der heutigen, östlichen Südalpen schon in der Oberkreidezeit als Faltengebirge einen Bestand hatte, während gleichzeitig die anschliessenden dinarischen Gebiete, im Bereiche der gesamten, sichtbar mit den Südalpen in Verbindung tretenden Zonen (Zone I-IV a der Dinariden nach Kossmat), sich noch im Stadium der Geosynklinale befanden* (1).

Der Verlauf dieses südalpinen Kreidegebirges, welches aus einer alpin orientierten Geosynklinale hervorgegangen ist, war ein ausgesprochen ostwestlicher, gegen Süden durch den dinarischen, vom Kreidemeer bedeckten Ablagerungsraum begrenzt.

Die Ostwestrichtung in der grundlegenden Anordnung der Faltenelemente tritt nicht nur im dem Drauzuge (Karawanken) in den julischen, -Steiner-Alpen und ihrer Fortsetzung, sondern auch in deren Vorzone und-durch spätere dinarische Beeinflussungen teilweise verwischt-sogar noch in der Vorlage in Erscheinung. Ich habe im «Bau der östlichen Südalpen» durch eine besonders eingehende Analyse der Gebirgsstrukturen der Ternovaner -Hochkarstscholle der «Vorlage» gezeigt, dass hier ursprünglich -vor Eintritt der unter dinarischem Einfluss entstandenen, jüngeren Schubbewegungen - ein rein *alpin orientierter*, mit den Savefalten zusammenhängender, *ostwestlicher Gewölbe-Bau* vorhanden war. (Siehe Figur 1 und Tafel I).

Die cretacische tektonische Grundanlage der östlichen Südalpen ist demnach eine alpine, gewesen. Ein Einlenken dieses cretacischen Gebirgsbaus in die dinarischen Alpen ist im Hauptteil nicht erkennbar.

Was das Ausmass der cretacischen Bewegungen anbelangt, so kann hierüber ausgesagt werden:

In den julischen Alpen und ihrer Vorlage gibt sich ein ausgesprochener Faltenbau, obercretacischer Entstehung, zu erkennen, indem schon vor dem Senon eine Blosslegung der Obertrias, am Nordsaum auch paläozoischer Schiefergesteine festgestellt werden konnte, ohne dass bestimmte Anzeichen für cretacische *Ueberschiebungen* ermittelt werden

(1) Die inneren dinarischen Zonen sind zwar cretacischer Entstehung. Ihr Herantreten an die Südalpen ist aber unter dem Schwemmschutt verborgen. Ihre Betrachtung muss vorläufig ausgeschlossen bleiben.

konnten. Es ist aber wahrscheinlich, dass in den den Zentralalpen genäherten Teilen der Südalpen (speziell im Drauzuge) sich schon in der Oberkreide namhafte Schübe ereignet haben, wofür aus den Nordkarawanken und östlich davon Anzeichen vorliegen.

Voreozäne Bewegungen. — In den julischen Alpen markiert sich vor Eintritt der Transgression des Mitteleozäns, durch eine voreozäne Faltung der Senonschichten eine neue, kräftige Bewegungsphase, die in ausgesprochenen Diskordancen zwischen Kreide und Eozän zum Ausdruck kommt. In den anschliessenden Dinariden wird hingegen diese Schichtlücke, -insofern man nur die der Adria genäherten, mittleren und äusseren Zonen in Betracht zieht - durch eine konkordante Schichtfolge überbrückt.

Auch der voreozäne Südalpenbau erscheint von dem dinarischen Geosynklinalgebiet noch im wesentlichen scharf geschieden. Indessen kann eine dinarische Beeinflussung der südalpinen Wellen in Form des Auftretens diagonaler und transversaler Elemente vermutet werden.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die *grundlegenden* Gebirgsbewegungen, die freilich an Ausmass der Zusammenschiebung gegenüber den tertiären bedeutend zurückstanden, die aber aus den geosynklinalen Keimen die erste und massgebliche Anlage nicht nur der tektonischen Hauptzonen, sondern auch vieler einzelner Elemente im Bau der Südalpen geschaffen haben, schon in die *Oberkreide* zurückgehen. Durch diese Bewegungen wurde ein Gebirge geschaffen, dass sich sowohl seiner Streichrichtung nach (O-W Verlauf), als auch nach seiner engen Anשמiegung an den vorgosauischen Bau der östlichen Zentralalpen und nach seiner scharfen Scheidung von den noch im Geosynklinalstadium befindlichen, anschliessenden Räumen der Dinariden *als Bestandteil des Ostalpenkörpers erweist* (1).

Die Hauptgebirgsbewegungen im Alttertiär.

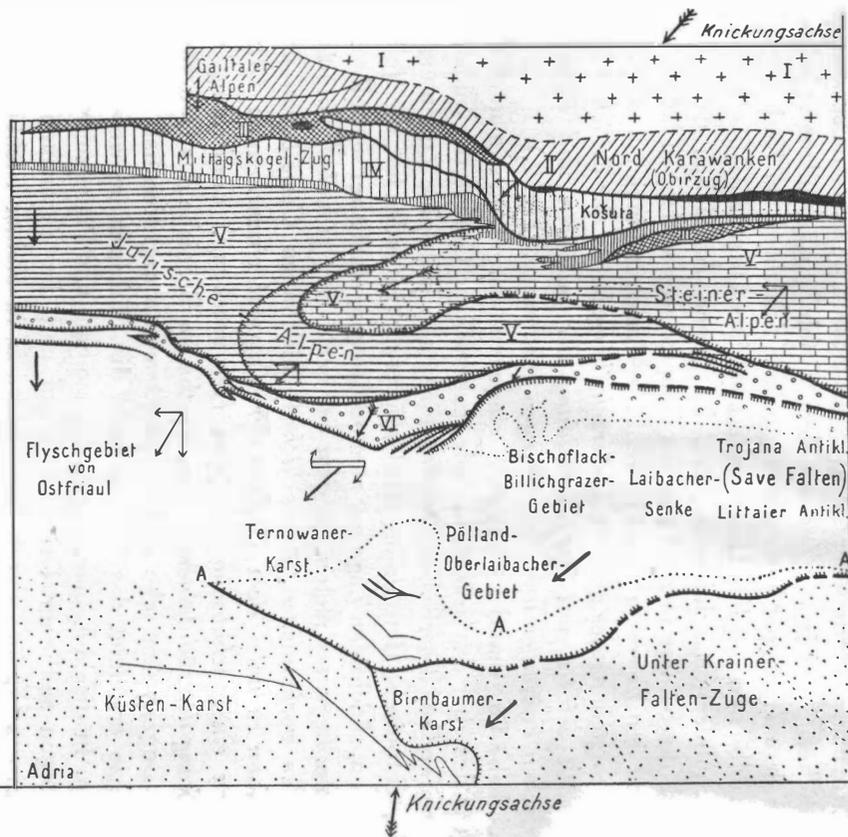
(Fig. 2.)

Die östlichen Südalpen zeigen speziell nach den Untersuchungen von *Kossmat*, *Teller* und den eigenen einen grösseren Ueberschiebungsbau, der in den südlichen und mittleren Zonen im wesentlichen gegen die Adria zu gerichtet ist: Das Alter dieser Bewegungen kann für einen grösseren Teil derselben mit Sicherheit als *nacheozän* angegeben wer-

(1) Inwieweit diese Angaben eine Einschränkung durch das vermutliche Uebergreifen eines cretacischen Dinaridenbogens über die Ostalpen und somit auch über die Südalpen erfahren müssen, wird später erörtert werden.

- Zentralalpen. 
- Drauzug Nordkarawanken. 
- Tonalitzzone. 
- Altpaläozöische Zone. 
- Südkarawacken. 
- Karbonantkl. 
- Zentral Julische Alpen. 
- Steirer Alpen. 
- Jul. u. Steirer Aussenzone. 
- Vorlage der Südalpen. 
- Dinariden Zonen. 

Maßstab 1:200.000



Arthur Winkler

Fig. 1.

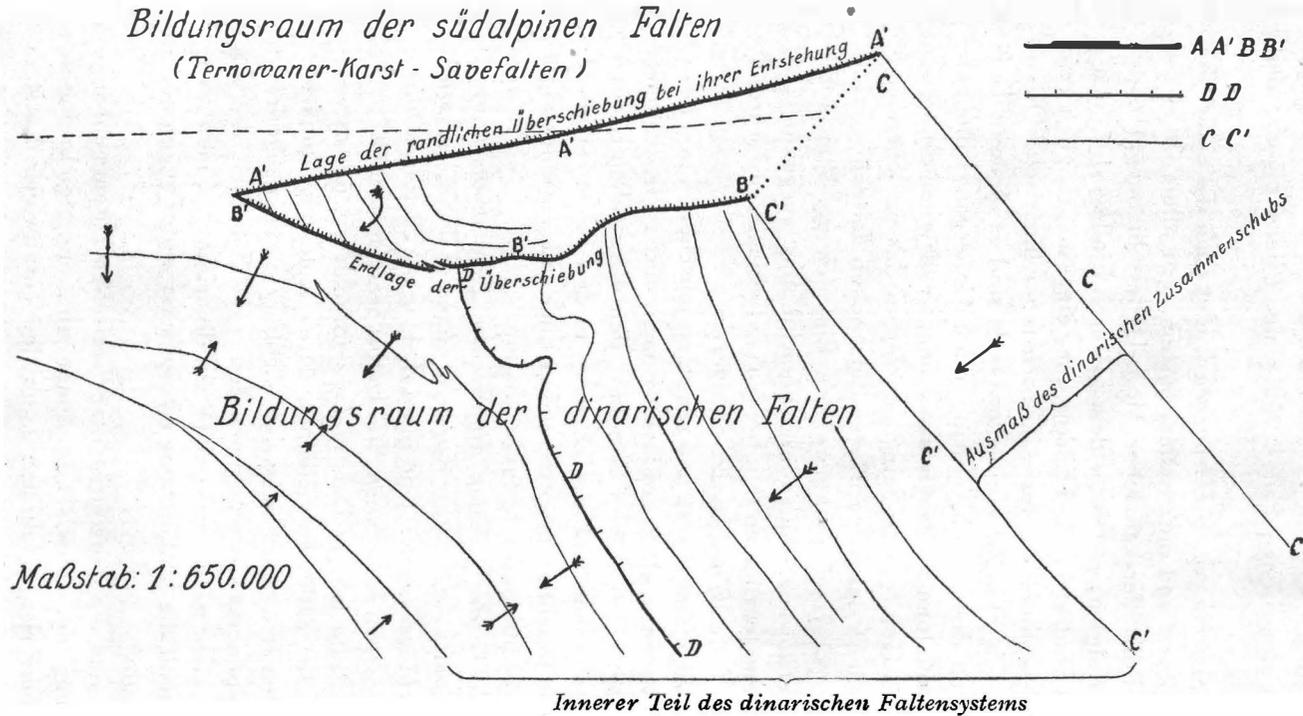
den. Wahrscheinlich sind die grossen, gegen Süd gerichteten Schübe zur Gänze nacheozänen Alters. Andererseits müssen sie sich aber schon zum wesentlichen Teile in der Zeit *vor* dem Mitteloligozän vollzogen haben, wie aus dem Transgredieren oberoligozäner Schichten auf Karbonkerne der Gewölbe und aus dem Uebergreifen mariner Oligozän-Ablagerungen über Schubflächen schliessen lässt. Es liegen Anzeichen dafür vor, dass sich die Schübe in zwei grossen Hauptphasen vollzogen haben, die (beide) in den Zeitraum vom Obereozän-Altmiocän hineinfallen.

Die Entstehung des grossen Ueberschiebungsbaues der östlichen Südalpen fällt zeitlich mit der Ausbildung der mittleren und äusseren, dinarischen Faltungen und Schuppungen zusammen. (Fig. 2.)

Ich habe im «Bau der Südalpen» eingehend dargelegt, wie unter dem Einfluss des über das präexistierende, ostwestliche Gefüge der Südalpen übergreifenden, dinarischen Bogens eine, alle südalpine Zonen umfassende, tektonische Umordnung des Gefüges stattgefunden hat, die freilich die älteren, südalpinen Züge nur zu modifizieren, nicht aber auszulöschen vermochte. *In jenem Raum, in dem der verlängert gedachte, dinarische Bogen den vorhandenen, ostwestlichen, südalpinen Gewölbebau überquerte, kam es unter dem Einfluss der diagonal einwirkenden Druckkräfte zu einer schubschollenartigen Heraushebung, Eindrehung und Einknickung der südalpinen Zonen, welche im Bereiche des Uebergreifens des Bogens sämtliche südalpinen Elemente ergriffen hat. Westlich vom Isonzo erscheint das Einlenken in die Südalpen im wesentlichen vollzogen. In diesem Raume, gegen Tagliamento und Piave zu, hören die Einwirkungen seitlicher Druckkräfte auf und die Zusammenpressung des Gebirges erfolgte durch Nordsüddruck, in alpiner Richtung, aber unter der verstärkten, vereinigten Wirksamkeit südalpiner und dinarischer Gebirgskräfte.*

Die grossen Ueberschiebungen in den östlichen Südalpen erscheinen nahezu ausschliesslich auf den Raum der Einlenkung des dinarischen Bodens beschränkt. In diesem wurden die vorhandenen, alpinorientierten Faltenzüge an tief eingreifenden Rissflächen gewissermassen aus den Angeln gehoben und zwischen zwei Endpunkten, unter gleichzeitiger Drehung und Verknickung vorgeschoben. So bedeutend die Ueberschiebungen auch an den Stellen stärkster Vorknickung waren (bis über 25 km Schubweiten), so rasch klingt dieser Bewegungsmechanismus im Streichen nach beiden Richtungen hin aus. Ich habe für derartige, auf lokalisierte Knickungs-Stellen im Gebirge beschränkte Schubvorgänge die Bezeichnung *Knickungsüberschiebungen* vorgeschlagen. Ihre Entstehung und Ausbildung im Bereiche der südalpinen Faltenzonen erscheint als die natürliche und mechanisch-geometrisch zu erwartende Auslösung des diagonalen, dinarischen Zusammenschubs im Bereiche der bereits in ostwestlicher Richtung versteiften, nunmehr schräg beanspruchten,

Bildungsraum der südalpinen Falten
(Ternovaner-Karst - Savefalten)



Innerer Teil des dinarischen Faltensystems

Bemerkung zu Fig. 2.

Stellt die Beziehungen zwischen dinarischer Faltung und gleichzeitiger südalpiner Knickung in schematischer Weise dar.

- A'..... A'. Lage der Randüberschiebung der Ternovaner- (westl.) Savefaltenzone *in statu nascendi*.
 B'..... B'. Endlage derselben Überschiebung nach dem Vorschube und gleichzeitiger Knickung.
 C..... C. Lage der *innersten* (auf der Skizze noch verzeichneten) dinarischen Faltenwelle *in statu nascendi*.
 C'..... C'. Lage derselben Welle nach Zusammenfaltung und Schiebung des dinarischen Systems.
 D'..... D'. Endlage der bei letzterem Vorgange gebildeten Hauptüberschiebung (= Birnbaumer Adeloberger-Grafenbrunner Schublinie).

südalpinen Schollen. Richtet man die Knickungen aus und biegt die einseitig vorgepressten und vorgedrehten Schollen wieder in ihre ursprüngliche Lage zurück, so glätten sich auch die anschliessenden, zum Teil überschobenen dinarischen Falten völlig aus. (Siehe Figur 3 und Fig. 5-6).

Ein System von *Knickungsüberschiebungen* bildet auch die natürliche Grenze zwischen alpinem und dinarischem System. Vor allem ist es die grosse Ternowaner-Pöllander-Laibacher Moor-Ueberschiebung ⁽¹⁾, die auf weite Distanz verfolgbar, erst unter dem späteren Einfluss der dinarischen Kraft — durch Eindrehung und Einknickung eines ursprünglich rein alpin orientierten Gewölbeelementes — ihre *scheinbar* dinarische Orientierung erhalten hat. (Fig. 1 u. 2). Weiter im Osten sind es kleinere Teil-schubbewegungen, an denen sich, entlang einer Uebergangszone, die Dinariden von den Südalpen ablösen lassen. Ebenso vollziehen die weiter gegen das Innere des Gebirges zu gelegenen Zonen der östlichen Südalpen, unter dem Einfluss des aufgeprägten dinarischen Faltenbogens, in Form von «Knickungsüberschiebungen» ihre Einknickung. Wurde die «Vorlage» an der Ternowaner-Pöllander Überschiebung vorgeknickt so scheint die julische Aussenzone an den beiden, südgerichteten Isonzotalerknickungen (siehe Talfe II) und an der nordgerichteten Blegasknickung dem dinarischen Gefüge eingepasst. Die zentralen julischen Alpen bzw. die Steiner Alpen, folgten, meiner Auffassung nach, durch die diagonale Vorknickung der sog. «Zlatnastudor Scholle», den dinarischen Kräften, während die Südkarawanken und der Drauzug in den schon im geologischen Kartenbilde prächtig hervortretenden Ein- und Vorknickungen derselben Bewegungstendenz nachgegeben haben.

Dem Heranstreichen des grössten dinarischen Zusammenschubs an der Zone: Buccari-Spalte Adelsberger Karst-Birnbaumer Wald, entspricht in der gedachten Verlängerung der genannten Zone in die Südalpen hinein das Auftreten der grössten, südalpinen Knickungsüberschiebungen.

Auf Textfigur 1 habe ich zur Darstellung gebracht, wie der ostwestliche Gewölbebau der östlichen Südalpen durch Knickungsüberschiebungen in longitudinaler und transversaler Richtung zusammengedrängt erscheint. Für die alpeinwärts gelegenen Zonen der Südalpen, die von der Fortsetzung der mehr nach *innen* gelegenen dinarischen Zonen überprägt werden, erscheint die Einknickung naturgemäss weiter gegen nordosten hinaus verschoben.

Auf Textfigur 2 sind die geometrisch-mechanischen Zusammenhänge zwischen der Faltung der dinarischen Zonen und der gleichzeitigen, zugehörigen Knickung der südalpinen Zone der Ternowaner Karstes-Savefalten ersichtlich gemacht.

(1) Aus 2 vermutlich nicht ganz gleichaltrigen Stücken zusammengesetzt.

Fig. 3 deutet die Entwicklung der Schubkörper im südalpinen Randgewölbe an.

Figur 4 gibt die Lage des südalpinen Randgewölbes vor Eintritt, und nach Eintritt der grossen Knickungsüberschiebungen im höheren und einem tieferen tektonischen Stockwerk, an.

Fig. 2 zeigt das ^hiedurch und durch Abtragung entstandene, gegenwärtige tektonische Bild.

Der zerrissene Faltenschub.

Bei den Knickungsüberschiebungen hat sich die Ablösung der Schollen von ihrem Untergrunde *weder* in Form von grossen Liegenfalten, *noch* in Form von Gleitungen auf den Schichtflächen (nach Art einfacher Gleitbretter) vollzogen. Vielmehr zeigte die Untersuchung der Schubkontakte, dass im allgemeinen ein Durchreissen der entstehenden Bewegungsflächen dnrch einen bereits fertigen Gewölbebau eingetreten war. Es wurden also schon in ihrem Faltengefüge gefestigte Schollen von den Ueberschiebungen betroffen und «die oberen Teile» dieses Systems durch Bewegungen mehr oder minder weit vorgetragen. Ich habe diesen Ueberschiebungstypus als den *zerrissenen Faltenschub* bezeichnet.

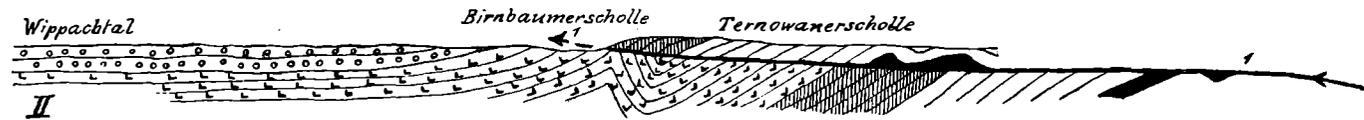
Figur 3 zeigt an dem Schema des südalpinen Randgewölbes des Ternowaner Waldes die Entstehung und Weiterbildung einer solchen Knickungsüberschiebung in Gestalt eines zerrissenen Faltenschubs.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die alpin-dinarische Grenztektonik durch die Aufprägung des dinarischen Bogens über die vorhandenen, präexistierenden, südalpinen Wellen gekennzeichnet ist, welche — selbst wohl auch noch in der ursprünglichen Richtung in Fortbildung begriffen — unter dem Einfluss der schräg übergreifenden Kräfte der Dinariden geraten waren. Hiedurch wurden sie durch ein System klar überblickbarer, aber sich erst bei genauem Studium aufhellender Knickungsüberschiebungen und Eindrehungen dem dinarischen Bewegungssystem eingefügt. *Es ist also nicht der Kopf der Dinariden, der in den östlichen Südalpen in die alpine Richtung eingepresst wurde (Kossmat), sondern umgekehrt erscheinen hier die südalpinen Wellen unter dem Einfluss des dinarischen Bogens in komplizierter Weise in dessen Bewegungsbild, soweit es ging, eingeordnet. Der dinarische Gebirgsbogen hat teilweise die anschliessenden Südalpen überwältigt.*

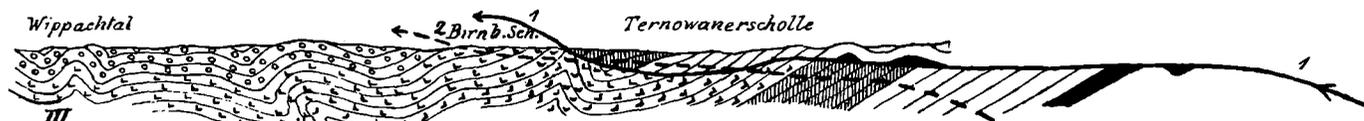
Jüngere Nachbewegungen.—Im Obermiozän und Pliozän haben sich in den östlichen Südalpen Bewegungen abgespielt, die trotz ihrer nicht geringen Bedeutung doch, dem System der Knickungsüberschiebungen gegenüber, als Nachbewegungen angesprochen werden können. In der Tüfferermulde der Savefalten, am Südsaum der Julischen Alpen, westlich



Unt. Trias (Werf. Sch.)
 Mittel-Ober-Trias
 Lias-Jura
 Unt. Kreide



Ob. Kreide
 Eocän
 Überschiebungen
 Linie entstehender Überschiebungen



Maßstab: 1 : 400.000

Tekt. Entwicklungsschema d. Ternow.-Birnbaum.-Grenzgebiete

Fig. 3.

des Tagliamentos, und an jenem der Steiner Alpen und am Nordsaum der Karawacken sind randliche, nachmiozäne Ueberschiebungen der Schollen festgestellt.

Die auch in morphologischer Beziehung deutlich als Gebirgsketten hervortretenden, ostwestlich — ostnordöstlich streichenden Züge der Savefalten tragen den *alpinen* Charakter dieses Systems sehr deutlich zur Schau. Es scheint sich hier um ein Ueberdauern der alpinen Bewegungen über die dinarischen Kräfte zu handeln, welches in diesen Räumen in der Anordnung der jungtertiären Faltungszonen klar in Erscheinung tritt. So wie die Geosynklinalphase, dann der Beginn der Faltung — in der Oberkreide —, nahezu rein die alpine Richtung zur Geltung brachte, so erscheint vielleicht auch der Abschluss der gebirgsbildenden Vorgänge wieder stärker von den südalpinen Druckkräften beherrscht, während wir in den zwischengelegenen *Hauptbewegungsphasen* das massgeblichere Eingreifen dinarischer Gebirgskräfte voraussetzen müssen.

Die aus der Analyse der tektonischen Teilelemente und ihrer Zusammenfassung gewonnenen Anschauungen *haben ein bestimmtes Bild über das Verhältnis der Südalpen zu den Dinariden* ergeben, das die Deutung als Aufprägung des jüngeren, dinarischen Gebirgsbogens über einen, in seiner Geosynkinalgeschichte und seinen älteren (cretacischen) Faltungsphasen ostwest orientierten, südalpinen Gebirgsbau ermöglicht hat.

Es wird die Aufgabe im zweiten Teil vorliegender Studie sein, die Erscheinungen im Rahmen der Alpenentwicklung kurz ins Auge zu fassen.

II. Der dinarische Bogen im Alpenbau (¹).

(Fig. 5 und Fig. 6.)

Eduard Suess hat bekanntlich im III. Bande des «Antlitzes der Erde» die Abtrennung der Südalpen von den Alpen und ihre Vereinigung mit den dinarischen Alpen unter dem Begriff der *Dinariden* vollzogen. Diese Auffassung hat sich gegen manchen Widerspruch im wesentlichen als die herrschende erhalten.

Wenn man die neueren Auffassungen über die tektonische Rolle der Südalpen im Alpenbau überblickt, so findet man, dass die Einordnung dieses Gebirgselementes in sehr verschiedener Weise erfolgt ist.

Nach *Kober* wären die Orogen-Zonen der Erde zweiseitig gebaut. Im Mittelmeergebiet sei dem nordbewegten Aste die Karpathen-Alpen-

(¹) Vgl. hierzu die inzwischen erschienene Publikation.

Betische Cordilliere dem südbewegten Aste der Dinariden-Appenin-Atlas gegenüber zu stellen. Zwischen beiden läge meist das «Zwischengebirge», welches in der alpin-dinarischen Grenzregion vielleicht in die Tiefe gesunken sei. «Die grosse Ueberschiebungslinie der Alpen und Dinariden ist die dinarische Narbe.» Kober spricht den Dinariden und den von ihm hiemit vereinigten Südalpen gewissermassen eine in Bezug auf die «Alpen» symetrische Rolle zu, in dem hier die sonst durch das Zwischengebirge markierte Zweiseitigkeit der alpinen Ketten zum Ausdruck komme.

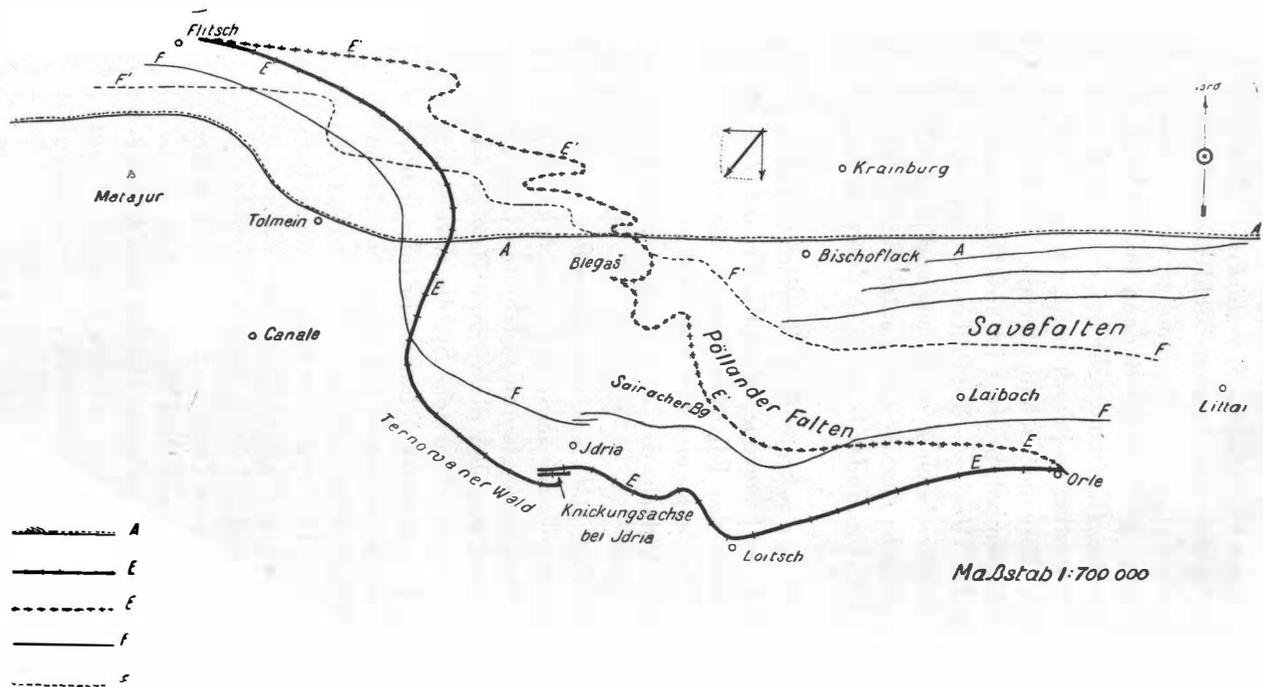
Nach *Staub* (13, 14) wären die Südalpen (als Dinariden) nur die obersten Teile der alpinen Decken, die als höchstgelegene, starre Schollen, im engen Zusammenhange mit den ostalpinen Decken die Alpenschwelle überschritten hätten.

Jenny betont hingegen (5) die enge Zugehörigkeit der Südalpen zu den Alpen und weist auf das Abstossen der dinarischen Falten am Rande der Südalpen hin. Aber auch er fasst die Südalpen als im wesentlichen durch nordgerichtete Bewegungen (*mit nur scheinbaren Südschüben*) beherrscht auf, die aber in einem tieferen Niveau angegriffen und nicht als *Traineau écraseur* (im Sinne von *Termier*) gewirkt hätten.

Kossmat hebt, besonders in seinen neuen Publikationen (9, 10) die engen Beziehungen zwischen den Alpen und den eigentlichen Dinariden, die er beide zu einem epiadriatischen System vereinigt, hervor. Gegenüber *Staub* u. a. weist er auf die Gleichwertigkeit des südalpin-dinarischen Gebirgsstammes den Alpen gegenüber, als tektonischer Zone erster Ordnung, hin. Die gegen Süden, bezw. gegen Südwest gerichtete Bewegungstendenz der Südalpen — und Dinariden könne unmöglich als die Folge sekundärer Nachbewegungen aufgefasst werden, sondern zeige sich — innerhalb der inneren dinarischen Zonen — bereits in der Oberkreide, in dem Auftreten einer ausgesprochenen, vorgosauischen Ueberfaltung. Die Beziehungen der äusseren und mittleren dinarischen Zonen zu den Südalpen — die inneren dinarischen Zonen treten nicht mit den Südalpen in Berührung — wird unter dem Bilde einer *alpinen* Einknickung des dinarischen Bogenscheitels (Verdrückung des Bogenscheitels) angesehen. Es wird die grosse Analogie der inneren dinarischen Zonen (Rhodopelasse, Vardarzone, Pelagonisches Massiv) zu den Zentralalpen betont.

Es wurde früher dargelegt, dass der dinarische Bogen die einzelnen tektonischen Zonen der östlichen Südalpen diagonal — allmählich in die Ostwestrichtung einlenkend — überquert (¹). Wie der Verlauf der Knickung erweist, übergreift die gedachte Fortsetzung der Zonen des dinari-

(¹) Nur die südliche Randzone schmiegt sich bogenförmig aus den Dinariden den Südalpen als äusserster, meist unter Quartär begrabener schwachgefaltener Saum an.



Bemerkungen zu Fig. 4.

Diese Figur stellt in schematischer Weise den Verlauf eines (beliebigen) Schichtgliedes (etwa der Raibler Schichten) der Ternowaner-Savefaltenzone dar, und war vor, während und nach der Knickung, wie es sich auf einem durch das Gebiet gelegten Horizontalschnitte zeigen würde.

Da bei dem Beginn der Knickung eine Lösung der Gebirgszusammenhänge eingetreten und eine «Knickungsüberschiebung» zur Ausbildung gekommen ist, muss ein und dasselbe ursprünglich zusammengehörige Schichtglied nach dem Knickungsschub im unteren und oberen Knickungsstockwerk selbständige Knickungsbögen aufzeigen, wie sie in Fig. 4 zur Darstellung gebracht sind.

- A Anfangslage des Schichtgliedes *vor* Eintritt der Hauptknickung (Überschiebung).
- E Endlage des geknickten Schichtgliedes im *oberen* Knickungsstockwerk.
- E' Endlage des geknickten Schichtgliedes im *unteren* Knickungsstockwerk.
- F Mittlere Lage (während der Knickung) des geknickten Schichtgliedes im *oberen* Knickungsstockwerk.
- F' Mittlere Lage (während der Knickung) des geknickten Schichtgliedes im *unteren* Knickungsstockwerk.

schen Zusammenschubs *schräge* die südalpinen Leitlinien und lässt letzterer an denselben seine Einwirkungen deutlich erkennen.

So läuft die gedachte tektonische Fortsetzung des *stärksten* dinarischen Zusammenschubs (= Buccarispalte—Birnbauer-Wald) zuerst über die Mitte der «Vorlage» der Julischen Alpen schräg hinüber, wo sie die grosse Ternowaner Ueberschiebung bedingt; quert dann im mittleren Isonzogegebiet die julische Aussenzone (Knickungen!!) um dann in den äusseren enggepressten Falten der westlichen julischen Alpen ihre Fortsetzung zu finden. Der dinarische Zusammenschub, der die Falten im Süden des Laibacher Moors geschaffen hat, bedingt im anschliessenden südalpinen Gebiete, im Bereiche der «Vorlage» die Pöllander-Laibacher Moorüberschiebung, weiters die knickende Unterschiebung und Eindrehung der Eisernzone (= östliche julische Aussen-Zone) unter die Vorlage hinein und die Vorknickung der «Zlatna-Studor scholle» in den zentralen julischen Alpen.

Für die östlich des Laibacher Moors auftretenden, dinarischen Falten gibt die Vorknickung eines Teiles der Savezone, dann die grosse Vorpressung der Steiner Alpen (gegenüber den julischen Alpen), die prächtige Kosvuta (= Südkarawanken) Knickung und schliesslich die Abknickung des Drauzuges östlich von Villach das zugehörige, südalpine Aequivalent an.

Hieraus folgt das wichtige Resultat: *Die einzelnen Zonen des dinarischen Zusammenschubs (der Hauptbewegungsphase) setzen sich nicht in, aus gleichartigen Gesteinszonen zusammengefügtten südalpinen Gebirgsstreifen fort, sondern letztere werden von den dinarischen Bewegungszonen schräge überschritten.* Das jüngere, dinarische System erweist sich also von dem älteren, südalpinen (Cretacischen) Bau mehr oder minder unabhängig. An dem südalpinen Bau kommt wohl der dinarische Zusammenschub in einem der Intensität der herantretenden Faltenzonen entsprechenden Ausmass zur Geltung; jedoch erscheint eine Identifizierung einer *bestimmten* südalpinen Zone mit *speziellen* dinarischen Elementen unter diesen Voraussetzungen *unmöglich*.

Die Vorknickung der östlich gelegenen Teile der Zentralalpen an der Biegungsstelle von Villach zeigt aber auch dass dem Vordringen der dinarischen Kräfte, durch die süd-alpin-dinarische Grenze *kein* Halt geboten wurde. Mit anderen Worten: *wir werden mit dem Vordringen und mit dem Eindringen des dinarischen Bogens auch in die Zentralalpen hinein zu rechnen haben.*

Es war das grosse Verdienst von F. Kossmat, schon im Jahre 1913, als all'diese Zusammenhänge noch kaum beachtet wurden, in vorausschauender Weise auf die grosse Bedeutung der dinarischen Strukturen in den Zentralalpen und in den Alpen überhaupt hingewiesen zu haben.

Ich setze in Auswertung der dargelegten Ergebnisse ein *tatsächliches*

Eindringen des dinarischen Gebirgsbogens auch in die *Zentralalpen* — also nicht nur in die Südalpenzonen — und ein vollkommenes Verschmelzen der beiden grossen Gebirgsäste des Mediterrangebietes, des alpinkarpathischen Astes einerseits und des dinarisch-appenninischen Astes andererseits im hochgepressten Gebirgskörper des Westalpen voraus. (Fig. 5.)

Die Konturen der grossen Zentralgneiskerne der Tauern (Zillertaler Gneismasse, Granatspitzkern, Sonnblick und Hochalmmasse) bilden, wie schon zuerst *Kossmat*, 1913 hervorgehoben hat, in deutlicher Weise durch ihre Bogenform die periadriatische Kontur ab. Jetzt sieht *Kossmat* in der östlichen Zentralzone die direkte Fortsetzung der innerdinarischen kristallinen Gebirgszonen.

Ich nehme an, dass in der gewölbeartigen jüngeren Aufbäumung der Tauern aus ihrer Umrahmung *nicht nur* ein Abbild dinarischer Strukturen vorliegt, sondern dass hier die namhafte Mitwirkung der dinarischen Kräfte, die sich in den Tauern mit den nordalpinen Faltingsästen zu gemeinsamer Wirksamkeit vereinigten, vorauszusetzen ist. Ich habe schon in einer vor 6 Jahren erschienenen Mitteilung «Bemerkungen zur Geologie der östlichen Tauern» auf Grund von Studien in der Sonnblickmasse auf das Eingreifen der dinarischen Bewegungen in den Detailbau des «Tauernfensters» verwiesen.

Der östliche Teil der Zentralzone, östlich der Hohe Tauern, erscheint dank neuerer Ergebnisse (3) als eine variszisch und vorvariszisch gefaltete, von der Alpenfaltung nur geringfügig beeinflusste Masse (Muralpen). Diese Scholle schiebt sich, wie ein gegen Westen ausspitzender Keil, zwischen die beiden, am Ostende der Tauern auseinanderweichenden, jüngeren Gebirgsäste: zwischen den Ost-nord-ost streichenden alpinen karpathischen Bogen einerseits, und zwischen den gegen Ost-süd-osten zu den Karawanken und damit zu den Südalpen abziehenden Streifen andererseits, ein. Der Gewölbe und Deckenbau der Tauern fand, indem die variszische Scholle gegen Westen hin völlig überwältigt wurde, unter der vereinigten Wirksamkeit konvergierender und dann verschmelzender, dinarischer und alpinkarpathischer Druckkräfte seine massgebliche Formung.

Der Kopf der Dinariden liegt im Bereiche der Ostalpen nicht in den Südalpen, sondern vielmehr mit seiner breiten Stirn bereits innerhalb der Axialzone der Zentralkette. (Siehe Fig. 5 u. Fig. 6).

Die Südalpen erscheinen somit, wie ich schon 1923 angedeutet habe, nur als der *kleinere Teil* des dinarisch beanspruchten, alpinen Landes. Ihre Heraushebung und Loslösung vom Stamme der übrigen Alpen, unter der Bezeichnung Dinariden, würde bedeuten, dass hier ein an sich wesentlich alpines Element, das nur einen Bruchteil des dinarischen Bogens innerhalb der Alpen umfassen würde, *allein* mit den Dinariden identifi-

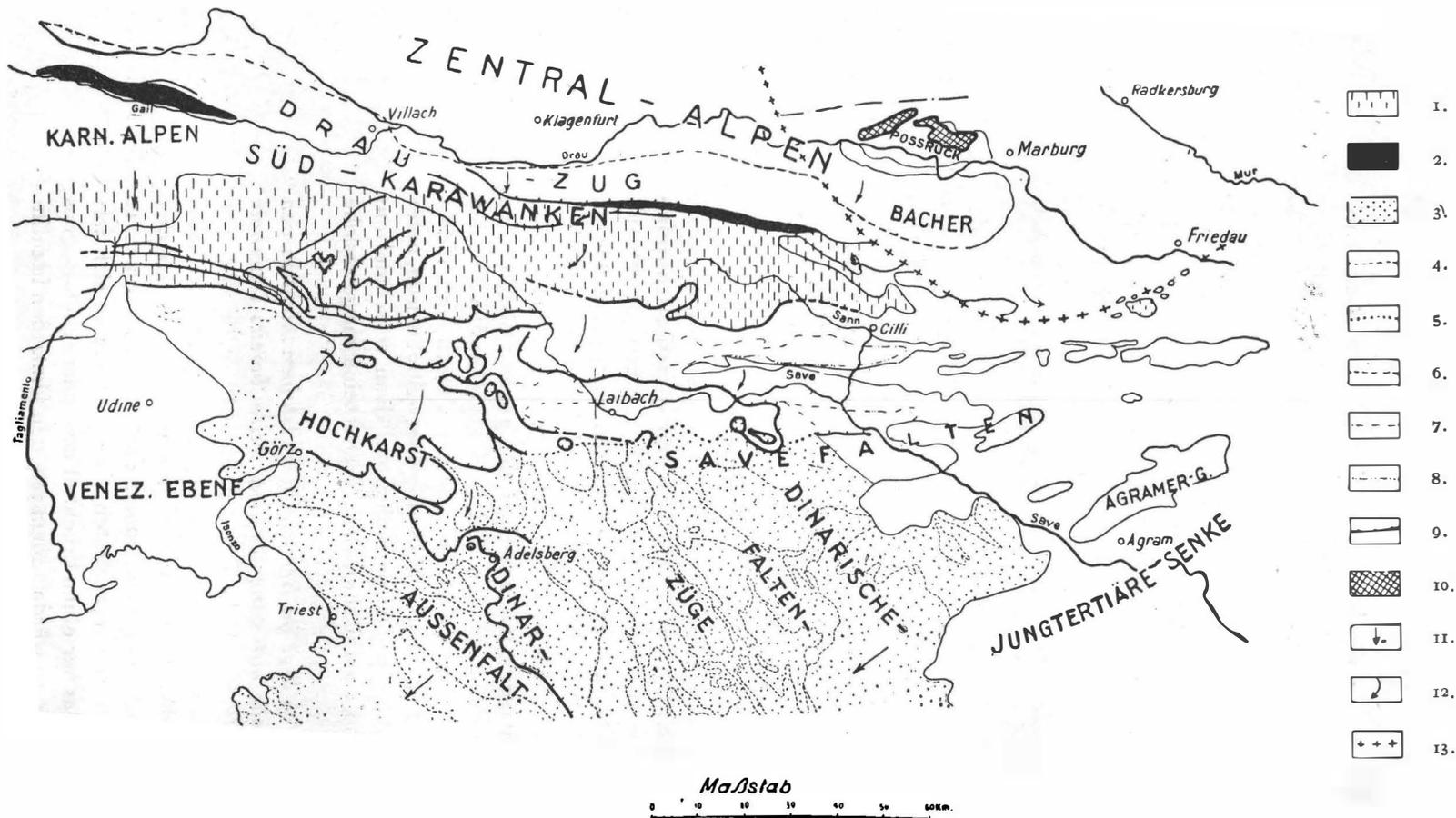


Fig. 5.

1. Zentrale Zone der Südalpen.
2. Tonalitzone, Kristallinzone des Geitals.
3. Dinariden.
4. Wichtige Schichtgrenzen im dinarischen Bereich, den Faltenverlauf anzeigend.
5. Südalpin-dinarische Grenze (Übergangsregion).
6. Grenze zwischen Zentralalpen und Südalpen.
7. Nordgrenze jünger (miozäner) Faltungen am Südostende der Zentralalpen.
8. Karbonkerne der Antiklinalen in den «Savefalten».
9. Hauptüberschiebungen.
10. Mesozoische Schollen am SO. Sporn der Zentralalpen.
11. Richtung des normalen Zusammenschubs.
12. » des knickenden (drehenden) Schubs.

ziert würde. *Aus diesem Grunde habe ich in konsequenter Anwendung meiner Ergebnisse, im «Bau der Südalpen» den Vorschlag gemacht, die Bezeichnung Südalpen nicht auf die Dinariden zu übertragen. Aus ähnlichen Erwägungen heraus, hat gleichzeitig und unabhängig von mir Kossmat für die von dem dinarischen Bogen überprägten Teile der Alpen die Bezeichnung «epiadriatisches System» in Vorschlag gebracht.*

Alpiner Zonenbau und dinarischer Faltenbogen

(Fig. 6)

Der hier entwickelten Auffassung zufolge wird der alpine Zonenbau von den dinarischen Faltenbogen überschritten und hiedurch eine allerdings unvollkommene Einfügung des älteren (vorzüglich cretacischen) Gefüges in den neuen Bauplan erzielt. Die Verhältnisse an der alpin-dinarischen Grenze sind daher nur ein besonders entwickelter Spezialfall, jener, in älteren Grundgebirgskomplexen an der Grenze gegen jüngere Faltenzonen, häufigen Erscheinung eines *Uebergreifens jüngerer Strukturen in ein abweichend orientiertes, älteres, tektonisches Feld*. So wie wir durch die Untersuchungen *Moors, Heritsch* (3) u. a. kennen gelernt haben, aus dem Gefüge der Ostalpen ältere, variszische und vielleicht noch ältere Elemente herauszuschälen, so können wir im Bereiche der östlichen Südalpen die *cretacischen, südalpin struierten Elemente*, auch trotz teilweiser mehr oder minder ausgeprägter «dinarischer» Umformung, noch deutlich im tertiären Bau in Erscheinung treten sehen. Es kommt hier nur noch als komplizierendes Moment hinzu, dass auch schon die älteren alpinen Strukturen (der Geosynclinalzeit und des cretacischen Faltenbaues) nicht ganz frei von dinarischer Beeinflussung gewesen sein dürften und dass der Hauptbewegung noch sehr junge, wieder alpin gerichtete Deformationen nachgefolgt sind. Daher liegen die Erscheinungen im südalpin-dinarischen Grenzgebiet auf den ersten Blick nicht so klar und übersichtlich vor, wie in andern Fällen diskordanten Abstossens altersverschiedener Gebirgskomplexe.

Ich halte die Feststellung für wichtig, dass gerade in jenen Zeiträumen in welchen sich die *grössten* Bewegungen im alpin-dinarischen Grenzgebiete vollzogen haben, die einheitliche Aufprägung des Dinaridenbogens über die Südalpen, bzw. über die gesamten Alpen eingetreten ist, während in den Zeiten geringerer Deformationen (in der Geosynclinalphase, dann, bei Beginn der Alpenfaltung und schliesslich in der Epoche der Nachfaltungen) eine schärfere Akzentuierung und Scheidung des sudalpinen Astes vom dinarischen Gebirge zu konstatieren ist.

Die Erklärung hierfür liegt nahe: je schwächer die tektonischen Impulse

sind, desto weniger einheitlich erscheinen ihre Wirkungen und in desto stärkerem Masse können sich die lokalen Gebirgsbildungstendenzen, die Eigentümlichkeiten und Sonderheiten der einzelnen Zonen, zur Geltung bringen. So vermochten sich in der Kreidezeit, aus der gegen Osten ausstreichenden südalpinen Geosyncline einzelne, ostwestliche Schwellen aufzuwölben und in der zugrundeliegenden, alpinen Richtung frei zu

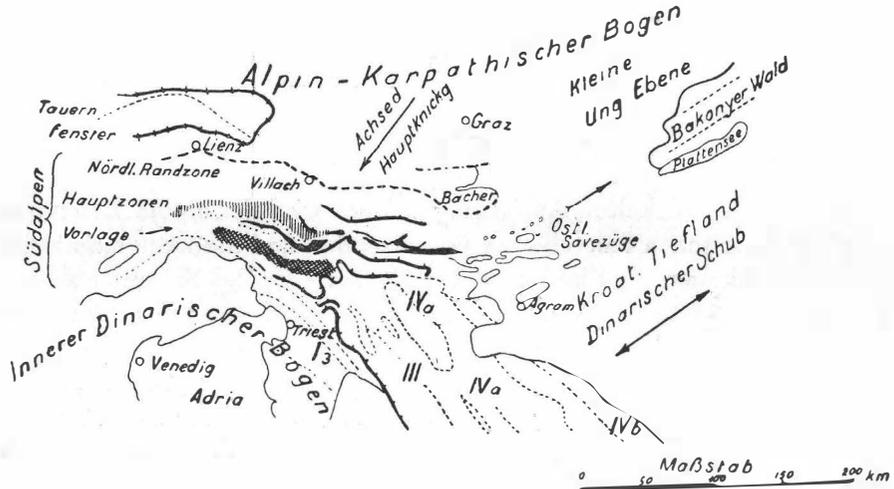


Fig. 6.

- | | | |
|----|--|---|
| 1. | | 1-4. Auf Skizze. |
| 2. | | 5. Paläozoische Schieferschwelle der Tertiärzeit mit angelagerten, mitteltriadischen klastischen Sedimenten. |
| 3. | | 6. Tiefenrinne des Jurameeres (mit Radiolariten, Hornsteinschichten, Globigerinenmergeln und Fleckenmergeln). |
| 4. | | 7. Insel- und Schwellenzone der Jurazeit. |
| 5. | | 8. Obercretacischer Inoceramenflysch. |
| 6. | | Die römischen Ziffern beziehen sich auf F. Kossmats tektonische Gliederung der Dinariden (<i>Geolog. Rundschau</i> , 1924). <i>I</i> ₃ , dalmatinisch-istrische Küstenzone. <i>III</i> , kroatische Hochkarstzone. <i>IVa</i> , dinarisch-inneralbanische Kalk- und Schieferzone. <i>IVb</i> , Ophiolit- und Schieferhornsteinzone. |
| 7. | | |
| 8. | | |

entwickeln, ohne von Beeinflussungen des dinarischen Gebietes, das zum grösseren Teile noch vom Meere bedeckt war, betroffen zu werden. Als sich aber hernach das Gebiet des dinarischen Systems in grossen Falten und Schuppen gegen Südwesten, einheitlich gegen die Adria vordrängte, musste naturgemäss auch das angrenzende, alpine System unter dem Einfluss des übergreifenden, grossen Faltenbogens in weitgehendem Masse in den tektonischen Wirbel des dinarischen Bogens hineingezogen und ihm soweit es anging, eingefügt werden. *Der starke Kampf der beiden Richtungen der alpinen, und der dinarischen ist es, den wir in den östlichen Südalpen und auch in den mittleren und westlichen Zentralalpen beobach-*

ten können. In tektonischer Beziehung war der dinarische Bogen der stärkere; aber als zähere, ausdauerndere und im geologischen Bild dominierende Kräfte haben sich aber die alpinen (südalpinen) Bewegungstendenzen erwiesen. — Auf ähnliche Interferenzen altersverschiedener Strukturen in den dalmatinischen Dinariden hat jüngst *Zapletal* (16) hingewiesen.

Der cretacische Bogen der Dinariden.—Wir haben bisher ausschliesslich den jüngeren (alttertiären) dinarischen Bogen in Rücksicht gezogen, der sichtbar (ohne jüngere Verdeckung) an die östlichen Südalpen in breiter Front herantritt. Seit längerer Zeit sind aber aus dem inneren Teil der Dinariden obercretacische Faltungen bekannt. Die grosse Bedeutung des obercretacischen Gebirgsbaus der inneren dinarischen Zonen erkannt zu haben, ist vor allem das Verdienst F. *Kossmats*. Diese inneren, vorcretacisch gebauten Dinaridenteile mit ihren Gosaudiskordanzen finden, wie *Kossmat* hervorgehoben hat, ihr Analogon in den östlichen Teilen der alpinen Zentralzone. Daraus schliesst *Kossmat* auf eine enge tektonische Zusammengehörigkeit beider Zonen.

Nach dem geologischen Bilde muss allerdings angenommen werden, dass sich zwischen die östlichen Zentralalpen und die inneren, dinarischen Zonen die mesozoische Geosynclinal- und Gebirgszone der östlichen Savefalten einschiebt, die dem Bakonyer Triasgebiet, bzw. der ungarischen Ebene zustrebt, eine Erscheinung, die auch von *Kossmat* anerkannt wird. Es ist also nicht vorauszusetzen, dass ein durchlaufendes Band kristalliner Gesteinszonen,— quer über die südalpine Zone der Savefalten hinweg — die vorgosauisch gefalteten Teile der (südlichen) Zentralalpen die im Possruck- und Bachergebirge spornartig in die Südalpen vordringen, jemals ⁽¹⁾ mit den Dinariden verknüpft hat. Andererseits liegt es aber, in voller Uebereinstimmung mit *Kossmat*, sehr nahe, die Fortsetzung des Faltenbogens der inneren dinarischen Ketten in dem vorcretacisch gefalteten Südteil der östlichen Zentralalpen, jenseits der Savezone wieder gewissermassen auftauchen zu sehen. Leider ist das Verbindungsstück teils unter tertiärem und quartärem Schutt begraben, teils von den jüngst gefalteten, den älteren Bau verschleiernden, südalpinen Antiklinalen der östlichsten Savefalten (Ivanscica, Agramergebirge, Kalmikergebirge) eingenommen. Es kann vermutet werden, dass sich in diesem Raum, zur der Zeit der Oberkreidefaltungen ähnliche transversale Beeinflussungen der sich aus den Ausläufern der südalpinen Geosynclinale aufwölbenden Falten durch den übergreifenden dinarischen Bogen vollzogen haben werden, wie in den breiteren, weiter westlich gelegenen Teilen der östlichen Südalpen zur Zeit der alttertiären Hauptfaltungsphasen. Jedenfalls spricht der, nach Teller, vorgosauische «Abbruch» und der

(1) Seit Beginn des Mesozoikums.

knickungsartige, relativ südgerichtete Vorschub der östlichen Karawanken, weiters das grosse südliche, relative Vordringen des Bachergebirges für sehr namhafte, mit einer seitlichen Komponente versehene Schubbewegungen im Bereiche der südlichsten Teile der östlichen Zentralzone. *Ich erblicke in diesen, schon an den älteren Massiven der Kor- und Saualpe gegen Norden hin rasch ausklingenden Bewegungen den mutmasslichen Einfluss des cretacischen Dinaridenbogens in den südöstlichen Zentralalpen.*

Der dinarische (epiadriatische) Bogen an der Westalpengrenze.

Es würde die Aufrollung des ganzen Alpenproblems bedeuten, wollte man an eine Erörterung der Ost-Westalpengrenze herantreten. Aber einige Hinweise, die als *Anregung* gedacht sind, sollen hier kurz wiedergegeben werden.

Es ist schon oft und eindringlich, zuletzt speziell von *Kossmat* und *Heritsch*, die Selbständigkeit des ostalpinen Baus gegenüber dem westalpinen Bogen hervorgehoben worden.

Vor 3 Jahren habe ich angedeutet, dass die im südalpin-dinarischen Grenzgebiet gewonnenen Resultate vielleicht einen Fingerzeig auch für die Deutung der Ost-Westalpengrenze abzugeben vermögen. Analog den Verhältnissen im alpin-dinarischen Grenzgebiet erscheint mir, — nur in bedeutend vergrösserten Dimensionen — *das deckenartige Vordringen der ostalpinen über den westalpinen Bogen als der in tertiärer Zeit erfolgte, eingeknickte Vorschub des cretacischen östlichen Alpenbogens über den darunter eingebogenen und eingedrehten westalpinen Bogen.* Die Schleppung und Stauchung der gegen Westen vorgeknickten Masse sehen wir zum Teil in den markanten Engadinerbögen (Spitz-Dyhnfurt) und den zahlreichen Anzeichen jüngerer Querbegehungen und Drehungen in dem Westtiroler Kalk- und Zentralalpen deutlicherweise illustriert. Zweifelohne gehören, an der West- und Ostalpengrenze, die tertiären Quer- und Längsbewegungen in wesentlichen zeitlich und genetisch zueinander. In dieses Bild fügen sich harmonisch die Schlussfolgerungen ein, zu denen B. *Sander* ⁽¹⁾ auf Grund seiner über ein anderthalb Jahrzehnt ausgedehnten, gründlichen Aufnahmen und Studien in den westlichen Tauern und den Oetztaleralpen gelangt ist, ein. (Drehung der Oetztaler-scholle unter dem Einfluss jüngerer, dem Uebergreifen des dinarischen Bogens entsprechender Beanspruchung, junge Umfaltung der cretacisch zusammengeschobenen Schneebergerzone usw.) Die, auch

(1) Vgl. hierzu B. SANDER: «Zur Geologie der Zentralalpen.» *Jahrb. d. geolog. Staatsanstalt, Wien, 1921.*

von Sander als «jünger» angesehene Einschnürung der alpin-dinarischen Grenzregion in Zentraltirol (in Bereich des Brixenergranits) die von Ueberschiebungen begleitet wird, und das tiefe Eindringen der Südalpen in diesem Raume in den Körper der Zentralalpen hinein und anderes mehr, sind nur, wie schon von verschiedener Seite betont wurde, als der Ausdruck einer gewaltigen, jüngeren, alpinen Querflexur aufzufassen, die mit dem Nordwest gerichteten Vorschub des ostalpinen über den westalpinen Bogen korrespondiert. *Ich fasse sie*, ebenso wie die vorausgesetzte Knickungs-überschiebung der Ostalpen über die Westalpen, *als die Folgeerscheinung der Aufprägung des Dinaridenbogens über den vorcretacisch gefalteten Ostalpenbogen auf.*

Der vorgeknickte ostalpine Bogen muss ursprünglich seine westliche Fortsetzung in weiter südlich gelegenen Zonen der Westalpen besessen haben. Auch wenn man der Auffassung Jenny's der, einen beträchtlichen des penninischen Deckenschubs bereits in das Mesozoikum verlegt nicht beipflichten will, so besteht immerhin die Möglichkeit oder Wahrscheinlichkeit in den südlich davon gelegenen kristallinen Zonen (Sesialvreazone, orobische Kette) die Fortsetzung des hier weiter zurückgebliebenen cretacischen Alpenbogens zu vermuten:

Unter Zugrundelegung der angedeuteten Möglichkeiten wäre der heutige Alpenbogen aus einem cretacischem Bogen hervorgegangen, der gegenwärtig in den Ostalpen noch deutlicher in Erscheinung tritt, in den Westalpen hingegen, zum Teil im Süden zurückgeblieben, durch jüngere Bewegungen stärker überdeckt erscheint. Mit der Ueberknickung des ostalpinen über den westalpinen Bogenteil wurde dann, schon im Verlaufe des älteren Tertiärs, ein neuer Alpenbogen geschaffen, dessen weitere Deformation noch durch jungtertiäre Bewegungen eingetreten ist. Als Ursache der vermutlichen Ueberknickung des ostalpinen über den westalpinen Bogenteiles kann die Entwicklung eines, nunmehr *schärfer gekrümmten, alttertiären, alpin-dinarischen Bogens statt-eines flachen gespannten cretacischen angesehen werden.* O. Ampferer (1) hat sich mit Entschiedenheit für die *sekundäre* Natur der Bogenschlingen unserer Faltengebirge und für ihre Entstehung unter dem Einfluss seitlicher Schollenverschiebungen ausgesprochen. Wenn auch hier von mir an der Ansicht festgehalten wird, dass die Bogenform in ihren Anfängen schon in der Geosynklinalphase angelegt gewesen sein muss — eine Auschauung der auch *Kossmat* beipflichtet — so muss unter dem Einfluss der hier geschilderten Vorgänge doch die scharfe Accentuierung des Alpenbogens als Folge jüngerer tektonischer Bewegungen angesehen werden. Die Anlage des Bogens muss schon in die Geosynklinalphase zurückgehen, seine Weiterbildung aber auf die von Phase zu Phase fortschreitenden Gebirgsbewegungen zurückgeführt werden. Dieser Auffassung nach wurden unsere Alpen erst im Mitteltertiär aus der alpinen Geosynklinale und dann aus einem flacheren,

cretacischen Bogen, unter Einknickung und Ueberprägung jüngerer über ältere Strukturen, zu jenem starkgekrümmten, und im eingeeengten Wirkungsfeld ostalpinen-karpathischer und dinarischer Faltungskräfte zu besonders gewaltigem, Deckenüberfaltungen, zusammengepressten Bogen umgestaltet, der uns, vor allem dank den unermüdlichen Bemühungen ost und westalpiner Forscher, in seinen Grundzügen numehr klarer in Erscheinung tritt.

Schlussbemerkungen.

Die auf örtliche Studien im südalpin-dinarischen Grenzgebiet aufgebaute, tektonische Analyse, hat, wie gezeigt wurde, zu Ergebnissen geführt, die in mancher Hinsicht von den vorherrschenden Auffassungen abweichen. Insbesondere wurde darauf verwiesen, dass an der Ausgestaltung des Alpenbogens—von den Tauern angefangen nach Westen—die Mitwirkung der faltenden Kräfte des dinarischen Bogens in sehr massgeblicher Weise beteiligt war, und dass die «Südalpen» nur den *kleineren Teil* des grossen dinarischen Bogens im Alpenbereich darstellen.

In den westlichen Centralalpen und den Südalpen sind zwei grosse Baupläne zu verzeichnen, die sich vielfach überkreuzen und zeitlich und örtlich miteinander interferieren, u. die sich wahrscheinlich schon seit sehr alten Zeiten der Erdgeschichte, mit vielfachen Verschiebungen übereinandergeprägt haben: der gegen Nordosten gerichtete Faltengürtel, der von den Ostalpen zu dem Karpathenbogen hinüberführt, und der südöstliche, gegen die Dinariden zu gewendete Ast. Letzterer deutet sich wahrscheinlich schon in der variszischen Anlage der Ostalpen an ⁽¹⁾.

Das besonders in mesozoischer Zeit erkennbare ⁽²⁾ Bestreben, auch im Süden der östlichen Centralalpen, eine Verbindung des Alpenbogens von den östlichen Südalpen aus mit den Karpathen, (Bakonyerwald-Südkarpathen) herzustellen und somit die Südalpen enger an den alpin-karpathischen Ast anzuschliessen, führte in der Geosynklynalphase und in der cretacischen Faltungsperiode zur Entstehung eines südalpin-südkarpathischen Faltengürtels.

Das *starke Aufleben des dinarischen Bogens* im älteren Tertiär bewirkte nicht nur die Eingliederung der von diesem überprägten Teile der östlichen Südalpen, sondern auch der mittleren und westlichen Centralalpen, sowie schliesslich auch die Einordnung eines bedeutenden Teils des westalpinen Bogens in ein einheitlich alpin-dinarisches Bewegungs-

(¹) Vergl. hierzu die inzwischen erschienene Mitteil. von H. MOHR: «Ein geol. Profil durch den Kulm u. s. w.» *Verl. d. Geol. Bundesanst.* Wien, 1925. N° 5, S. 96-105.

(²) Das sich vermutlich aber schon im Palaeozoikum, zum mindesten im jüngeren, geltend machte.

bild. Die im Osten zeitlich und räumlich schärfer auseinandertretenden, im Raume ihres Konvergierens, in den Ostalpen, einander beeinflussenden, südalpin-karpathischen und dinarischen Aeste des europäischen jungen Faltengürtels erscheinen in den Westalpen zu einer Einheit verschmolzen, um hier das grösste Schub- und Faltengebirge Europas zu erzeugen.

So lassen sich, wie ich glaube, nicht nur aus der mit bewunderungswerter Energie aufgehellten, westalpinen Tektonik, sondern, wie schon *Kossmat* eindringlich hervorgehoben hat, auch aus dem Bau der ostalpin-dinarischen Zonen wesentliche Gesichtspunkte für die Erkenntnis unserer mediterranen Kettengebirge ableiten.

VERZEICHNIS DER WICHTIGSTEN, NEUEREN LITERATUR

1. O. AMPFERER: «Beitrag zur Auslösung der Mechanik der Alpen, 2. Fortsetzung.» *Jahrb. d. Geol. Bundesanstalt*, 76. Bd., 1926. H. 1-2.
 2. E. FERUGLIO: «Le Prealpi fra l'Isonzo e l'Arzino.» Estratto dal *Bull. del' Associazione Agraria Friulana*, 1924-25.
 3. F. HERITSCH: «Zur Geologie der östlichen Centralalpen», *Geol. Rundschau*, 16. Bd. Heft. 4.
 4. M. GORTANI: «Il prelo carregiamento delle Dinaridi sulle Alpi.» *Atti delle R. Accad. delle Scienze di Torino*, vol. 58, 1923.
 5. HANS JENNY: *Die alpine Faltung*. Berlin, 1926, bei Gebr. Bornträger.
 6. L. KOBER: «Alpen und Dinariden.» *Geol. Rundschau*, 1924.
 7. Idem: *Bau und Entstehung der Alpen*. Berlin, 1923, bei Gebr. Bornträger.
 8. F. KOSSMAT: «Die periadriatische Umrandung in der alpinen Faltenregion.» *Mitteilungen d. Geol. Gesellschaft*. Wien, 1913.
 9. Idem: *Geologie der centralen Balkanhalbinsel*. «Die Kriegsschauplätze, 1914-1918», Berlin, 1924, bei Gebr. Bornträger.
 10. Idem: «Beziehungen des südosteuropäischen Gebirgsbaus zur Alpentektonik.» *Geol. Rundschau*, 15. Bd. 1924.
 11. F. NOPCSA: «Geologische Grundzüge der Dinariden.» *Geol. Rundschau*, 12. Bd. 1921.
 12. E. NOWAK: *Fortschritte in der geologischen Kenntnis Südosteuropas*. «Die Naturwissenschaften», Berlin, 1925.
 - 12^a. B. SANDER: «Zur Geologie der Tiroler Centralalpen.» *Jahrb. d. Geol. St. A.*, 1921-27. Bd. 3, u. 4, H.
 13. R. STAUB: *Der Bau der Alpen, Versuch einer Synthese*. «Beiträge zur geol. Karte der Schweiz.» Neue Folge, 52. Lieferung, Bern, 1924.
 14. Idem: «Südalpen und Dinariden.» *Eclog. Helvet.*, vol. 19, n. 2, 1926.
 15. E. SÜSS: *Antlitz der Erde*, 3. Bd. 1. Teil, Wien, 1901, S. 414-450. — 3. Bd. 2. Teil, Wien, 1909. S. 167-170.
 16. A. WINKLER: «Das mittlere Isonzo-Gebiet.» *Jahrb. d. geol. Bundesanstalt*, Wien, 1920.
 17. Idem: «Bau der östlichen Südalpen.» *Mitteilungen der Geol. Gesellschaft*, Wien, 1923, 16. Bd. S. 1-272.
 18. Idem: «Bemerkungen zur Geologie der östlichen Tauern.» *Verhdlg. d. Geol. Bundesanstalt*, Wien, 1923.
 19. Idem: «Bemerkungen zu R. Staub's: Südalpen und Dinariden.» *Zentralblatt für Mineralogie*, etc. Jahrgang, 1926, Abtlg. B. n. 5.
 20. K. ZAPLETAL: *Grundzüge der Dinariden*, Brünn, 1925, Mährisches Museum, Bd. 22.
- NACHTRAG:
- A. WINKLER: «Die Bedeutung d. Alpen- Dinaridenproblems für den Alpenbau.» *Jahrb. d. geol. Bundesanst.* Wien, 78. Bd. 1928. H. 1 u. 2.
- H. MOHR: «Ueber taurische Gebirgsreste in der Klagenfurter Beckenumrahmung.» *Verl. d. Geol. B. A.* Wien, 1926.

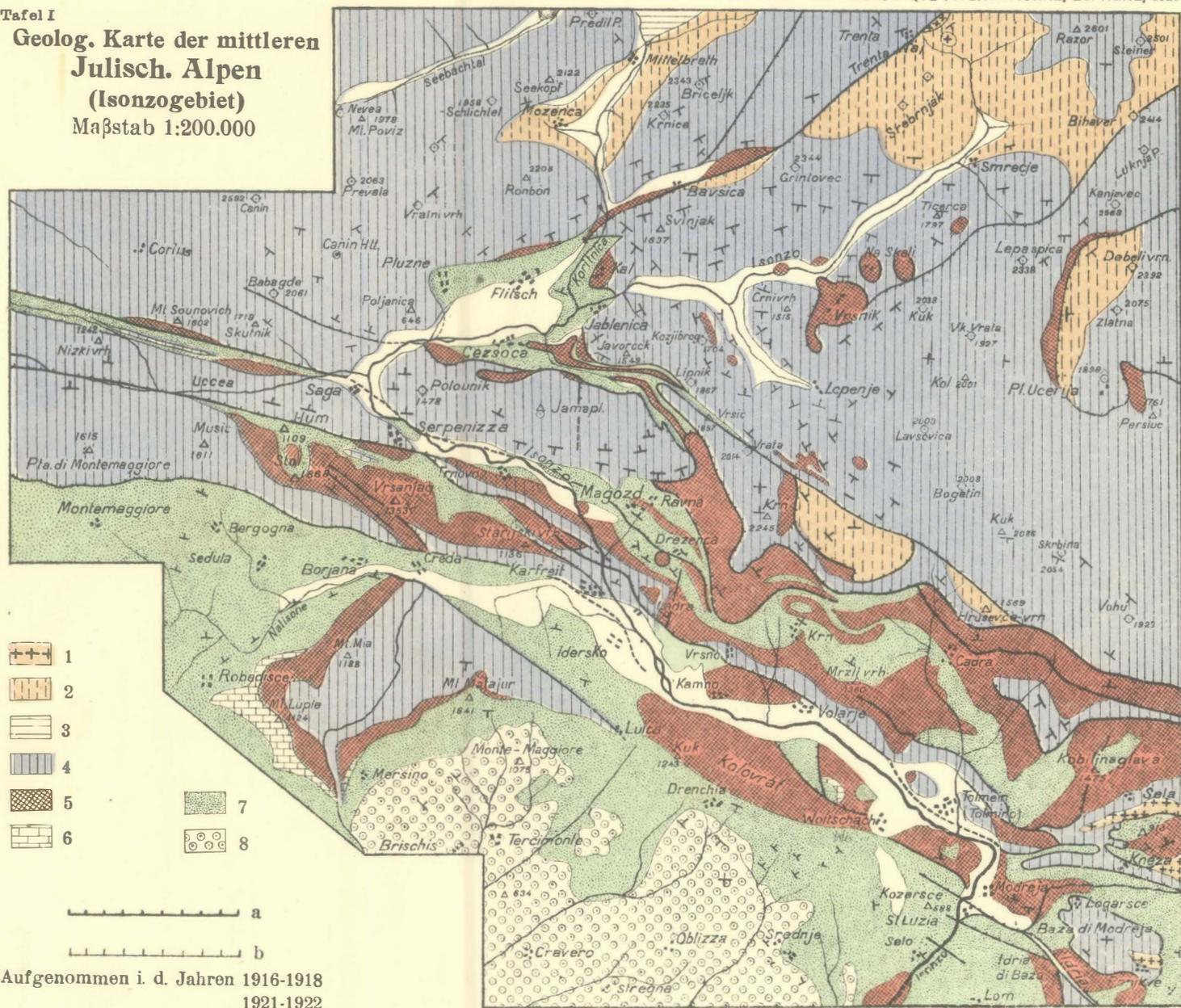
DISCUSSION

A. Winkler.

Auf die Diskussionsbemerkungen R. *Staub's* zu dem vorgenannten Vortrage, erwidert A. *Winkler*:

«Die Deutung des Verhältnisses der Alpen (Südalpen) zu den Dinariden sei das Ergebnis langjähriger, eingehender Studien des Vortragenden im alpin-dinarischen Grenzgebiete. Die Auffassung *Staub's*, dass ein grosser Teil der südalpinen Zonen in die Dinariden einlenkte, sei *unrichtig*. Selbst für die Randzone der Südalpen (Vorlage) konnte in eingehender Auflösung des mechanisch-tektonischen Bildes gezeigt werden («Ueber den Bau der östlichen Südalpen.» *Mittlg. d. geol. Gesellsch.* Wien, 1923), dass sie aus einer *südalpinen* Zone hervorgegangen ist. So bedeutend auch der Einfluss des «Dinarischen Bogens» auf den alpinen Bau (und zwar, nicht nur auf die «Südalpen») gewesen ist, so kann anderseits ein Einlenken auch nur einer *einzig*en südalpinen Hauptzone in die «Dinariden» *nicht* festgestellt werden. Das Problem «Alpen- Dinariden» lässt sich nur unter der Vorstellung eines (im Wesentlichen etwas jüngeren) Uebergreifens des dinarischen Bogens über die bereits weiter entwickelten, südalpinen und alpinen Strukturen überhaupt begreifen.»

Tafel I
**Geolog. Karte der mittleren
 Julisch. Alpen
 (Isonzogebiet)**
 Maßstab 1:200.000



Aufgenommen i. d. Jahren 1916-1918
 1921-1922

- | | | | |
|--|--|--------------------------------------|---------------------------------|
| 1 Untertrias. hell rot. | 3 Raibler-Schichten. weiss. | 5. Lias-Jura-Unt. Kreide. dunkelrot. | 7. Ober-Kreideflysch. hellblau. |
| 2 Mitteltriadische Dolomite. hell rot. | 4 Obertriadische Kalk. Dolomite. dunkelblau. | 6. Mittlere Kreide. weiss. | 8. Eocänflysch. weiss. |