

# Über tektonische Probleme in den Savefalten.

Von **A. Winkler**

(mit Beiträgen von **A. Moos**.)

(Mit 1 Tafel und 4 Textfiguren.)

Die vorliegende Studie ist das Ergebnis von Begehungen an der „Donatiline“ im Bereiche der nördlichen Savefalten, die z. T. gemeinsam mit Herrn Dr. A. Moos durchgeführt wurden, welcher auch zu dieser Arbeit wertvolle Ergänzungen geliefert hat.

Die im dritten Abschnitt dieser Mitteilung entwickelte und näher begründete Auffassung über die tektonische Bedeutung der „Donati-Lavanttaler Störung“ erscheint durch die Ergebnisse, zu welchen A. Winkler über den Bau der östlichen Südalpen<sup>1)</sup> und über die tertiäre Entwicklungsgeschichte der Ostabdachung der Zentralalpen<sup>2)</sup> gelangt ist, sehr wesentlich mitbedingt. Doch wurde über diese Frage mit A. Moos Meinungs-austausch gepflogen, so daß auch Anregungen des Herrn Moos darin miteingeflochten erscheinen. Leider war Herr Dr. Moos nicht, wie beabsichtigt, in der Lage einen Beitrag über das noch südlicher gelegene Wachergebirge anzufügen.

## I. Beobachtungen an der „Donati-Linie“.

(Auf Grund der Begehungen von A. Winkler und A. Moos.<sup>3)</sup>)

### A. Allgemeines.

Seit den Zeiten der ersten geologischen Erforschung sind die Erscheinungen kräftiger, jugendlicher (nachmiozäner) Faltung in den Savefalten und speziell an deren Nordsaum bekannt. Insbesondere wurden schon von Zollikofer,<sup>4)</sup> D. Stur<sup>5)</sup> und C. F. Peters<sup>6)</sup> die steile Aufrichtung der Leithakalke am Donatiberg bei Rohitsch-Sauerbrunn

<sup>1)</sup> „Bau der östlichen Südalpen“, Mitteilungen der Geologischen Gesellschaft, Wien 1924, S. 1—320.

<sup>2)</sup> Vgl. speziell Geologische Rundschau, 1926, Heft 1, 3 und 4 und Denkschriften der Akademie der Wissenschaften, Wien 1927, Bd. 101 (mathem.-naturw. Klasse).

<sup>3)</sup> In dieser Mitteilung wird an die schon 1913 begonnenen Studien (siehe Winkler, Verhandlungen der Geologischen Reichsanstalt, 1913, Nr. 13) angeknüpft.

<sup>4)</sup> „Die geologischen Verhältnisse des Drautales in Untersteiermark.“ Jahrbuch der Geologischen Reichsanstalt, 1859, 10. Bd., S. 216.

<sup>5)</sup> „Geologie der Steiermark“, Graz 1871, S. 639—643.

<sup>6)</sup> Rohitsch-Sauerbrunn in „Mineralquellen und Kurorte“, in „Graz, Geschichte und Topographie der Stadt und ihrer Umgebung“, Graz 1875.

beschrieben. R. Hörnes<sup>1)</sup> hat das Verdienst, die Lagerungsverhältnisse im Bereiche des Donati und südlich des Wotschgebirges unter dem Gesichtspunkt einer größeren, einheitlichen Störung erfaßt zu haben. Er vereiniget die Erscheinungen der steilen Aufrichtung des Miozäns am Donatiberg und die südlich des Plešivec bei Rohitsch-Sauerbrunn auftretenden, von ihm aufgefundenen Klippen von Karbon-Trias-Gesteinen zur „Donatibruchlinie“.

F. Teller, der ausgezeichnete Aufnahmsgeologe der östlichen Südalpen, hat die Verlängerung der Donatistörung in westlicher Richtung in der Längsdislokation an der Südseite des triadischen Wotschgebirges festgestellt und ihre weitere Fortsetzung in einem 8 km langen, schmalen, überschobenen Triasaufbruch bis an die Südseite der Gonobitzer Gora angenommen. Sie findet nach Teller noch in der Triasscholle am Rovebach ihre westlichste Fortsetzung.<sup>2)</sup>

Nach O hin konnte J. Dreger an der Donatiline noch einige Klippen von Karbon und Werfener Schiefer bei Schiltern feststellen.<sup>3)</sup>

F. Heritsch hat in einer interessanten Studie über das Wotschgebirge<sup>4)</sup> den Donatibruch als „Überschiebung“ aufgefaßt und eine nordgerichtete Bewegung an dieser angenommen. Wichtig ist seine Feststellung, daß die Donatistörung nachmiozänen Alters ist, die Schup-pungen zwischen Karbon und Trias im Wotschgebirge, die er feststellen konnte, aber hauptsächlich voroligozänen Alters sind.

G. Gorjanovic-Kramberger<sup>5)</sup> hat gelegentlich der geologischen Aufnahme des kroatischen Anteils am Spezialkartenblatte Pettau—Vinica noch weiter östlich eine Reihe von Klippen festgestellt, die nach Heritsch an die Donatiline angereiht werden könnten.

Sodann hat A. Spitz<sup>6)</sup> in einer nach seinem Tode erschienenen Mitteilung die tektonischen Erscheinungen an der „Längsstörung“ der Donatiline mit jener großen Querstörung in den östlichen Zentralalpen verbunden, welche als Lavantaler Bruch aus Ostkärnten, der Südwestabdachung des Bachers folgend, bis an die Savefalten heran in ihren Teilstücken bereits erkannt worden war. Spitz nimmt an, daß die Bewegungen an dieser Dislokation, welche die Lavantaler Störung mit der Donatiline verknüpft, als Blattverschiebungen aufzufassen sind, wobei der nordöstliche Flügel um etwa 10 km — soweit der Bereich der

<sup>1)</sup> „Die Anlage des Füllschachtes in Rohitsch-Sauerbrunn.“ Mitteilungen des Naturwissenschaftlichen Vereins für Steiermark, Jahrgang 1890, Graz 1891, S. 292. — „Die Donatibruchlinie“, Verhandlungen der Geologischen Reichsanstalt, Wien 1890, Nr. 3, S. 67.

<sup>2)</sup> Erläuterungen zur geologischen Karte der Österreichisch-Ungarischen Monarchie. Herausgegeben von der Geologischen Reichsanstalt, Blatt Pragerhof—Windisch Feistritz, Wien 1898, S. 57.

<sup>3)</sup> Geologisches Spezialkartenblatt Pettau—Vinica mit Erläuterungen, Wien 1900, und Verhandlungen der Geologischen Reichsanstalt, Wien 1893, S. 93.

<sup>4)</sup> Beiträge zur geologischen Kenntnis der Steiermark. V. Die Tektonik der Wotschgruppe bei Pölschach in Untersteiermark, Mitteilungen des Naturwissenschaftlichen Vereins für Steiermark, Graz 1913, S. 92.

<sup>5)</sup> Geologische Spezialkarte von Kroatien, Blatt Vinica (mit Erläuterungen), Agram 1912.

<sup>6)</sup> Nachgosausche Störungen am Ostende der Nordkarawanken (vorläufige Mitteilung), Verhandlungen der Geologischen Staatsanstalt, Wien 1919, Nr. 9.

Savefalten in Betracht kommt — gegen O vorgerückt sei. So sei der Karbon-Trias-Stock des Wotschgebirges mitsamt seiner tertiären Flankierung um den entsprechenden Betrag gegenüber jenem der Gonobitzer Gora, die ursprünglich seine streichende Fortsetzung gebildet hätte, seitlich (ostwärts) verschoben worden. Die schmale Triaslamelle inmitten des Tertiärs südlich der Gonobitzer Gora (Schubmasse Siemene — Krahberg) finde, durch Seitenbewegung entsprechend gegen OSO abgerückt, in der Klippenreihe südöstlich des Wotsch ihre Fortsetzung. So erhält Spitz das Bild einer großen Blattverschiebung, die aus einer Querverschiebung (Zentralalpen) allmählich in eine Längsverschiebung in den nördlichen Savefalten übergeht.

A. Spitz hatte seine Anschauung, wie er selbst hervorhebt, nur auf die geologische Literatur und insbesondere auf F. Tellers genaue geologische Kartendarstellung fundiert und die Sicherstellung seiner Ergebnisse von einer Nachprüfung an Ort und Stelle abhängig gemacht, die ihm nicht mehr vergönnt war.

Schließlich hat A. Kieslinger<sup>1)</sup> gelegentlich der Beschreibung der Lavantaler Störungszone auch die Donatiline, als einen Teil der großen, aus den Zentralalpen in die Südalpen einlenkenden Dislokation besprochen und ihre Entstehung in von Spitz etwas abweichender Weise gedeutet. Im Sinne der Auffassung von Heritsch nimmt er an der Donatiline eine nordgerichtete Schubbewegung an, wobei Kieslinger voraussetzt, daß das Stück westlich der Störung weiter nach N bewegt worden sei als das östliche. Auf die Deutung A. Kieslingers wird noch im III. Abschnitt dieser Mitteilung zurückgekommen werden.

## B. Detailbeobachtungen an der Donatiline zwischen Heiligengeist (Loče) und dem Glashüttental, östlich von Ober-Kostreinitz.<sup>2)</sup>

(Siehe Tafel XXVI.)

Der Triasstock des 980 m hohen Wotsch wird südlich von Pölttschach (Poljčane) durch die tiefe Schlucht des Völlatales quer durchbrochen. Am Südausgang der Schlucht zieht, den Südrand der Wotschtrias bildend, die „Donatistörung“ durch. Von hier hat schon F. Teller den Verlauf der Dislokation beschrieben,<sup>3)</sup> Heritsch sodann den Zusammenhang nach O mit der Klippenreihe am Südabfall des Plešivec (Donatiline) verfolgt.

Unmittelbar westlich vor Beginn des Völladurchbruches sind auf der linken Talseite, wie schon Zollikofer<sup>4)</sup> und Stur<sup>5)</sup> bekannt war, zwischen den marinen Mergeln des Miozäns und den steil aufgerichteten, hier mit 70° gegen NNO einfallenden Sotzkaschichten fossilführende

<sup>1)</sup> Die Lavantaler Störungszone, Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt, Wien 1928, Heft 3/4. Ferner nach Abschluß dieses Manuskripts erschienen: „Karawankenstudien I“, Zentralblatt für Geologie, Mineralogie und Paläontologie, Abt. B, 1929.

<sup>2)</sup> Zum Verständnis des folgenden wolle das österreichische geologische Spezialkartenblatt Pragerhof—Wind. Feistritz, erschienen im Kartenwerk der Geologischen Reichsanstalt Wien, Südwestgruppe Nr. 85, herangezogen werden.

<sup>3)</sup> Erläuterungen Blatt Pragerhof—Windisch Feistritz S. 57.

<sup>4)</sup> Jahrbuch der Geologischen Reichsanstalt, Wien 1859, S. 213.

<sup>5)</sup> Geologie der Steiermark, Graz 1875.

marine Tuffe aufgeschlossen. Dieselben sind nur durch ein ganz schmales Band von Sotzkaschichten von der „Donatistörung“ getrennt. Es erschien wichtig, aus den in diesen Tuffen auftretenden, sehr ausgeprägten Harnischen ein Bild über die Bewegungsrichtung an der Donatiline zu gewinnen.

Ein erstes und älteres System von Klüften, besetzt mit Harnischen, äußert sich in einer parallelen Plattung des Gesteins, ähnlich einer Druckschieferung, deren einzelne Lagen NS streichen und steil (mit 50—60°) nach W einfallen. Die Harnischstriemen verlaufen teils horizontal, teils zeigen sie eine mehr oder minder starke Neigung an. Ein zweites Harnischsystem schneidet glatt durch, erweist sich demnach als das jüngere und ist mit Kalkspatäderung versehen. Die Streichrichtung dieser Gleitflächen schwankt zwischen O—W und NW—SO bei nördlichem (nordöstlichem) Einfallen. Es verläuft also im großem und ganzen der Donatiline parallel. Die Striemen sind vorherrschend horizontal angeordnet.

Danach scheint die letzte und maßgeblichere Bewegung an der Donatiline eine Gleitung der Schichten in deren Streichrichtung gewesen zu sein. Die Stärke der Bewegung prägt sich in der weitgehenden Zerklüftung und in dem reichlichen Auftreten von Harnischen in den Sotzkamergeln aus.

Östlich des Völlatales ist etwas oberhalb des Sattels zwischen ersterem und Ober-Gabernik der Kontakt zwischen Trias- und Sotzkaschichten, also die Donatistörung selbst, erschlossen (siehe Fig. 1). Der Triasdolomit ist kolossal zertrümmert und vergriest und die an den Dolomit anschließenden Sotzkaschichten in ihrer Mächtigkeit äußerst reduziert<sup>1)</sup> und senkrecht aufgerichtet. Zum Teil fallen sie auch lokal sehr steil gegen N ein. Der Kontakt ist ein seigerer. Die Sotzkaschichten zeigen im Aufschluß drei hart nebeneinander gelegene Streifen von Quetschschiefen, die typische Lettenschmiere enthalten. An zwei von diesen Quetschzonen konnten ausgesprochene, deutliche Horizontalstriemungen festgestellt werden. Die stärkste der drei Lettenschmierzonen besitzt eine Mächtigkeit von zirka 1 m und deutet so die Größe der Bewegung entlang der Donatistörung an. Im anschließenden Triasdolomit war ebenfalls eine auffällige Harnischwand mit horizontalen (O—W verlaufenden) Striemungen zu sehen, während nebenan ein nordsüdlich orientierter Harnisch beobachtet wurde. Diese Feststellungen an der Donatistörung selbst bestätigen das im früher erwähnten Aufschluß beschriebene Bild einer Seitenbewegung.

Beobachtungen, die an der Störungsfläche weiter gegen O hin angestellt wurden, ergaben analoge Bilder. So zeigt sich an der Triaswand auf der Höhe westlich der bei Gabernik mündenden Schlucht ein prächtiger, steiler, OSO streichender Harnisch, der Donatistörung entsprechend. Die Harnischstriemen sind flach (etwa mit 14°) nach W geneigt. Also auch hier eine vorherrschende Seitenverschiebung! Dieselbe Beobachtung machten wir an der Triaswand knapp oberhalb jener

1) Schon Teller und Heritsch haben die Reduktion der Schichtenmächtigkeiten an der Donatistörung gerade von diesem Raume erwähnt.

Stelle, wo der steile Graben den Triasrand überquert. Auch dort sind abermals flache, O—W verlaufende Harnischstriemen am Triaskalk zu sehen.

Quetschschiefer, welche die Störungszone markieren, wurden weiterhin am Triasvorsprung südlich des Drevenik (Kote 783) beobachtet.

Die Störung verläßt nun den Triassüdrand des Wotsch, der sich von hier an gegen ONO wendet, und streicht immer in derselben ost-südöstlichen Richtung (zirka  $024^{\circ}$  S) in die tertiäre Ummantelung des Massivs hinaus. Bei dem Bildstock auf dem Höhenrücken östlich von St. Leonhard fallen die marinen Mergel an der Störung sehr steil nördlich, also überkippt, unter die Sotzkaschichten ein. Am Kontakt befindet sich eine Ruschelzone.

Beim weiteren Verfolgen der Störungslinie gegen SO stoßen wir auf die westlichste der Donatikluppen im Glashüttengraben, die bereits von

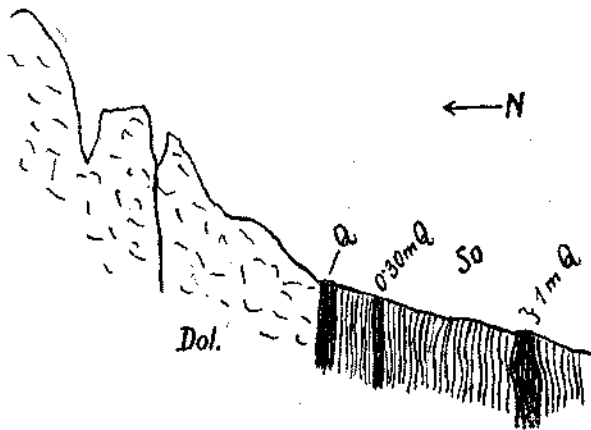


Fig. 1. Dol = Triasdolomit, So = Sotzkaschichten, Q = Quetschzonen.

Hörnes<sup>1)</sup> und Heritsch<sup>2)</sup> untersucht wurde, sich aber auf Blatt Pragerhof—Windisch Feistritz der geologischen Spezialkarte nicht eingetragen befindet. Hier erscheint die Feststellung des Bewegungsmechanismus besonders wichtig. Das Streichen der Klippengesteine wurde im Bachbett mit  $N 10^{\circ} O$  gemessen.

Das Einfallen ist steil nach W (WNW) gerichtet. Die Streichrichtung der Klippengesteine steht, wie schon Heritsch erwähnt hat,<sup>3)</sup> fast senkrecht auf jener der angrenzenden Tertiärschichten und der Donatitstörung selber. Die Klippe weist, wie auch Heritsch ähnlich angegeben hat, Karbonkonglomerate, vollkommen verschieferte und in Lettenschiefer umgewandelte schwarzgraue Tonschiefergesteine, rote Schiefer vom Aussehen der Werfener, blaugraue Netzkalke, vermutlich Muschelkalk, und

<sup>1)</sup> Mitteilungen des Naturwissenschaftlichen Vereines für Steiermark, 1890, S. 295.

<sup>2)</sup> Mitteilungen des Naturwissenschaftlichen Vereines für Steiermark, 1913, S. 91—92.

<sup>3)</sup> Loc. cit., S. 91.

graue Triaskalke auf. Das Auftreten einzelner Gesteinsfragmente verschiedener Schichthorizonte, die weitgehende Verquetschung der Schiefergesteine und die zahlreichen Harnische lassen die starke, mechanische Umformung der Klippe erkennen.

Es wurden fünf Harnische beobachtet: zwei im blaugrauen Kalk mit horizontaler, bzw. mit sehr flach geneigter Striemung, einer an der Grenze von blaugrauem Kalk und rotem Schiefer mit horizontaler Striemung, einer zwischen Kalk und dunklem Quetschschiefer mit horizontaler Striemung und schließlich ein seigerer Harnisch an der südöstlichen Klippengrenze im Karbonkonglomerat mit fast horizontaler Striemung. Diese Harnische, welche den beobachteten entsprechen, zeigen somit daß die Klippen offenbar im wesentlichen unter dem Einfluß von Seitenbewegungen ihre gegenwärtige Position und ihr Lagerungsbild erfahren haben. Die Klippe setzt sich am östlichen Gehänge des Glashüttengrabens noch etwa 100 m hoch und auf eine Horizontaldistanz von etwa 200 m fort. Es sind aber nur in kleinen Felsriffen zutage tretende helle Triaskalkmassen, welche, ohne Begleitung der übrigen Gesteinstypen, die in der gewöhnlichen O-W-Streichrichtung der Donatistörung orientierte Klippe zusammenfügen. Das abweichende Streichen der Klippengesteine unten im Graben entspricht also nur einer lokalen, hier am Westende der ganzen Klippenreihe erfolgten Herausdrehung aus der allgemeinen Streichrichtung.

Bei der steilen, z. T. seigeren Aufrichtung der Schichtbänke, bei dem geradlinigen, über Berg und Tal erfolgenden Fortstreichen der Dislokation und bei dem Auftreten der oben erwähnten horizontalen Harnische konnten wir nicht den Eindruck einer normalen Überschiebung gewinnen, sondern jenen einer steilen Blattverschiebung, wobei eine paläo-mesozoische Scholle in Trümmer auseinander gerissen und verschleppt worden ist.

Diese Beobachtungen finden ihre Ergänzung in solchen an der „Donatlinie“ westlich des Völlatales bei St. Maria-Lubitschno. Die Donatistörung prägt sich südöstlich der Kirche St. Maria-Lubitschno (nahe dem von Teller auf der geologischen Karte hier eingetragenen Karbon) in gestörten, vollkommen verquetschten Sotzkamergeln aus. Unmittelbar westlich davon ist dieselbe Dislokation an der Grenze von Triasdolomit und Sotzkaschichten als starker, O 15° S streichender Bewegungskontakt handgreiflich erschlossen (Fig. 2). Die Mergelschiefer sind steil aufgerichtet, wobei an der Grenze gegen den Dolomit eine 2 m mächtige Lage von reinem schwärzlichem Lettenschiefer<sup>1)</sup> (Quetschschiefer) zu beobachten ist, an welche sich stärker gepreßte Sotzkamergel mit eingeschuppten, kleinen Dolomitlinsen anschließen. Am Dolomit selbst ist ein Harnisch, an den sich eine schmale Vererzungskruste anlegt, zu sehen (Fig. 2 a). Die Striemung des Harnisches konnte an einer benachbarten Stelle als deutlich flach verlaufend (schwach gegen W absteigend) festgestellt werden. Weitere Aufschlüsse zeigen das

<sup>1)</sup> Sogar einem in der Nähe wohnenden Bauern war dieser Quetschschiefer als etwas Besonderes aufgefallen. Er hielt ihn für einen Kohlenausfluß und hatte deshalb kleine Schürfe in ihm angelegt.

konstante Fortstreichungen der seiger aufgerichteten Quetschschiefer an der Grenze zwischen den steil südfallenden Sotzkamergeln und dem Dolomit (Fig. 2 b). Die Grenze steht auch hier senkrecht. Im Dolomit selbst konnten wir an einer Stelle eine eingeschuppte Partie von Quetschschiefen wahrnehmen (Fig. 2 c).

Die Beobachtungen wurden schließlich, jenseits des von der Südbahn benützten Tälchens, an dem westlichsten Ausläufer der Wotschmasse, südlich von Plankenstein, weitergeführt. Hier ist an der Südostseite der größeren Triasscholle — in den an diese südlich anschließenden Sotzkamergeln — ein Kohlenbau gelegen, über den auch bereits Granigg<sup>1)</sup> und Teller<sup>2)</sup> berichtet haben und in dem vor kurzem wieder geschürft wurde. Nach den an Ort und Stelle erhaltenen Angaben wurde ein Stollen zuerst 50 m senkrecht zum Streichen, also gegen den Dolomit, dann etwa 300 m im Streichen in den Sotzkaschichten vorgetrieben. Beim Mundloch des Stollens ist ein Einfallen der Sotzkaschichten mit 50° nach S festzustellen. Der Stollen scheint die Donatistörung erreicht zu haben.

Es folgt nun gegen W zu die letzte, spitz keilförmig endende Triasscholle des Wotsch. Diese Scholle wurde, wie schon im Gelände sichtbar, von dem Hauptmassiv des Wotsch durch den Horizontalenschub losgerissen und gegen W geschleppt. Entsprechend ist auch die mechanische Beanspruchung des Bruchstückes besonders stark. An der Südostgrenze der Trias gegen die Sotzkaschichten konnte ein steil N einfallender Harnisch mit horizontaler Striemung beobachtet werden. An derselben, gegen S blickenden Triaswand haben wir zwei weitere, fast horizontal verlaufende (flach westlich absteigende) Harnische gesehen. Dieselben bilden, wie der erstgenannte, Parallelharnische im Triasdolomit, knapp neben der hier durchziehenden Donatistörung. An der steilen, der Störung selbst entsprechenden Wand haben wir einen mit 25° nach W absteigenden Harnisch festgestellt. Nebst den zur Donatistörung parallel laufenden Harnischen stellen sich hier auch solche ein, welche schräg in den Dolomit eingreifen und an welchen horizontale Striemungen mit flach nach W geneigten wechseln. Gequetschte

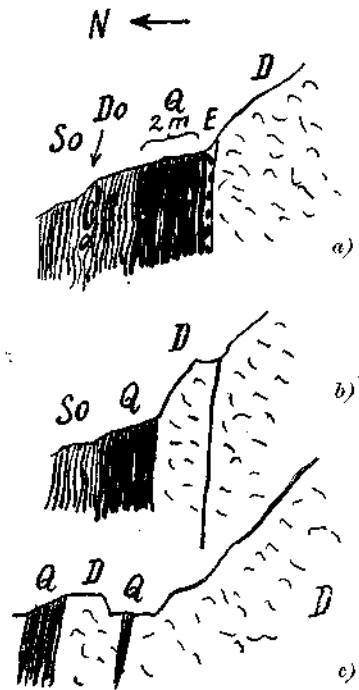


Fig. 2. Dol = Triasdolomit, So = Sotzkaschichten, Q = Quetschzonen, E = Erzkruste am Kontakt.

1) Mitteilungen über steiermärkische Kohlenvorkommen am Ostfuße der Alpen. Österreichische Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen, 1910, S. 37.

2) Erläuterungen Blatt Pragerhof—Windisch Feistritz, S. 87.

Tone fanden wird örtlich in den Dolomit eingepreßt. Auch hier ist die Grenze zwischen den Trias- und den Sotzkamergeln eine mehr oder minder senkrechte.

Diese Beobachtungen zeigen zunächst, daß die Fortsetzung der steilen Donatistörung noch jenseits des Völlatales, am Südsaum des Wotsch, bis über Plankenstein hinaus verfolgt werden kann und hier dann in das Alluvialfeld des Seitzbaches bei Heiligengeist hineinstreicht. Dadurch ist also die Annahme von A. Spitz, welcher die Fortsetzung der Donatistörung in der zwischen Wotsch und Gonobitzer Gora anzunehmenden Dislokation vermutet hat, durch Beobachtungen bestätigt worden. Die ermittelten Harnischstriemungen sprechen für eine Bewegung im Streichen, also für eine vorherrschende Seitenbewegung an der Dislokation. Da die Gleitfläche überall eine mehr oder minder seigere Stellung aufweist, kann es sich in der Form, in welcher die Störung gegenwärtig vorliegt, nicht um eine Überschiebung, sondern um eine steile Blattverschiebung im Sinne der Vermutung von A. Spitz handeln. Vermutlich war dieselbe mit flacheren Verbiegungen der aneinander vorbeigleitenden Schollen verbunden.

Demnach ist es uns nicht wahrscheinlich, daß die Fortsetzung der Donatiline, soweit die jüngere, durch den Faltenbau durchsetzende Blattstörung darunter verstanden wird, in der sich südlicher abspaltenden, von Teller erwiesenen, schmalen Triasschubmasse Kraiberg-Slemene, im S der Gonobitzer Gora, gesucht werden kann. Dennoch liegt es nahe, in anderer Beziehung einen gewissen Zusammenhang zwischen den Klippen der Donatiline und der vorgenannten Überschiebungszone vorauszusetzen und erstere als die nach OSO seitlich verschobene Fortsetzung der letzteren im Sinne der von Spitz geäußerten Auffassungen zu deuten, worauf im Abschnitt IV zurückgekommen werden wird.

Anhangsweise sei noch darauf verwiesen, daß auch Beobachtungen im Dolomitgebiete des Völladurchbruches und solche in den Steinbrüchen nördlich des Wotsch bei Pölschach das Vorherrschende flach verlaufender Harnische ergeben haben, wie es unter der Voraussetzung eines jungen Aneinandergleitens von Wotsch und Gonobitzer Gora als Begleiterscheinung dieser Schubbewegung leicht verständlich ist. Am Südende des Marktes Pölschach (Poljčane) sind schön geschichtete, mit  $68^\circ$  nach N einfallende Sotzkamergel und feinkörnige Sandsteine aufgeschlossen, welche auf den Schichtenflächen fast horizontal verlaufende (höchstens bis  $10^\circ$  gegen W absteigende) Harnischstriemen erkennen lassen. Es wurden fünf Harnische mit solch O—W verlaufender Striemung beobachtet, welche z. T. von dünnen, gequetschten Schieferpartien begleitet werden.

Die Triasdolomite des Völladurchbruches sind stark brecciös. Harnische, teils mit steiler Striemung, teils — u. zw. scheinbar überwiegend — solche mit flacher Striemung, setzen durch die Dolomitbreccien glatt durch. So ist in einem etwa in der Mitte gelegenen größeren Steinbruch eine ausgeprägte, WNW streichende Harnischkluft aufgeschlossen, die mit Striemungen versehen ist, welche flach gegen O (mit etwa  $15^\circ$ ) absteigen. Diese Erscheinungen fügen sich als Teilbewegungen der vorausgesetzten Seitenverschiebung des Wotsch gut ein.



Aus diesen Beobachtungen folgt, daß die Annahme von A. Spitz, die Donatiline entspreche einer steilen Blattverschiebung, durch den Nachweis der senkrechten Stellung der Störungfläche und des fast ausschließlichen Auftretens horizontaler Strömungen an derselben auf der untersuchten, fast 10 km langen Strecke eine glänzende Bestätigung erfahren hat. Es liegen also im Bereiche der nördlichen Savefaltung tatsächlich die Wirkungen einer weitreichenden „listrischen Blattverschiebung“ vor, die die Gesteinsschollen unter einem die Falten spitz — unter zirka  $24^\circ$  — schneidenden Winkel gegeneinander verschoben hat.

Auf einige regionale Gesichtspunkte zur Deutung der Donatistörung wird im II. und III. Abschnitt dieser Studie noch zurückgekommen werden.

### C. Die nordwestliche Fortsetzung der großen Blattverschiebung (Donatistörung) bei Stranitzen (Gonobitz NW).

Bei Plankenstein (Heiligengeist [Loße] O) verschwindet die Fortsetzung der großen Blattverschiebung (im Sinne von A. Spitz) unter dem Alluvium und Diluvium der Drann und dann unter den über das ältere Tertiär transgredierenden pliozänen Schotter- und Lehmbildungen. Erst westnordwestlich von Gonobitz (südöstlich von Stranitzen) besteht Aussicht, die Störung an der Grenze einer hier erscheinenden mesozoischen Kalkscholle gegen die „marinen Mergel“ des Miozäns wieder aufgeschlossen zu finden.

Die Beobachtungen, die ich hier angestellt habe, ergaben folgendes Resultat:

Am Süd(Südwest)rande dieser Kalkscholle, bei Kote 505, ist die Störung dadurch gut erkennbar, daß hart neben dem Triaskalk und an ihm tief hinabreichend, braune Glimmersande sichtbar sind. Die Kontaktfläche selbst fand ich zwar nicht aufgeschlossen, jedoch zeigte sich im Kalk, knapp an der Grenze, ein seigerer Harnisch von nordwestlichem Streichen, welcher sehr flach ( $5-8^\circ$  nach W) absteigende Striemen aufwies. Demnach erscheint auch hier die Seitenbewegung an der Störung angezeigt. In der Schlucht östlich Kote 505 zeigte der Kontakt zwischen der Trias und dem südlich folgenden Miozän das Bild einer steil südgerichteten Aufschuppung der Kalke über die Sande. Der Triaskalk erscheint nahe der Berührungsstelle stark zerdrückt und mit Harnischen von horizontaler Strömung versehen.

Diese Beobachtungen lassen erkennen, daß auch im Gebiete nordwestlich von Gonobitz der Charakter der verlängerten Donatistörung offenbar als steiler Blattverschiebung anhält.

## II. Die Triasklippenzone Krahberg—Slemene, die primäre Anlage der Donatistörung und die Beziehungen beider.

Die von Teller beschriebene und in seiner Karte dargestellte Triaszone Krahberg—Slemene südlich der Gonobitzer Gora bildet ein sehr merkwürdiges tektonisches Bauelement der Savefalten. Sie begleitet — eine kurze Unterbrechung miteingerechnet — auf 8 km Distanz den Südsaum

der Trias-Karbon-Masse der Gonobitzer Gora, von dieser durch einen 1 bis 3 km breiten Streifen von Sotzkaschichten getrennt. Dabei besitzt sie nur eine durchschnittliche Breite von wenigen hundert Metern. Heritsch (Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark, 1913) hatte mit Teller in dieser Zone die westliche Fortsetzung der Donatistörung vorausgesetzt. Im Anschluß an die Darstellung von Teller<sup>1)</sup> hatte er eine nordgerichtete Überschiebung der Triaszone (und deren miozäner Bedeckung) über die Sotzkaschichten angenommen.

Begehungen im Jahre 1929 ergaben ein abweichendes Bild. Zunächst wurde die kleine Triasscholle südwestlich von Heiligengeist (Loče), am Gehänge des Klokotschouniggrabens, untersucht. Teller läßt diese Scholle auf seiner Karte gegen O hin schon vor Erreichen des Seitengrabens nördlich Kote 444 enden. Jedoch streicht sie tatsächlich noch in diesen herab. Fig. 3 stellt die an dieser Stelle sichtbaren, geologischen Verhältnisse dar. Man ersieht daraus, daß die Dolomitscholle etwa 20 bis 25 m mächtig ist, steil nach N (NNO) einfällt und im Hangenden von stark gepreßten Sotzkamergeln überlagert wird. Gleichsinnig, etwa 70° nordwärts einfallende Sotzkamergel sind auch nördlich dieser Stelle auf weitere Erstreckung im Bachbette gegen Heiligengeist zu aufgeschlossen. Die Dolomite erscheinen im Liegenden steil nach S aufgeschoben, wobei die Kontaktfläche mit 70° nach NNO einfällt. Darunter erscheinen stark zerquetschte Schiefer, unter denen die marinen Tuffe des Miozäns lagern. Dieser Aufschluß zeigt, daß hier eine südgerichtete, steile Überschiebung des Dolomits und seiner Sotzkauf Lagerung auf das südlich vorliegende Miozän erfolgt ist.

Im ganzen oberen Klokotschouniggraben hält das steil nördliche Einfallen der Sotzkamergel und somit deren tektonische Auflagerung auf das Miozän an, wenn auch hier auf eine Strecke hin das basale Triasband aussetzt. Bei Kote 479 (Suchadol SSW) setzt der Dolomit wieder ein. Hier beobachtete ich das auf Fig. 4 abgebildete Profil. Auch hier fallen die Tuffe und die sie begleitenden miozänen Mergel steil nach NNO unter den Dolomit — an der Grenze stark gequetscht — ein, welcher seinerseits an einer nahezu seigeren Teilbewegungsfläche sich gegen die Sotzkamergel abgrenzt. Letztere enthalten einen kleinen eingeschuppten Dolomitblock. An einem Grenzharnisch beobachtete ich horizontale Striemung. Also auch an dieser Stelle zeigt sich im großen und ganzen das Bild einer steil S gerichteten Aufschuppung!

An den weiter westlich gelegenen Teilen dieser Triaszone sah ich leider den Kontakt nicht günstig aufgeschlossen. Doch ergibt sich aus dem Gesamtbild, wie es auch in Tellers Kartendarstellung trefflich zum Ausdruck kommt, daß hier die Dolomite sehr steil nordwärts unter die Sotzkaschichten hinabtauchen.

Am westlichen Ende der zusammenhängenden Triaszone findet sich — südlich der Ruine Seitz — eine Scholle, an der Teller auch Werfener Schiefer<sup>2)</sup> festgestellt hat. Die Kontaktstelle mit den Sotzka-

<sup>1)</sup> Erläuterungen zur geologischen Karte usw. Blatt Pragerhof—Windisch Feistritz, S. 54.

<sup>2)</sup> Die Lagerung der Werfener Schichten über dem „Muschelkalk“ mag schon auf vormiozäne Schuppung zurückgehen.

schichten, bzw. mit dem Miozän, ist leider nicht aufgeschlossen; die Trias (Muschelkalk) selbst ist jedoch in einem Steinbruch gut entblößt. Hier zeigen sich steil nordfallende Kalkbänke, die ganz von Quetschschiefer durchsetzt erscheinen. Auch die vorherrschende Neigung der letzteren ist eine steil nördliche. An der Südgrenze der Kalkscholle

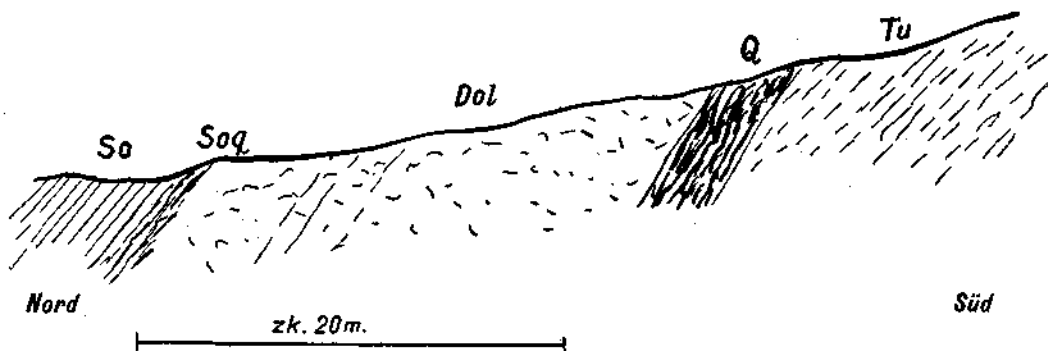


Fig. 3. *Dol* = Triasdolomit, *So* = Sotzkaschichten, *Soq* = Sotzkaschichten, verquetscht, *Q* = Quetschschiefer, *Tu* = miozäne Tuffe.

gegen das marine Miozän hin stellen sich ausgesprochene Lettenschiefer ein, die die Bewegungszone markieren. Auch hier gewann ich den Eindruck einer sehr steil S gerichteten Aufschuppung der Trias über das Miozän.<sup>1)</sup>

Die Sotzkaschichten, welche im östlichen und mittleren Teil dieser Schuppungszone das dem Südschub entsprechende, steile Nordfallen

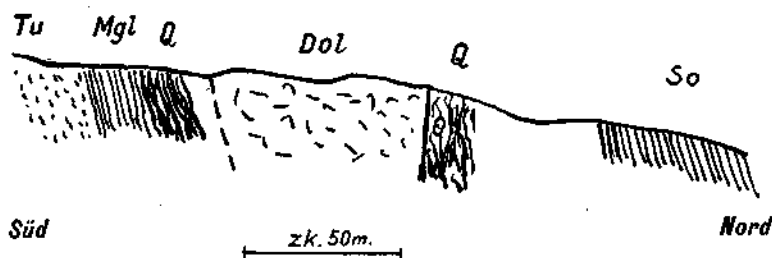


Fig. 4. *Dol* = Triasdolomit, *So* = Sotzkaschichten, *Q* = Quetschzonen, *Mgl* = marine Mergel, *Tu* = Tuffe.

aufweisen, zeigen gegen deren Ende zu — bei Verengung des Sotzka-bereiches —, bei der Ruine Seitz und der Kirche Feisenberg, S gerichtetes Fallen, wie es auch Teller angibt. Hier scheint die dem Abfallen vom Wotsch entsprechende Südneigung bis an oder in die Nähe

<sup>1)</sup> Teller beschrieb schon diese Aufschlüsse („Erläuterungen“, Pragerhof—Windisch Feistritz, S. 54—55). Er betont, daß auch die Werfener Schichten ebenso wie die Triaskalke steil nach N einfallen, während der südlich folgende marine Tuff steil südliche Neigung aufweist.

der S gerichteten Triasschuppung heranzureichen.<sup>1)</sup> Hier erscheint offenbar der Südflügel der aufgeschuppten Synklinale im Bereiche der Sotzkaschichten reduziert, die Schuppe infolge jüngerer Bewegungen fast seiger aufgerichtet, örtlich sogar überkippt.

Als Gesamtbild der Störungszone Krahhberg—Slemene ergibt sich jenes einer steil S gerichteten Aufschuppung eines Triasspans und seiner synklinal gebauten Oligozändecke über das Miozän. Diese Annahme ist, abgesehen von den beweisenden Beobachtungen im Terrain, schon deshalb viel plausibler als jene einer Nordbewegung, da es sich im letzteren Falle — soweit das Tertiär in Betracht kommt — um eine Überschiebung von jüngerem auf Älteres (von Miozän auf Sotzkaschichten des Oberoligozäns) handeln müßte. Es wäre auch nicht zu verstehen, wohin dann die ursprünglich zwischen dem Triasdolomit und den Miozäntuffen doch zu erwartenden Sotzkaschichten hingekommen wären, die bei dieser Annahme — obwohl nördlich der Störungslinie mächtig entwickelt — südlich derselben fehlen würden.

Diese Beobachtungen lassen nunmehr auch eine Vermutung über die primäre Anlage der Donatiline, bzw. ihres östlich des Völladurchbruchs gelegenen Teiles, zu. Heritsch hatte die Donatistörung nach W in die Zone Krahhberg—Slemene verlängert. Mit Spitz habe ich, wie früher betont, angenommen, daß die eigentliche Blattverschiebung weiter nördlich über Heiligengeist in den Raum südlich von Gonobitz zieht. In anderer Richtung erscheint aber eine Beziehung zwischen der Klippenzone Krahhberg—Slemene und den Klippen an der Donatiline unverkennbar, wie schon A. Spitz angedeutet hat.

Nach Tellers Karte und Mitteilungen würde die östliche Fortsetzung der Überschiebung der Triaszone Krahhberg—Slemene am Nordabfall des Langen- und Nonnenberges (südlich von Plankenstein), zwischen den jüngeren Tuff- und Kalksandsteinen und den marinen Mergeln, durchziehen. Sie würde sich dann auf Grund der im vorstehenden mitgeteilten Ergebnisse noch vor Erreichung des Völlatales mit der steilen Donatistörung scharren. Wenn man nun die Triasklippen der Donatiline als die Fortsetzung der Triaszone Krahhberg—Slemene ansieht, so kann man die Donatiline als jüngere Blattverschiebung deuten, welche die Überschiebungszone, in welche sie einlenkt, dort, wo sich ihr Verlauf mit ihr deckt, zerrissen, verschoben und in eine steile Störung umgeformt hat. Eine ähnliche Deutung scheint auch A. Spitz vorgeschwebt zu haben. Es ist aber durchaus wahrscheinlich, daß auch dieser letztere Vorgang noch im Verlauf der postarmatischen Faltung eingetreten ist.

Vielleicht löst sich die Donatistörung gegen O, wie aus den vorliegenden Karten von Gorjanović-Kramberger geschlossen werden kann, in einzelne Teilstaffeln auf. Leider hatten wir nicht Gelegenheit, auch diesen Bereich zu studieren.

Unter der hier zugrunde gelegten Vorstellung wäre der mittlere und östliche Teil der Donatiline (östlich der Scharung mit der Fortsetzung

<sup>1)</sup> In der Nähe der Trias des Krahhbergzuges fand ich hier die Sotzkaschichten nirgends so aufgeschlossen, um ihre Fallrichtung bestimmen zu können.

der Kraiberg—Slemene-Zone) als ursprünglich ebenfalls steil S gerichtete Schuppung zu deuten, welche erst im Verlaufe der Gebirgsbewegung (unter dem Einflusse der Blattverschiebung!) zerrissen, versteilt und größtenteils senkrecht aufgerichtet worden wäre.

Die Beobachtungen sprechen in dem von mir näher untersuchten Teile für diese Ansicht, nicht aber für eine N gerichtete Schuppung. So zeigen die Sotzkaschichten an der Störung, am Südende der Völlaschlucht, eine steile (70°) NNO gerichtete Neigung — also ein Einfallen gegen die aufgepreßten Dolomite. Auch der auf Fig. 1 abgebildete Kontakt zwischen der Trias und dem schmalen Sotzkaband im N und den marinen Miozänmergeln im S läßt sich unter dem Bild einer primär steil S gerichteten Schuppung besser verstehen als unter jenem einer Nordbewegung. Östlich der dort abgebildeten Kontaktstelle, gegen die Schlucht von Obergabernik zu, fallen die Sotzkaschichten gegen die Triaswand ein. Ebenso zeigen, wie schon angegeben, die marinen Mergel auf dem Höhenrücken, östlich von St. Leonhard, ein steil nördliches Einfallen unter die Sotzkamergel.

Schließlich lassen die Aufschlüsse im Glashüttengraben, nördlich der Trias-Karbon-Klippe, ebenfalls eine N gerichtete Neigung der Tertiärmergel erkennen.

Diese Beobachtungen lassen vermuten, daß bei Beginn der postmiozänen Faltung Gonobitzer Gora und Wotsch, die damals noch in unmittelbarem, streichendem, ost-westlichem Verbande gestanden waren, von einer ebenso einheitlichen Sotzkasynklinale im S begleitet waren, deren Südflügel steiler herausgehoben und unter Mitnahme von Teilen seiner Trias-(Karbon-) Basis südwärts auf das vorlagernde Miozän aufgeschuppt wurde. Im Verlaufe der Bewegung kam es sodann, unter dem Einfluß der die Donati-Störung mit dem großen zentralalpinen Lavanttaler Bruch verbindenden Dislokation, zu einem Durchreißen dieses Faltenbaues. Die entstehende steile Störung lenkte in die östlichen Teile der in Rede stehenden Schuppenzone ein und formte diese durch seitliche Schollenverschiebungen und Steilstellung um. Nur in bescheidenem Ausmaß wäre, nach den vorhandenen Anzeichen zu schließen, der Einfluß solcher Seitenbewegungen auch noch in der Scholle Kraiberg—Slemene zur Geltung gekommen.

### III. Die Bedeutung der Donati-Lavanttaler Störung im Bau der östlichen Alpen.<sup>1)</sup>

(Siehe Tafel XXVI.)

Schon im Jahre 1913 habe ich auf die engen tektonischen Beziehungen, die zwischen dem jungtertiären Schollenland der südöstlichen Zentralalpen<sup>2)</sup> einerseits und den jungtertiären Savefalten andererseits

<sup>1)</sup> Zum besseren Verständnis des folgenden wollen die geologischen Spezialkartenblätter von Österreich (herausgegeben von der Geologischen Reichsanstalt Wien): Pragerhof—Wind. Feistritz, Praßberg an der Sann, Unterdrauburg und Pettau—Vinica herangezogen werden, ferner die kroatische geologische Spezialkarte, Blatt Vinica.

<sup>2)</sup> Bezüglich der tektonischen Rolle, welche den östlichen Zentralalpen im alpinen Bau zuzusprechen, vgl. u. a. R. Schwiner: „Der Bau des Gebirges östlich von der Lieser“, Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften in Wien, math.-natur. Kl., Abt. I, 136. Bd., 7. u. 8. Heft, 1927, S. 377 ff.

bestehen, eingehend verwiesen, indem ich hervorhob: „Die Hebung der mittelsteirischen-zentralkärntnerischen Region und jener der vorgelagerten Bacher-, Steiner Alpen und Karawankenzüge erscheint als das Ansteigen der gegen die untersteirisch-kroatischen, sich faltenden Zonen bewegten Schollen,“<sup>1)</sup> eine Auffassung, die sich auf die Gleichzeitigkeit der hebenden (senkenden) Vorgänge in ersterer, und der faltenden Erscheinungen in letzterer und auf die engen räumlichen Beziehungen beider Zonen gegründet war.

A. Spitz<sup>2)</sup> weist später u. a. auf die Tatsache hin, „daß eine Verschiebung des Bachers in südöstlicher Richtung“ (an der Donati-Lavantaler Störung) „schon deshalb wahrscheinlich ist, weil sonst der Tonalit von Eisenkappel und die gewaltige Dislokation an seinem Nordrande geradewegs in den Bacher hineinstreichen müßten (u. zw. in dessen südlichen Rand!), der nicht nur lithologisch, trotz großer Nähe beider, vollständig verschieden ist, sondern auch tektonisch durch breite Faltung abweicht“. So schließt A. Spitz, daß eine einheitliche Störung aus den Zentralalpen heraus (vom Lavanttal), dem Südwestrand des Bachers folgend, bis in die Längsstörung der Donatiline in den nördlichen Drau-Save-Falten verfolgt werden kann, an welcher ein südöstlicher Vorstoß der östlichen (nordöstlichen) Scholle erfolgt ist. Nach SO hin lassen die Verschiebungsweiten nach. Die Phyllite am Südrande des Bachers würden danach mit jenen an der Nordvorlage der Ostkarawanken korrespondieren; das Oligo-Miozän westlich von Weitenstein mit jenem von Pölschach und schließlich die Karbon-Trias-Züge der Gonobitzer Gora mit jenen des Wotschgebirges. Spitz schließt auf Grund von Höfers Darlegungen, welcher die Trias-Kreide-Scholle von St. Paul an der Lavanttaler Störung gegenüber der Koralpe gegen N vorgeschoben deutete, auf das Anhalten der Seitenbewegung auch noch im zentral-alpinen Anteil der großen Dislokation.

Ich habe diese Fragen, speziell das Problem der Donati-Lavanttaler Störung, in meiner Studie „Bau der östlichen Südalpen“<sup>3)</sup> und in späteren Publikationen nicht mehr angeschnitten, da ich hierauf erst bei anderer Gelegenheit noch zurückkommen wollte. Es ist begreiflich, daß ich im Laufe von 17 Jahren, seit jener Zeit, in der ich obige Mitteilung geschrieben hatte, in welchem Zeitraum ich mich in sehr intensiver Weise mit dem Studium der Tektonik in den östlichen Südalpen abgegeben hatte, in einigen Punkten meine seinerzeit veröffentlichte Auffassung schärfer präzisieren kann. Dies gilt insbesondere dem Versuch, das gegenseitige Verhältnis von östlichen Zentralalpen und Savefalten zu deuten.

Hierüber soll hier mit Bezug auf abweichende Auffassungen berichtet werden.

A. Kieslinger hat kürzlich in einer ausführlichen Studie „Die Lavanttaler Störungszone“<sup>4)</sup> einen dankenswerten Beitrag zur Deutung

1) Verhandlungen der Geologischen Reichsanstalt, Wien 1913, S. 319.

2) Verhandlungen der Geologischen Staatsanstalt, Wien 1919, Nr. 9, S. 5.

3) Mitteilungen der Geologischen Gesellschaft Wien, 1924.

4) Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt, Wien 1928, Heft 3—4. Vgl. auch Kieslinger A.: Lavanttaler Störung und ihre Beziehungen zur ostalpinen Tektonik. Anzeiger der Akademie der Wissenschaften in Wien, 1928, 65. Jahrgang, S. 78.

des interessanten Problems der Zentralalpen und Südalpen verbindenden Störung gegeben, in welchem er eine ganze Reihe von Momenten zur Erklärung heranzieht und eine zusammenfassende, vom geologischen und morphologischen Standpunkt aus verfaßte Beschreibung der Donati-Lavanttaler Störung gibt. Die Auffassung von A. Kieslinger schließt sich in einigen Hauptmomenten enge an die Annahmen von A. Spitz an. So wird mit A. Spitz das Vorhandensein einer einheitlichen, durchlaufenden Störungszone, welche Lavanttaler Bruch mit der Donatiline verbindet, vorausgesetzt; ferner wird in Übereinstimmung mit vorgenanntem Forscher der Charakter der Störung als eines Verschiebungsblattes, allerdings nur für deren südwestlichen Teil, in etwas abgeändertem Sinne beibehalten, an welcher Blattverschiebung die Karawanken gegenüber dem Bacher vorgeschoben worden wären.

Jedoch weicht Kieslinger speziell im folgenden von der Auffassung von A. Spitz ab: Er weist nach, daß die von Spitz angenommenen Verschiebungsweiten — beurteilt nach dem gegenwärtig beiderseits der Störung gelegenen, ursprünglich angeblich zusammengehörigen Gesteinszonen — durchaus ungleichmäßige wären, so daß die Formel einer einfachen Blattverschiebung entlang der Störung den Verhältnissen nicht gerecht wird. Während der Wotsch und die Gonobitzer Gora nur eine Seitenverschiebung von 7 km aufzeigen, müßten zwischen den Phylliten am Nordsaum der Karawanken und jenen am Südsaum des Bachers Schubweiten von 25 km vorausgesetzt werden, ohne daß sich eine Begründung für diese Verschiedenheiten im Ausmaße des Seitenschubes an der Donati-Lavanttaler Störung finden lasse. Nach Kieslinger haben sich die Schollen beiderseits der Dislokation recht unabhängig voneinander verhalten und sich selbständig tektonisch weiterentwickelt. Insbesondere sei die Faltung östlich und westlich der Dislokation selbständig vor sich gegangen. Die Karawanken seien als flache Scholle deckenförmig, mit der südlichen Lavanttaler Störung als Ostbegrenzung, gegen N vorgeglitten, wodurch sie eben auf gleiche Höhe, wie das Bachergebirge, östlich der Störung gelangt wären.

An dieser Nordbewegung hätte sich aber das Kristallin von Gutenstein (= kristalline Vorlage der Ostkarawanken) und natürlich auch die nördlich anschließende kristalline Unterlage der mesozoischen Scholle von St. Paul im Lavanttal nicht mehr beteiligt. Diese letzteren hätten sich den vorgeschobenen Karawanken gegenüber als „starre Scholle“ verhalten. Im Nordteil der Lavanttaler Störung habe demnach keine Blattverschiebung stattgefunden, sondern hier herrschen einfache Brüche vor. Dagegen habe sich der südliche Teil der Lavanttaler Störung den Karawanken, bzw. deren oberflächlich vorgeglittenen, mesozoischen Schichtendecke gegenüber als Verschiebungsblatt geäußert. Die Bewegung an derselben sei also „in bezug auf die Karawankentektonik teilweise ‚posthum‘, d. h. die gefalteten Züge werden durch die Störung ‚zerschnitten‘. Es haben aber „die Nordschübe sich z. T. sehr unabhängig voneinander entwickelt“. „Die Tektonik (weniger Faltung als Aufschuppung) habe also die Störung noch etwas überdauert . . .“ (Loc. cit. S. 524—525.) Im Südteil der großen Störungszone, an der Donatiline, setzt Kieslinger, Heritsch folgend, eine steile N gerichtete

Überschiebungstektonik voraus. Hier sei das Stück westlich der Störung weiter nach N bewegt worden als das östliche, wodurch auch die Fortsetzung der mesozoischen Klippenzone „Krahberg—Slemene“, die durch die Donatiklippen repräsentiert sei, nach SO zurückspringe.

So kommt Kieslinger zu folgender zusammenfassender Erklärung der Erscheinungen:

„Die Unterschiede in der Lage der einzelnen tektonischen Einheiten rechts und links von unserer Störung entstanden durch eine gleichgerichtete, aber verschieden starke Beanspruchung. Es ist ein tektonischer Schub von S gegen N. Im W war er stärker, bzw. er konnte sich freier entwickeln, weil den Karawanken kein Hindernis entgegenstand, im Gegensatz zum O, wo der Bacher-Koralpen-Stock eine freie Entwicklung des Nordschubs verhinderte. Der zurückbleibende Ostflügel mußte sich an einer Scherfläche abtrennen. Vom Zeitpunkt des Aufreißens dieser Grenzfläche konnten sich beide Teile mit einer gewissen Unabhängigkeit voneinander entwickeln.“ (Loc. cit. S. 521.)

Diesen hier skizzierten Ansichten von A. Kieslinger möchte ich in einigen Punkten beistimmen, wenngleich, wie wir noch sehen werden, in anderer Beziehung auch wesentliche Unterschiede in der Deutung bestehen. Mit Rücksicht auf diese letzteren und in Anbetracht der Tatsache, daß durch eine Diskussion der Frage eine Klärung des Sachverhaltes zu erwarten ist, sei im folgenden genauer auch auf meine Auffassung eingegangen.

Zuerst sei auf einen in der Studie von Kieslinger gegen mich erhobenen Einwand Bezug genommen. Kieslinger wendet sich in entschiedener Weise gegen die seinerzeitige Annahme Winklers (Verhandlungen 1913) und Spitz, welche eine Südbewegung des Bachers und der östlichen Zentralalpen überhaupt voraussetzten. Er scheint aber zu übersehen, daß die Stellungnahme in dieser Frage bei der Relativität der tektonischen Bewegungsvorgänge als eine mehrdeutige betrachtet werden muß. Denn ebensogut, wie mit Kieslinger die Behauptung aufzustellen, die östlichen Südalpen wären unter Nordbewegung gegen die Zentralalpen vorgedrungen,<sup>1)</sup> kann man angeben, daß die südöstlichen Zentralalpen gegen S (SO) vorbewegt wurden. Hierbei wäre dann deren östlichster Teil im Bachermassiv, das infolge seiner Versteifung der südalpinen Faltung und Überschiebung Widerstand leistete, aber vor sich her Faltungen erzeugte, spornartig weiter südwärts vorgedrungen, während die westlich der diagonalen Störungszone gelegenen, zentralalpiner Teile teils unter dem Einfluß der faltenden Kräfte bei ihrer südlichen Vorbewegung zusammengestaucht, teils unter die Karawanken unterschoben worden wären. Das morphologisch-tektonische Bild des spornartigen Vordringens des Bachers in den Bereich der südalpinen Faltungen, ferner die schon von Teller eindrucklich geschilderte Umgürtung und Abbildung der Kontur des letzteren in dem vorliegenden Faltenbereich der Savezone und das Auftreten einer vulkanischen Umsäumung vermag diese Auffassung noch zu stützen. Es

<sup>1)</sup> Wobei die westlich des Bachermassivs gelegene südalpine Zone bei der Bewegung vorangeht wäre.



besteht hier also deutlich ein ähnlicher Einfluß, wie er ganz allgemein auf die Einwirkung eines stauenden Massivs auf die vorliegenden Faltungszonen zurückgeführt zu werden pflegt.

Vom üblichen Sprachgebrauche in der Tektonik ausgehend, wonach man die Richtung der Bewegung nach jener Seite anzugeben pflegt, nach welcher das Ausweichen durch Schub und Faltung erfolgte, erscheint es wohl für die richtige Ausdrucksweise maßgebend, ob südlich des Bachers Nord- oder Südschübe feststellbar sind. Schon 1913 hatte ich auf Südbewegungen bei Gonobitz (südlich des Bachers) hingewiesen. Die in dieser Studie angeführten Beobachtungen an der Zone Krahberg—Slemene entsprechen steil S gerichteten Schüben, wie sie sich auch an der Donatistörung als wahrscheinlich primäre Anlage vermuten lassen. Daher erscheint mir die Angabe einer Südbewegung des Bachers dem geologischen Sprachgebrauche entsprechender als jener einer Nordbewegung der Savefalten.

Auch die im östlichen Teile der Savefalten (südöstlich des Bachers) zu beobachtenden Nordwestüberkippungen, am Südsaume des Pettauer Feldes, können nicht als Gegenbeweis gewertet werden, da sie sich augenscheinlich dort einstellen, wo der Bacherrand zurückweicht. Sie können vermutlich — besonders im Hinblick auf die dieser Störungszone eigene Fächerstruktur<sup>1)</sup> im Miozän — als S gerichtete Unterschiebung durch die hier tiefer tauchende Bacherscholle gedeutet werden.

In diesem Sinne halte ich die 1913 geäußerte Ansicht eines Anschubs der östlichen Zentralalpen an die Südalpen voll aufrecht. Vom Standpunkt jener Theorie, welche den Zusammenschub eines Gebirges im wesentlichen durch die Einwirkung der anschließenden, wie die Backen eines Schraubstocks wirkenden starren Schollen hervorgehen läßt, wäre die von mir angewendete Ausdrucksweise einer Südbewegung der Bacherscholle gegen die östlichen Südalpenausläufer zweifellos als die entsprechendere anzusehen. Vom Standpunkt jener Theorie aber, welche die Ursache der Faltung in Veränderungen im Untergrunde des Gebirges sieht (Unterströmungshypothese Ampferers, Zyklonentheorie Schwingers) erscheint es belanglos, von Überschiebung nach der einen oder Unterschiebung nach der anderen Richtung zu sprechen.

Bezüglich der Karawanken liegen die Verhältnisse naturgemäß etwas anders als beim Bacher. Hier wird man angesichts der zahlreichen N gerichteten Schuppungen eher von Nordbewegung als von S gerichteter Unterschiebung sprechen, wenn man nicht die relativ starre Scholle der östlichen Zentralalpen als das aktivere (faltenerzeugende) Element durch die Kennzeichnung ihrer „Unterschiebung“ unter die Karawanken besonders hervorheben will. Wenn man sich der Relativität der Bewegungsrichtung bewußt bleibt, kann hier auch bei wechselnder Ausdrucksweise kaum ein Mißverständnis entstehen.

Dadurch erscheinen Kieslingers diesbezügliche Einwände entkräftet.

<sup>1)</sup> Bezeichnenderweise endet die Überkippung im Miozän, wie Teller gezeigt hat, nach W mit Annäherung an das Bachermassiv.

## Tektonischer Charakter der Bewegungslinien in den Savefalten.

Es sei darauf verwiesen, daß die in Abschnitt I dargelegten Ergebnisse gezeigt haben, daß die Donatiline nicht den Charakter einer Überschiebung aufweist, sondern vielmehr jenen einer echten Blattverschiebung, wie es auch Spitz vorausgesetzt hatte. Auch der Annahme Kieslingers, daß die Störungslinie Schönstein—Wöllan einer Überschiebung entspricht (loc. cit. S. 520) kann auf Grund der vorliegenden Literatur und Kartenangaben nicht beigeprüft werden. Der vollkommen geradlinige Verlauf der Störung, die Teller mit einem Sprung „in der lithographischen Platte“ treffend vergleicht, welche keinerlei größere Einkerbung zeigt und an welcher härtere Kalk- und Tuffsandsteine<sup>1)</sup> an der Nordflanke gegen ältere Tuffe und marine Mergel des Miozäns an der Südseite abstoßen, spricht unbedingt für eine vertikale oder doch sehr steile Dislokation. An ihr haben übrigens nach der von Teller<sup>2)</sup> festgestellten Verbreitung levantiner Schichten offenbar noch sehr junge (jüngstpliozäne, nachlevantine) Schollenbewegungen stattgefunden.

Die Savefalten sind eben nicht nur durch das Auftreten (nach früherem besonders NS orientierter) Falten- und Schubbewegungen gekennzeichnet, sondern es treten auch die von Teller eindringlich hervor gehobenen, weitstreichenden steilen „Längsdislokationen“ (echte Brüche, steile Schuppungen und Blattverschiebungen) auf. An einer der wichtigsten der letzteren, der Donatiline, ist das Auftreten einer echten Blattverschiebung sichergestellt. Ihr Entstehen erscheint — bei Durchschneiden durch den Falten- und Schuppenbau — offenbar als späterer Akt der nacharmatischen Bewegungsphase; vielleicht unter dem Einfluß einer SO gerichteten Schollenverschiebung in jenem Momente entstanden, als der tektonische Ausgleich zwischen den stärker gegen SSO vorgebogenen und vorgefalteten Teilen im Raume nordöstlich der späteren Donatiline und der zurückbleibenden westlichen Scholle durch Biegung und Schleppung nicht mehr vor sich gehen konnte und ein Durchreißen durch den Faltenbau Platz greifen mußte.

### Die Bewegungsrichtung an der Donatiline.

Bezüglich der Bewegungsrichtung an der Donatistörung möchte ich meine Auffassung wie folgt skizzieren: Es handelt sich hier nicht, wie Kieslinger anzunehmen scheint, nur um ein Zurückbleiben des östlichen Flügels an einer Scheerfläche, hervorgerufen durch einen stärkeren Nordschub westlich der Störungszone, sondern um eine tatsächliche, gegen NW gerichtete Vorbewegung der südwestlichen (südlichen) Scholle an der Donatiline, ostwärts bis in den Raum südöstlich des Baches reichend.<sup>3)</sup> Sie war von Faltung und Vorschuppung in den Nordkarawanken und ihrer Vorlage sowie von gleichen Erscheinungen im Weitensteiner Gebirge und seiner Oligozänhülle usw. begleitet. Aus

1) Bzw. der diskordant übergreifenden levantinen Schichten des Schalltales.

2) Erläuterungen zur geologischen Karte, Blatt Praßberg an der Saan, S. 119.

3) Ich folge hier, um die Darstellung nicht zu komplizieren, bezüglich der Bewegungsrichtung Kieslingers Ausdrucksweise.

der Tatsache, daß die Faltung der nördlichen Savezone im allgemeinen ostwestliches Streichen aufzeigt und auch bei den nachmiozänen, hier betrachteten tektonischen Bewegungen eine Weiterbildung dieses ostwestlichen Faltenbaues Platz gegriffen hat, darf nicht ohne weiteres auf rein nord-südliche Bewegungen rückgeschlossen werden. Dies ist besonders dann nicht zulässig, wenn, wie in dem vorliegenden Falle, der im SW der Donatistörung gelegene Raum an dieser Bewegungslinie schon nach dem rein geometrischen Bild der tektonischen Verlagerung in klarer Weise eine relativ nach NW gerichtete, regionale Schollenbewegung — gewissermaßen vor der Front des Bachergebirges — vollzogen hat. Jüngere Druckkräfte, welche in einem bereits gefalteten Gebiete an den gegebenen, orientierten Faltenbau angreifen, müssen eine Weiterbildung desselben hervorrufen, auch wenn die zugrunde liegenden Hauptkräfte schräge hiezu orientiert sind.<sup>1)</sup> Der Verlauf von jüngeren Faltungen ist für die Beurteilung der tatsächlich zugrunde liegenden Bewegungsrichtung offenbar nicht so maßgebend, eher schon jener von Schubbewegungen, bei denen die einzelnen Schubkörper — dank der größeren Unabhängigkeit und Beweglichkeit gegenüber ihrer Umgebung — den einwirkenden Kräften leichter unmittelbar folgen können, oder jener von steilen Schollenverschiebungen, bei denen sich die Gleitbahnen der Verschiebung in glattem Durchschneiden durch den älteren Bau zu öffnen vermögen.

In dem in Rede stehenden Falle wird vorausgesetzt, daß die Zone südlich und südwestlich der Donati(Bacherrand)störung während ihrer durch wesentlich N—S wirkende Kräfte erfolgten Faltung gleichzeitig dem Einflusse einer NNW bis WNW gerichteten Schollenbewegung unterworfen war, welche südlich und südwestlich des Bachers zunächst zu einer Schleppung der Gesteinszüge, dann zu einem Zerreißen des Zusammenhanges und zur Entstehung einer diagonalen Blattverschiebung geführt hat.

#### Die Lavanttaler Störungszone und die tektonischen Beziehungen von Bacher und Karawanken.

Es muß A. Kieslinger durchaus beigepflichtet werden, wenn er an der eigentlichen Lavanttaler Störung (im oberen und mittleren Lavanttal) keine größere Seitenverschiebung anerkennt und diesbezüglich an der Auffassung von Höfer, der sich ja auch Spitz angeschlossen hatte, Kritik übt. Es entsteht nur die Frage, in welchem Raum und in welcher Weise die Abtönung des N gerichteten tangentialen Zusammenschubes und damit auch der Seitenverschiebung westlich der großen Störungsline erfolgte. Kieslinger setzt voraus, daß nur die Karawanken (mit ihrer phyllitischen Unterlage) als Decke nach N vorgerückt wären, während das Kristallin von Gutenstein — unter und nördlich derselben — als Fortsetzung der Koralpe anzusprechen sei und keine nennenswerte Seitenverschiebung mehr erfahren habe. Es wäre also im Bereiche der Karawanken nur mit einem Vorschub der obersten Gesteinshaut in Form einer

<sup>1)</sup> Es kommt hiebei zu einer Zerlegung des Druckes in seine Komponenten, senkrecht zum vorhandenen Streichen und parallel diesem, wobei sich dann die Seitenkomponente an der nächsten, irgendwie vorgezeichneten Stelle auslöst.

Abscherungsdecke zu rechnen. Somit läge die westliche Fortsetzung des Bachers nicht (nach N vorgeschoben) im Kristallin von Gutenstein vor, sondern befände sich unter den Karawanken, von diesen überschoben, wenn auch, wie Kieslinger hervorhebt, vielleicht tektonisch umgeformt.

Es muß zugegeben werden, daß Kieslinger hiefür triftige Argumente ins Feld führt, insbesondere petrographische Unterschiede zwischen dem Kristallin von Gutenstein und jenem an der Südseite des Bachers, dann die große, allerdings nicht vollständige Analogie zwischen dem Kristallin der südlichen Koralpe mit jenem von Gutenstein, was eben dafür spricht, daß diese letztere Scholle nicht von S heraufgeschoben, sondern noch nahe ihrer ursprünglichen Position, benachbart der Koralpe, gelegen ist.<sup>1)</sup> Eine einstige räumliche Verknüpfung der Phyllitzone bei Windischgraz (= Nordsaum der Karawanken) mit jener am Südsaume des Bachers (nach A. Spitz) würde dagegen nach Kieslinger (S. 519) 25 km Schubweite erfordern, also einen noch viel größeren Betrag an Seitenverschiebung als jener, welcher an der eigentlichen Donatiline ermittelt wurde.

Unter Anerkennung obiger Einwände und unter Festhalten an dem Gedanken einer stärkeren Vorschuppung, bzw. eines kräftigeren, faltigen Zusammenschubes westlich der großen Störungslinie und auch ohne an der Annahme des baldigen Ausklingens dieser Bewegung in den Zentralalpen zu rütteln, möchte ich die Erscheinungen doch in etwas abweichender Weise deuten.

Zunächst zeigt die Betrachtung des Tellerschen Kartenbildes<sup>2)</sup> und des schon nach Abfassung dieser Studien erschienenen geologischen Blattes „Unterdrauburg“,<sup>3)</sup> daß die nördlichen Zonen der Südalpen an der großen Lavanntaler Störung, an welcher sie abstoßen, eine deutliche Schleppung nach SO hin aufweisen. Dies tritt auf Grund der vorliegenden Karten sowohl beim Košuta-Weitensteiner Zug als auch bei der Tonalitzone, dann bei den östlichen Ausläufern der Nordkarawanken (Ostkarawankenscholle von Ober-Dollitsch), als auch offenbar bei der Phyllitzone am Nordsaum der Karawanken ein. Diese Erscheinung hängt naturgemäß mit der im W stärkeren Vorbewegung an der bogenförmig gestalteten Bacherrand-Lavanntaler Störung zusammen, die mit zunehmender Krümmung aus einer Längsdislokation in eine Querstörung übergeht.

Danach hat zweifelsohne auch noch der Tonalit mit seinen kristallinpaläozoischen Begleitschichten die stärkere Vorbewegung mitgemacht.

Es entsteht nun die Frage, ob im Sinne von Kieslinger diese mit Schuppung und Faltung verknüpfte stärkere Vorbewegung im Raume südwestlich unserer großen Störungslinie die kristalline Basis der Phyllite

1) Das Kristallin von Gutenstein liegt gegenwärtig auf gleicher Höhe wie der Nordwestbacher.

2) Geologische Karte der östlichen Ausläufer der Julischen Alpen, herausgegeben von der Geologischen Reichsanstalt, Wien, 1896, Erläuterungen, bzw. das später auch als Einzelblatt herausgegebene Spezialkartenblatt Praßberg an der Sann.

3) In Betracht kommender Teil von A. Kieslinger und F. Teller aufgenommen.

in der Karawankenvorlage gar nicht mehr ergriffen hat, diese sich also den Faltungen gegenüber vollkommen starr verhalten hätte.

Die Bewegungen an der Lavanttaler Störungszone haben sich, wie übereinstimmend von Kieslinger und mir angenommen wird, in mehreren Phasen vollzogen. Das Erscheinen und vielleicht auch randliche Eintreten der Gosauschichten in den Bau der Karawanken nahe deren östlicher Endigung, im Abbruch gegen die Windischgrazer Senke, und das Fehlen dieser Schichten im übrigen, langgedehnten Verlauf des Drauzuges spricht dafür, daß die Lavanttal-Bacherrand-Störung, mit der die Ausbildung der Windischgrazer Senke eng verknüpft ist, schon in der höheren Kreide angelegt war.<sup>1)</sup> Nun haben sich schon damals — zur Zeit der vorgosauischen Alpenfaltung — zweifellos kräftigere tangentielle Bewegungen auch im Bereiche der östlichen Zentralalpen, wie die Störungen des Triasgebietes in Mittelkärnten u. a., vermutlich dort im wesentlichen als autochthone Faltungen,<sup>2)</sup> vollzogen. Sie waren offenbar mit einer, wenn auch wohl nicht sehr bedeutenden, nord-südlichen Raumverkürzung verknüpft, welche in der streichenden Verlängerung östlich der Lavanttaler Störung, an dem Hauptteil der Koralpe, soweit bisher bekannt, kein angemessenes Äquivalent findet. Ich vermute daher, daß wahrscheinlich schon in der höheren Kreide, in stärkerem Ausmaße wohl aber erst dann im Verlaufe des älteren Tertiärs, auch im zentralalpinen Raume westlich der in Entstehung, bzw. Weiterbildung begriffenen großen Lavanttal-Bacherrand-Störung eine kräftigere, N gerichtete Vorfaltung der Gesteinszonen und demgemäß ein stärkeres nordwestliches Vordringen an der genannten Dislokation erfolgt ist, als östlich hievon. Ich glaube ferner vermuten zu können, daß dasselbe nicht nur im Bereiche der Karawanken und deren südlicher Vorlage, sondern in abgeschwächter und schließlich nordwärts ausklingender Weise auch noch in deren kristalliner Unterlage und nördlichen Vorlage vor sich gegangen ist, was bei Festhalten an (autochthoner) jungmesozoisch-ältertertiärer Faltung in diesem Raume vorauszusetzen ist. Unter dieser Annahme müßte auch das Kristallin von Gutenstein ursprünglich doch noch etwas weiter südlich als gegenwärtig gelagert gewesen sein. Den triftigen Einwänden von Kieslinger, welcher auf die engeren Beziehungen von Gutensteiner Kristallin und Koralpe Gewicht legt, erscheint auch bei dieser Annahme dadurch bis zu einem gewissen Grade Rechnung getragen, daß, wie ich gleich zeigen werde, schon eine Rückversetzung um 6 bis 8 km, gemessen an der Lavanttaler Störung, hiezu ausreichen dürfte, also nicht, mit Spitz, eine solche von

1) A. Kieslinger, „Karawankenstudien“, (S. 206) setzt vorgosauisch: „Großzügiger Deckenbau (Diaphthorese im Kristallin des nördlichen Vorlandes). Einbruch des Lavanttales“ an. Vgl. auch dessen Bemerkungen im Anzeiger der Akademie in Wien, 1928, S. 80, wo die Anlage der „Schwächezone“ schon als „tauriskisch“ vermutet wird.

2) Kieslinger nimmt ein weitgehendes Abgleiten der Trias-Kreide-Scholle von St. Paul in den Lavanttaler Grabenbruch an, also eine Allochthonie derselben. Ich kann ihm hierin nicht folgen. Doch ist in dieser Studie nicht der Ort, auf diese Fragen einzugehen.

21 km nötig ist, gegen welche letztere Annahme Kieslinger mit Recht Stellung genommen hat.

Man kann hierfür folgende Momente beibringen:

Aus dem Gesamtverlauf des Streichens ergibt sich — bei Benutzung von Tellers Karte —, daß nicht nur die Karawanken, sondern auch die Phyllitzone von Windischgraz gegen SO hin abgeschleppt wurde und mit sehr spitzem Winkel an die Bacherrandstörung herantritt (siehe Taf. XXVI). Es dürfte daher im Windischgrazer Becken (Mißlingtal), zwischen Windischgraz und St. Ilgen, unter der Tertiärbedeckung nicht Karawankenmesozoikum, sondern die Fortsetzung der Phyllitzone und vielleicht aus derselben auftauchendes Altkristallin sich ausdehnen. Mit anderen Worten, die Phyllitzone scheint, überlagert von transgredierender Gosau, bei Windischgraz nicht am Bacherrande zu enden, sondern bei südöstlichem Streichen erst in der Nähe des Rasworzabachaustrittes aus dem Bachergebirge unter die Trias der Scholle von Dollitsch hinabzutauchen, bzw. nördlich hiervon an der großen Randstörung breit abzustoßen. Unter dieser Annahme (eines südöstlichen Weiterstreichens der Phyllitzone) genügt sonach schon eine viel geringere Seitenbewegung an der Lavantstörung, um diese als die N verschobene Fortsetzung der Phyllite an der Südsäume des Bachers aufzufassen, als es Spitz angenommen hatte. Diese nähere Anknüpfung der beiden Phyllitonen geht aber vielleicht nicht nur allein auf das spitzwinklige Heranstreichen der westlichen Phyllite an die Lavantaler Störung, sondern teilweise, wenn auch nur in geringem Maße, auf eine stärkere, jungnesozoisch-alttertiäre Abtragung (Abwitterung) der Phyllite an der Südabdachung des Bachers zurück.

Der verbleibende Wert an Seitenverschiebung (6, höchstens 8 km), welchen die Phyllitzone mitgemacht hätte, würde der Auswirkung der gesamten oberkretazischen und tertiären Bewegungen entsprechen, während die an der Donatiline gemessenen, nachmiozänen Verschiebungen nur jene der jüngsten Bewegungsphase in sich begreifen würden. Mißt man die Verschiebungsbeträge nicht an der Donatiline, sondern senkrecht zum Schichtenstreichen (also etwa auf einer nordnordöstlichen Linie), so ergeben sich übrigens, wie dies auch Kieslinger hervorgehoben hat, noch beträchtlich geringere Verschiebungsbeträge. Sie können mit Bezug auf die Phyllitzone mit 4 bis höchstens 6 km angenommen werden.

Es erscheint mir nun gewiß nicht übertrieben, anzunehmen, daß die Phyllitzone und die nördlich anschließende altkristalline Scholle (einschließlich Mittelkärntens) in allen tektonischen Phasen, von der Kreide bis in das jüngste Tertiär hinein, einen zusammen um etwa 4—6 km stärkeren Zusammenschub und ein in diesem Ausmaße erfolgtes weiteres, relativ nördliches Vorrücken erfahren haben, als das östlich davon gelegene Bachergewölbe und die Koralpe. Das Gutensteiner Kristallin, welches gegenwärtig an den Nordwestbacher anschließt, wäre unter der Voraussetzung einer nur mäßigen Nordverschiebung etwa als die Fortsetzung der mittleren Teile des Bachers anzusehen, während die Südabdachung des letzteren, westlich der Störungszone, von den Karawanken randlich überschoben, durch die Phyllitvorlage repräsentiert wäre.

Vielleicht würden die angeführten Momente nicht ausreichen, um die hier gegebene Deutung hinreichend zu begründen, wenn nicht andere Gedankengänge in gleicher Richtung weisen würden. Kieslinger setzt bei seiner Annahme voraus, daß die tektonische Fortsetzung des breiten Gewölbebaus des Bachers in der Unterlage der eng gefalteten und geschuppten Karawankenzüge und in der Unterlage der steil aufgerichteten Tonalit- und paläozoischen Schieferzone gelegen wäre, über welche die genannten Zonen als flache Decke überschoben worden wären. Meiner Meinung nach spricht der enge Falten- und Schuppungs-

bau der Nordkarawanken, der unbeschadet randlicher Ausflachung von Schuppen nach Tellers Profilen vorzuherrschen scheint,<sup>1)</sup> sowie die geradlinige, schmale, langgedehnte Erstreckung dieses Drauzuges dafür, daß hier ein tiefgründiges, mehr oder minder mit steilen Faltenwurzeln versehenes, wenn auch randlich flacher auf seine Vorlage aufgeschobenes Gebirge vorliegt, nicht aber eine vollkommen entwurzelte Abscherungsdecke.<sup>2)</sup>

Ähnliches gilt von der Tonalitzone. Wenn auch Kieslinger als neues Ergebnis im Bachermassiv Tonalite feststellen konnte, so ist es doch nach der ganzen Sachlage im höchsten Grade unwahrscheinlich, daß die tektonische Fortsetzung der 30 km langen und nur 2—3 km breiten Tonalitgranitzone von Eisenkappel, eines so charakteristischen und auffälligen Elements der östlichen Südalpen, im Bachergebirge zu erblicken wäre, das einen ganz andern Bau aufweist. Mit Recht hat sich auch Spitz gegen eine solche Voraussetzung gewendet. Das Auftreten solch linear gestreckter, zusammenhängender kristalliner Gesteinszonen, ummantelt von einer in gleicher Richtung erstreckten, wenn auch gegen dieselben verschobenen Hülle, scheint mir viel mehr für steiler in die Tiefe setzende Faltungen und Schuppungen zu sprechen, als für flachen Deckenschub.

Unter dieser mir wahrscheinlicher erscheinenden Annahme wäre also nicht nur die mesozoische Decke der Karawanken, wie Kieslinger annimmt, sondern auch deren Grundgebirge (z. B. Kristallin der Tonalitzone) westlich (südwestlich) unserer großen Störung nach N vorgerückt und würden die östlichen Karawanken nur randlich über der Fortsetzung des Bachers ruhen, im übrigen, wie es auch Spitz angenommen hat, auf einer kristallinen Basis, deren Fortsetzung unmittelbar südlich des Bachers zu liegen kommt. Nur an ihrem Nordsaum wäre eine stärkere Aufschuppung auf die etwa der Südflanke des Bachers entsprechende Phyllitzone vorzusetzen.<sup>3)</sup> Im jüngeren Tertiär reichte allerdings der faltige Zusammenschub nach N hin offenbar nur mehr bis in den Bereich der Karawanken (einschließlich) und deren unmittelbarste Vorlage, aus welcher Zone schon durch Höfer,<sup>4)</sup> Penck,<sup>5)</sup> Canaval<sup>6)</sup>

1) Da hier nur das Problem der Gebirgsbildung nur mit Bezug auf die Donati-Lavantaler Störung besprochen werden soll, erübrigt es sich, auf die regionalen, alpen-tektonischen Deutungen im Sinne des Deckenbaus, wie sie von L. Kober („Bau und Entstehung der Alpen“, Berlin 1924, S. 140), A. Tornquist („Interkretazische und alttertiäre Tektonik der östlichen Zentralalpen“, Geologische Rundschau, XIV. Bd., 1923, S. 138) und R. Staub („Bau der Alpen“, Bern 1924) entworfen wurden, einzugehen.

2) Man beachte, wie am westlichen Ende des Drauzuges, bei Obersillian, tief eingeklemmte Triasstreifen als hier sich heraushebende Wurzeln des mesozoischen Drauzuges erscheinen.

3) Womit über das Ausmaß der Schuppentektonik innerhalb der Karawanken, über das Spitz und dann A. Kieslinger eingehender berichtet haben, keinerlei einschränkende Aussage gemacht sei!

4) Das Alter der Karawanken. Verhandlungen der Geologischen Reichsanstalt, Wien 1908, Nr. 13, S. 293—295.

5) Die Alpen im Eiszeitalter, 3. Bd., S. 1098—1102.

6) „Das Kohlenvorkommen von Lobnig bei Eisenkappel in Kärnten und das Alter der Karawanken.“ Berg- und Hüttenmännisches Jahrbuch, 67. Bd., 1919.

und in neuester Zeit durch Kieslinger<sup>1)</sup> Anzeichen weitgehender, nachmiozäner, N gerichteter Schuppungen bekanntgeworden sind.<sup>2)</sup>

Das tektonische Gesamtbild der Donati-Lavanttaler Störung.<sup>3)</sup>

Zum Schlusse seien noch einige Hinweise auf die größeren Zusammenhänge der Bewegungsvorgänge, die sich an der Donati-Lavanttaler Störung abgespielt haben, gegeben. F. Kossmat hat im Jahre 1913 eingehend auf die große Bedeutung des dinarischen Bogens im Bau der Zentralalpen hingewiesen und in diesen periadriatische Konturen zu verfolgen versucht. Als eine solche wurde von ihm auch der NW verlaufende, durch die Lavanttaler Störung gebildete Bacherrand angesprochen. (Mitteilungen der Geologischen Gesellschaft, 1913, S. 126—121.)<sup>4)</sup> Ich habe in der Studie „Bau der östlichen Südalpen“ und in der Mitteilung „Die Bedeutung des Dinaridenproblems für den Alpenbau“<sup>5)</sup> die Wirksamkeit des dinarischen Bogens im Alpenbau zu analysieren versucht und auf das Eindringen speziell des tertiären dinarischen Faltenystems in das kretazische und vorkretazische tektonische Gefüge der Ostalpen verwiesen. So wurde der Einfluß der dinarischen Aufprägung besonders auf den südalpinen Bau und dessen Umformung durch die schräge angreifenden dinarischen Kräfte im einzelnen verfolgt.

Die südalpine Scholle, im S und SW des Bachergebirges, befindet sich nun in einer tektonisch interessanten Position: einerseits machen sich hier offenbar noch die äußersten Einflüsse des über die Südalpen übergreifenden dinarischen Bogens geltend, der westlich und südwestlich davon, im Bereiche der Nordkarawanken, Steiner Alpen und der eigentlichen Savefalten, in schrägen Knickungsüberschiebungen<sup>6)</sup> an dem ost-westlich orientierten alpinen Faltenystem die dem dinarischen Schub entsprechende Raumverringering erzeugt hat. Andererseits ist es das Ausweichen der südalpinen Faltungen gegen die Südkarpathen, das im Raume südöstlich des Bachermassivs in NO streichenden Wellen erfolgt, welches dadurch den damit verknüpften südöstlichen Schub auch in unserem Raume zur Geltung bringen mußte.

An den großen Knickungen (Knickungsüberschiebungen), welche unter die Steiner Alpen und Karawanken von SW her eingreifen und in der engeren Faltung und Schuppung der Nord- und Südkarawankenzüge kommt die NO bzw. SW gerichtete dinarische Bewegungskraft, z. T. in ihre Komponenten zerlegt, zur Auswirkung. Das schräge, gegen

<sup>1)</sup> Anzeiger der Akademie der Wissenschaften, Wien 1923, und Karawankenstudien I (Sitzungsberichte der Akademie Wien, 1929).

<sup>2)</sup> Auf die junge Erhebung der Karawanken weist auch A. Tornquist (Geologische Rundschau 1923. XIV. Bd., S. 138) hin.

<sup>3)</sup> Nur als kurzer Hinweis gedacht, dessen nähere Ausführung an anderer Stelle erfolgen soll.

<sup>4)</sup> „An der im dinarischen Sinn streichenden Verwerfung Windischgraz—Weitenstein ist das Gebirge samt einer über die verschiedenen Einheiten (Kosiak-Tonalit- und Drauzug) transgredierender Oberoligozänschichten gegen den Bacher abgesunken und nach Südosten abgelenkt“. (F. Kossmat, loc. cit.)

<sup>5)</sup> Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt in Wien, 1928, Heft 1—2.

<sup>6)</sup> bzw. Knickungsüberschiebungen.



W hin immer weitere Vordringen des dinarischen Bogens über die süd-alpinen Zonen — schließlich sogar bis in die Zentralalpen hinein — prägt sich hier in dem in Knickungen sich vollziehenden stärkeren Vordringen der westlichen Karawankenteile gegenüber den östlichen,<sup>1)</sup> jenem der westlichen Ausläufer der Tonalitzone gegenüber ihrem östlichen geschlossenen Zuge, ferner des Altpaläozoikums am Nordsaum der Košuta (= Südkarawanken) gegenüber dem relativ zurückgebliebenen des Seeberges (am Nordsaum der Steiner Alpen) und schließlich in der nördlicheren Position der Südkarawanken (Košuta) gegenüber der ihre Fortsetzung bildenden Kosiak-Weitensteiner Gebirgszone usw. aus.

Die südwestliche Randstörung des Bachers (= verlängerte Lavanttaler Störung) entspricht in diesem Sinne der Begrenzung einer in analoger Weise vordringenden östlichsten Staffel. Sie markiert die Grenze zwischen einer in jüngerer Zeit unter dem Einfluß des dinarischen Bogens stärker gefalteten Zone und der östlich davon gelegenen, speziell in den späteren Phasen der Gebirgsbildung relativ weniger zusammengeschobenen, im großen und ganzen bereits außerhalb des dinarischen Bogens gelegenen Scholle. Einem ähnlichen Gedankengang folgend, hat offenbar Kieslinger die Lavanttaler Störung als Führungsschiene bezeichnet, an welcher der südalpine Bogen gegen N vordringt (loc. cit. S. 527).

Ebenso erscheint aber die (Lavanttaler) Donatistörung als Auslösung jener NW gerichteten Seitenverschiebung, welcher die Savefalten im Gefolge der Entstehung NO streichender Faltenwellen unterliegen mußten, als sich diese nachmiozän, z. T. nachpontisch, im Raume zwischen Donatiberg, Ravna Gora und Murinselgebiet ausbildeten. Schiebt man diese durch Südostdruck entstandenen Faltungen und Schuppen in ihren ursprünglichen Bildungsraum, in süd-östlicher Richtung zurück, so müssen auch die unmittelbar westlich und südwestlich anschließenden tektonischen Einheiten nach eben derselben Richtung rückverlegt werden. Dadurch fügen sich dann auch die durch nordwestlichen Vorschub auseinandergerissenen Faltenzüge beiderseits der Donatistörung wieder aneinander an.

So erscheint Ort, Verlauf und Bewegungsform an dieser großen ost-alpinen Dislokation im wesentlichen als die Auslösung verschieden gerichteter, verschiedenartiger tektonischer Bewegungskomponenten und als die komplizierte Resultante von Vorgängen, deren tiefere Ursache aus den Erscheinungen an der Oberfläche des Gebirges nur aus den großen regionalen tektonischen Zügen des Gebirges in einigen Hauptmomenten vermutungsweise erschlossen werden kann.

Es handelt sich bei Entstehung der Bewegungen an der Donati-Linie nicht einfach um einen Stau der Savefalten vor dem Bacher und um ein stärkeres nördliches Vordringen der Schollen westlich und östlich

<sup>1)</sup> In ähnlicher Weise spricht Kieslinger von den Querflexuren und Blattverschiebungen in den Karawanken, indem er angibt: „Ihre Gesamtanordnung ist so, daß immer die westliche Staffel weiter nach N vordringt als ihr östlicher Nachbar“ (Karawankenstudien, I, S. 206).

von diesem (Kieslinger), sondern vielmehr um eine weitgehende Schollenverschiebung an der großen Störung, die den ganzen Raum südlich, südöstlich und südwestlich derselben ergriffen hat. Die Richtung dieser Verschiebung war in den östlicheren Teilen eine westnordwestliche bis nordwestliche (ostsüdöstliche bis südöstliche), in den westlicheren (nordwestlichen) Teilen eine nordnordwestliche (südsüdöstliche), wobei Schleppungen der Schollen die Richtungsänderung markieren. Dieser Bewegungsvorgang hat sich aber außerdem nicht in einem starren, sondern in einem in gleichzeitiger Faltung und Schuppung begriffenen Zonenstreifen abgespielt,<sup>1)</sup> woraus naturgemäß eine noch weitergehende Komplikation der Erscheinungen resultierte. Schließlich haben sich offenbar ähnliche Bewegungen in analogen Räumen, speziell aber wohl westlich des Bachers, schon seit der höheren Kreidezeit in mehreren Phasen vollzogen.

Wie das Ausklingen der Seitenbewegungen sich an der Lavanttaler Störung gegen N (NW) hin, meiner Auffassung nach, vollzieht, wurde — unter Diskussion der Ansicht Kieslingers — schon im vorhergehenden eingehend erörtert.

Im SO des Bachers glich sich die Bewegung, vermutlich bei Entstehung NO streichender Falten und durch Auflösung in einzelne auseinanderstrebende Teilstaffeln, im Raume gegen die Drau zu, aus.

### Zusammenfassung.

Die Ergebnisse dieser Mitteilung beziehen sich auf Studien im Bereiche der Donatiline und der Triasklippenzone Kraiberg—Slemene in den nördlichen Savefalten, auf die Ausdeutung dieser Resultate für den Gebirgsbau dieses Bereiches und auf eine kritische Stellungnahme zu anderen, in dieser Frage geäußerten Ansichten, insbesondere jenen A. Kieslingers.

Die Beobachtungen haben ergeben, daß die ursprüngliche Anlage der Donatistörung nicht, wie bisher meist vermutet worden war, auf N gerichtete Überschiebungen, sondern auf S gerichtete steile Schuppung zurückgeht. Hiedurch wird eine von mir bereits 1913 geäußerte Auffassung bestätigt. Für die spätere teilweise Umformung dieser Schuppenzone (im Bereiche der eigentlichen Donatiline) zu einer Blattverschiebung und die Herstellung einer Verbindung der letzteren mittels eines schräg durchsetzenden Blattes mit der großen Lavanttaler Störung<sup>2)</sup> konnten durch die Messung sehr zahlreicher Strömungen an den Harnischen eindeutige Belege beigebracht werden. Hiedurch hat die bezügliche Auffassung von A. Spitz, welcher an der Donatiline eine große Längsverschiebung der Schollen vorausgesetzt hatte, eine ausgezeichnete Bestätigung gefunden.

Die Stellungnahme zur Auffassung A. Kieslingers führte zunächst zu einer entschiedenen Zurückweisung der meiner Auffassung nach unberechtigten Kritik, welche er jetzt an der seinerzeit von mir (1913!) geäußerten Ansicht einer Südbewegung des Bachers gegen die

<sup>1)</sup> Was auch Kieslinger annimmt.

<sup>2)</sup> Die Lavanttaler Störungszone hat A. Kieslinger eingehender geschildert.

Saviefalten geübt hat. Kieslinger stellt ihr die Annahme eines im W (westlich des Bachers) stärkeren, im O schwächeren Nordbewegung des Saviesystems gegenüber. Es wurde in dieser Studie dargelegt, daß der Widerspruch der Auffassungen z. T. nur ein scheinbarer ist, indem bei der Relativität der Begriffe über die Richtung tektonischer Bewegungsvorgänge die eine oder die andere Ausdrucksweise schon im vorhinein gleichberechtigt erscheint. Im vorliegenden Falle halte ich aber angesichts des nunmehr erhärteten Nachweises verbreiteter, S gerichteter Aufschuppung im S des Bachers die Ausdrucksweise „Südbewegung des Bachers“ für vorteilhafter als jene eines Nordschubs (Nordunterschubung) der anschließenden Saviefalten.

Der Ansicht Kieslingers, daß sich die Seitenbewegung an der nordwestlichen Fortsetzung der Donatistörung (= Bacherrandstörung) vermittelt eines schuppenartigen Vorschubs der Karawanken gegen die Zentralalpen hin ausgeglichen hat, stimme ich — ähnlichen Auffassungen zuneigend — zu, desgleichen in der Ablehnung der in bezug auf das Ausmaß der Seitenbewegung an der Bacherrandstörung zu weit gehenden Auffassung von A. Spitz. Andererseits aber mußte ich der Vermutung Ausdruck geben, daß das Vordringen der Karawankenscholle westlich des Bachers nicht nur allein die mesozoische Decke (bzw. ihre Phyllitbasis) betroffen hätte (Kieslinger), sondern daß — unbeschadet eines stärkeren Vorschuppens der oberen Hülle — auch die tieferen kristallinischen Gesteinseinheiten einer schwächeren Vorbewegung an unserer großen Dislokation unterlegen waren. Das westlich der großen Störung stärkere Vordringen der letzteren mag sich erst irgendwo an der eigentlichen Lavanttaler Störung vollständig ausgeglichen haben. Für diese Auffassung spricht vor allem die ganz einheitliche Schleppung aller, also auch der tieferen Gesteinseinheiten (z. B. Tonalitzone), mit Annäherung an den Bacher und die Beziehungen der Karawanken zum Bacher überhaupt.

Allerdings wäre nach der in dieser Studie dargelegten Auffassung nur ein sehr bescheidener Teil der Seitenbewegung an der Bacherrand- (südlichen Lavanttaler) Störung noch den nachmiozänen Bewegungsphasen der eigentlichen „Donatistörung“ zuzuschreiben, weitaus der größere aber zweifelsohne schon auf Rechnung jungmesozoischer und alttertiärer Phasen zu setzen. Die auch von Kieslinger angenommene, schon jungmesozoische Entstehung der Senke am Westsaum des Bachers spricht dafür, daß die große Dislokation (Bacherrandstörung) in irgendeiner Form und Ausdehnung schon damals bestand hat.

Im letzten Abschnitt dieser Studie wurden einige Andeutungen für die später an anderer Stelle näher auszuführende, tiefere tektonische Begründung der großen Lavanttal-Bacherrand-Donatistörung gegeben. Sie war danach in einem ausgedehnteren, relativ stärkeren Vordringen der östlich und nördlich von letzterer gelegenen Scholle (mit dem Bacher) in der Richtung nach SSO—OSO gegeben und in einem relativen Zurückbleiben der gleichzeitig, bei Unterfahrung durch die Zentralalpen, gefalteten und geschuppten westlichen Teile (speziell Karawanken) begründet; oder kann — was auf das gleiche hinauskommt — unter dem Bilde eines stärker nördlichen—westnordwestlichen Vordringens der gleichzeitig

gefalteten, westlichen und südlichen Zonen gegenüber den relativ zurückbleibenden östlichen und nördlichen Teilen (Bacher usw.) verstanden werden. Die große Störung reicht ostwärts noch über den Saum des Bachergebirges hinaus und gleicht sich hier vermutlich — bei Entstehung NO streichender Faltenwellen — durch Auflösung in Teilstaffeln aus.

Ihre Entstehung hängt in letzter Linie einerseits mit dem Vordringen des dinarischen Bogens zusammen, welcher westlich des Bachers — unter dem Einfluß seiner schrägen Aufprägung auf die südalpinen Wellen — die Randzone der letzteren immer relativ weiter gegen N vordringen läßt und in der Bacherrandstörung<sup>1)</sup> seine östliche Ablösungskluft besitzt; anderseits mit dem von NO her erfolgenden Einlenken eines Astes der Südkarpathen (vom Bakonyerwald her). Hierbei konnte an der Donati-(Bacherrand)störung gewissermaßen der Bewegungsausgleich erfolgen, welcher durch die — bei Entstehung der NO streichenden Falten bedingte — Raumverringerng im östlichen Teile und durch das Nachgeben gegenüber dem „dinarischen Bogen“ im westlichen Teile nötig war. Hier kommt also die tektonische Einflußnahme der beiderseitigen Nachbarschollen auf das an und für sich im wesentlichen durch N—S gerichtete Kräfte gefaltete Savesystem zum Ausdruck.

Gewiß liegt in all diesen Fragen ein sehr schwieriges Problem vor, das bis zur völligen Aufhellung noch viele Beobachtungen in der Natur und eine gründliche Ausdeutung derselben zur Voraussetzung haben muß. Es erschien mir aber nicht unwesentlich, in dieser von den Savefalten ausgehenden Betrachtungsweise auf das Problem der großen, östliche Zentralalpen und Südalpen verbindenden Dislokation hinzuweisen und zu prüfen, wie sich die Resultate zu dem speziell von A. Kieslinger vor kurzem vom zentralalpinen Boden aus unternommenen Deutungsversuch verhalten, um dadurch einen weiteren Beitrag für diese interessante Frage zu liefern.

Wien, im Februar 1929, mit Ergänzungen versehen im März 1930.

---

<sup>1)</sup> Sie steht anscheinend schon nicht mehr unter dem Einflusse stärkerer transversaler Pressung, wie die weiter westlich gelegenen „Knickungen“ innerhalb des dinarischen Bogens.

### Bemerkungen zur Karte.

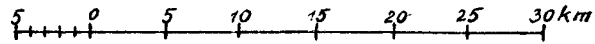
Die Kartenskizze (Tafel) ist auf Grund der vorliegenden geologischen Karten (Teller, Dreger, Gorjanovič-Kramberger, Kieslinger) zusammengestellt worden. Herr Doktor A. Moos hatte die Freundlichkeit, Ergänzungen im Gebiet von Wacher und Orlica und im Ranne zwischen unterer Mur und Drau (Verlauf der jüngeren Antiklinalen, Brüche am Beckenrand) anzubringen und diese mir zur Veröffentlichung zu überlassen, wofür ihm hier herzlich gedankt sei.


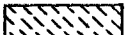

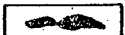

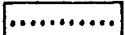



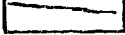

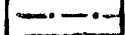

## Inhaltsverzeichnis.

	Seite
I. Beobachtungen an der Donatiline.....	351
A. Allgemeines .....	351
B. Detailbeobachtungen an der Donatiline zwischen Heiligengeist (Loče) und dem Glashüttental, östlich von Ober-Kostreinitz .....	353
C. Die nordwestliche Fortsetzung der großen Blattverschiebung (Donatistörung) bei Stranitzen (Gonobitz, NW) .....	359
II. Die Triaskluppenzone Krahberg—Stemene, die primäre Anlage der Donatistörung und die Beziehungen beider.....	359
III. Die Bedeutung der Donati-Lavanttaler Störung im Bau der östlichen Alpen..	363
Zusammenfassung .....	376
Inhaltsverzeichnis .....	379

# Übersichtsskizze der östlichen Savefallen

Maßstab 1:500.000



- |   |  |   |  |
|---|--|---|--|
|  | Altkristallin  |  | Südlichste Savefallenzüge                              |
|  | Phyllit  |  | Junge Eruptivgesteine                                  |
|  | Bachergranit, Tonalite-Granitite und Hüllgesteine v. Eisenkappel |  | Gosau  |
|  | Karawankenmesozoikum   |  | Tertiär und Quartär                                    |
|  | Jungpaläoz.-mesoz. Zone von Weitenstein-Wotsch                   |  | Steile Störungen (Blattverschiebung, Schuppen, Brüche) |
|  | Mesozoikum v. Ponigl-Ravnagora                                   |  | Jungtertiäre Antiklinalen                              |
|  | Karbon-Trias-Falten der Trojana-Rudenza-Jvanšćica                |   |  |

