©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

In seinem mittleren und unteren Abschnitte, der nur ein geringes Gefälle besitzt, ist von dem Torrente eine verschieden dicke, im großen ganzen aber nicht mächtige Lage von lockerem Schutt auf dem Flysch abgesetzt worden, die mit dem von den Abhängen des Savinarückens auf der Südseite und von den steilen Felswänden des Lice Brdo auf der Nordseite des Tales herunterkommenden Gesteinschutt unmerklich verschmilzt.

Außerdem muß hervorgehoben werden, daß auch am Südabhang des Savinarückens, d. h. jener langgedehnten Terrainerhebung, auf welcher sich der Weg von der alten Herzogsburg von Castelnuovo zum Kloster Savina zieht, der autochthone Flysch zufolge randlicher völliger Denudation der tithonischen Decke in bedeutenderem Ausmaße entblößt ist. Er bildet daselbst einen bis zum Ausgang des Savinatales bei Meligne der Meeresküste folgenden Streifen, welcher nur da und dort auf kurze Distanzen durch junge Schuttmassen verhüllt erscheint.

Der Umstand, daß der in dieser Gegend auftretende Flysch sich, wie schon gesagt wurde, als ziemlich wasserundurchlässig erweist und daß der geologische Aufbau auch sonst dafür günstige Bedingungen bietet, kommen die durch die ortsfremden Decksedimente durchsickernden Wässer im Aufschlußbereiche der Grenzlinie zwischen den unmittelbar aufgeschobenen Tithonablagerungen und dem Autochthon an den Abhängen des Savinarückens als Quellen heraus. Die Zahl solcher Quellen ist sowohl auf der Süd- als auch auf der Nordflanke der genannten Erhebung eine nicht unbeträchtliche. Es erklärt sich damit auch der hohe Grundwasserstand in den zuoberst im Hauptteil des Savinatales liegenden Anschwemmungen sowie die stellenweise vorkommende Versumpfung des Talbodens.

Eine Wanderung von Castelnuovo auf der Straße nach Meligne und dann von Meligne im Savinatal hinauf ist meinem Dafürhalten nach, wie ich zum Schluß noch betonen möchte, äußerst lohnend. Nur höchst selten dürfte sich nämlich in Dalmatien diese Überschiebung ersten Ranges so klar und ohne viel Mühe auf relativ großer Erstreckung beobachten lassen wie in dem besprochenen Terrain. Der Zweck der vorliegenden Skizze besteht denn auch in erster Linie darin, die Aufmerksamkeit der Fachgenossen und aller für geologische Erscheinungen sich interessierenden Besucher der Bocche di Cattaro auf die nähere Umgebung Castelnuovos als eine in tektonischer Beziehung sehr sehenswerte Region zu lenken.

Literaturnotiz.

Julius Pia. Untersuchungen über die Tektonik der Lessinischen Alpen und über die Verwendung statistischer Methoden in der Tektonik. I. Teil, 230 Seiten mit 61 Abbildungen im Text und 5 Tafeln. Denkschriften des Naturhistorischen Museums in Wien. Band 2, Geologisch-paläontologische Reihe 2; Leipzig und Wien. Franz Deuticke 1923.

Pias Werk über die Lessinischen Alpen stellt einen neuen wichtigen Beitrag zur Kenntnis der Südalpen dar, der aus geologischer Forschungsarbeit an der Front im

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Weltkriege erwachsen ist. Die Arbeit ist gleichzeitig eine der groß angelegtesten, monographischen Bearbeitungen ostalpiner Spezialgebiete. Nur der erste Teil liegt bisher vor. Er umfaßt „die tektonische Beschreibung" und das erste Kapitel der „Zusammenfassungen und Schlußfolgerungen", welches „der räumlichen Verteilung der Stärke der Faltung" gewidmet ist. Hier nimmt der Versuch Pias, die Verwendung statistischer Methoden in die Tektonik einzuführen, sehr breiten Raum ein.

Durch eine über die Grenzen des üblichen Ausmaßes hinausgehende, exakte Erfassung der geometrischen Form und räumlichen Anordnung der tektonischen Elemente versucht der Autor das Fundament für gesicherte Schlußfolgerungen über den Gebirgsbau der Lessinischen Alpen zu gewinnen. Die Mitteilung der letzteren ist im wesentlichen dem noch in Bearbeitung befindlichen zweiten Teile vorbehalten, obgleich schon in dem vorliegenden Abschnitt einige wichtige Anhaltspunkte für die tektonische Deutung des Gebietes mitgeteilt werden.

Das Bestreben Pias, durch die Einführung mathematisch-statistischer Methoden in die Tektonik die Fülle der von ihm ermittelten Beobachtungstatsachen in möglichst vollkommener und übersichtlicher Weise vor Augen zu führen, ja zur Erreichung dieses Zweckes auch nicht vor der Verwendung eines größeren mathematischen Apparates zurückzuschrecken, verleiht den in dieser Arbeit niedergelegten Ergebnissen zweifelsohne einen besonderen Grad an Exaktheit und an scharfer Präzisierung der Grundfragen. Vieles, was sich dem aufnehmenden Geologen aus dem Beobachtungsschatze häufig gleichsam nur instinktiv und unklar aufdrängt, erscheint auf Grund der von Pia eingeführten, mathematischen Formulierung und graphischen Darstellung schon auf den ersten Blick übersehbar und in den Zusammenhängen und in der Verbreitung fixierbar. So ist das Werk ein Markstein in jener Entwicklung der Gebirgsbildungslehre, welche dahin zielt, die in vielen anderen Zweigen der Naturwissenschaft auch dieses Wissensgebiet einer exakteren, mathematischen Behandlung zu unterwerfen und dadurch bessere Grundlagen für die mechanische Erfassung des Geschehens zu gewinnen.

Da Pias vorliegende Arbeit der „Tektonik" der Lessinischen Alpen gewidmet ist, wird die Schichtfolge nur ganz kurz in der „Einleitung" abgehandelt und an einer stratigraphischen Tabelle und an einer Tabelle der Schichtmächtigkeiten übersichtlich gemacht.

Die „tektonische Beschreibung", die den ersten Hauptabschnitt von Pias vorliegender Arbeit umfaßt, gibt teils auf Grund der eigenen Aufnahmen des Autors in der Kriegszeit, teils auf Grund der Auswertung der in der geologischen Literatur niedergelegten Beobachtungen eine sehr detaillierte Darstellung der Ausdehnung und Verbreitung und des Charakters der einzelnen tektonischen Elemente der Lessinischen Alpen. Es kann in diesem Referat naturgemäß nur auf die hauptsächlichsten Momente hingewiesen werden.

Pia scheidet, nicht nach genetischer Zusammengehörigkeit und auch nicht nach dem Entstehungsalter, sondern rein für den Zweck der Beschreibung die Darstellung der Faltungen von jener der bruchförmigen Dislokationen. Zu ersteren werden Verwerfungen, Blattüberschiebungen und Scherungsüberschiebungen gezählt, zu letzteren Faltungen, Überfaltungen und Flexuren. Nur der „Nordrand" der Lessinischen Alpen wird einheitlich, in einem der tektonischen Darstellung der übrigen Teile vorangestellten Kapitel, behandelt.

Im allgemeinen zeigen die Lessinischen Alpen folgende Grundzüge ihres Bauplanes: Eine permisch-mesozoische Schichtfolge, die im Norden dem Grundgebirge der Cima d'Asta aufliegt, taucht im Süden unter die Quartärbildungen der Venetianischen Ebene unter. Zwei große, kuppelförmige Gewölbe treten als beherrschende tektonische Elemente hervor: ein nördliches Gewölbe spannt sich (südlich der Valsugana) zwischen der Marzola und Cima Dodici aus, ein südliches umfaßt die kristalline Aufwölbung von Recoaro. Der Südabfall der Gewölbe wird meist durch Flexuren vermittelt, wogegen der Nordabfall der Recoaro-Kuppel ein flacher ist. Der Zusammenhang des nördlichen Gewölbes mit der Cima d'Asta-Masse wird durch eine steile, nordgerichtete Überschiebung der lessinischen Tafel über deren Rand, über die Scholle des Armenterra-Rückens, unterbrochen. (Störung Ospedaletto-Sella-Ponte Alto.)

Im übrigen zeigt das Gebiet der Lessinischen Alpen in tektonischer Beziehung eine deutliche Zweiteilung in einen größeren, westlichen und in einen kleineren, östlichen Abschnitt.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Im östlichen Abschnitte (Sieben Gemeinden) zeigen die von der nördlichen Randwölbung bis zur Venetianischen Ebene absinkenden Schichten eine Störung ihres gleichmäßigen Schichtabfalls durch die Einschaltung von zwei OW-streichenden (lessinischen) Hauptflexuren, u. zw. durch die nördlich gelegene Sieben-Gemeinden-Flexur und durch die Marostica-Flexur am Gebirgssaum.

Die Sieben-Gemeinden-Flexur — eines der tektonischen Leitelemente der Lessinischen Alpen — konnte auf 35 *km* Länge verfolgt werden. Sie zeigt Sprunghöhen bis über 1000 *m*. Während im östlichen Teile meist ein Abfall mit mittleren Neigungen vorherrscht, zeigt sich im mittleren Abschnitte (westlich der Assa) vielfach eine steilere Aufrichtung und Schichtüberfaltung. Nach O hin endigt die Sieben-Gemeinden-Flexur nahe der Brenta (am M. Lisser), in dem hier eine schwache, gegen N umbiegende Antiklinale ihre Fortsetzung markiert.

Etwas weiter nördlich erscheint gleichsam als Ersatz für die im O erlöschende Sieben-Gemeinden-Flexur die Col-Meneghin-Flexur, welch letztere weit über die Brenta (südlich des Col di Lan) nach Osten verfolgbar ist.

Im Süden schließt sich an die Sieben-Gemeinden-Flexur die flache Asiago-Mulde an, als deren östliche Fortsetzung die südlich der Col-Meneghin-Flexur gelegene Mulde von Fastro angesehen werden kann, in welche sie mit s-förmiger gebogenem Verlauf einmündet. Nach Dal Piaz endet letztere im O, ohne in die Belluneser Mulde überzugehen.

Zwischen die Mulde der Sieben Gemeinden (Asiago-Mulde) im N und zwischen die Randflexur (Marostica-Flexur) im Süden schaltet sich eine breite, aber flache Antiklinale ein, die als die abgeschwächte, östliche Fortsetzung des Gewölbes von Recoaro angesehen werden kann. Ihre weitere östliche Fortsetzung (über die Brenta hinaus) bilden die mächtigen Gewölbe des M. Grappa und des Col Vinsentin, beiderseits der Piave.

Von diesem flachen Gewölbescheitel sinken allerorts die Schichten an der weit verfolgbaren, überstürzten Marostica-Kniefalte bei sehr bedeutender Sprunghöhe (über 1500 *m*) zum venetianischen Senkungsfeld nieder. Der stärkste Zusammenschub an dieser Flexur erscheint im Abschnitte zwischen den Flüssen Astico und Leogra. Im Westteil der Lessinischen Alpen bildet die Marostica-Flexur den Südabfall der großen Recoarowölbung, lenkt aber dann weiterhin unter Abklingen ihrer Sprunghöhe in ein NW-Streichen ein. Nach O hin findet die Marostica-Flexur, wie Pia hervorhebt, ihre unbehinderte Fortsetzung am Außensaum der Belluneser Voralpen bis zum Lago S. Croce.

Im westlichen Teile der Lessinischen Alpen treten einige weitere Modifikationen im Bau ein. Die Sieben-Gemeinden-Flexur fehlt. An ihre Stelle tritt eine nördlichere, flachere Flexur, mehr einer Einmuldung gleichend, die Lavarone-Mulde. Die gegen Westen an Sprunghöhe abnehmende Marostica-Flexur wird durch ein nördlicher gelegenes tektonisches Element, die Corno d'Aquiglio-Flexur ersetzt. Südlich der Marostica-Flexur findet nicht, wie es im Bereiche der östlichen Lessinischen Alpen (Sieben Gemeinden) der Fall ist, ein Versinken unter die quartären Bildungen der Ebene statt, sondern es lagert hier (westlich der Schio-Linie) der Kniefalte ein breites, gefaltetes und auch von Flexuren durchzogenes Hügelland vor. Vor allem aber treten in den westlichen Lessinischen Alpen zu den auch hier noch anhaltenden, ostwestlichen (lessinischen) Falten und Flexuren NNO-streichende, judicarische Elemente hinzu. Schon unmittelbar westlich des Astico machen sich Ablenkungen aus der lessinischen Richtung (bis zu 45°) geltend, die gegen die Etsch zu von NNO-streichenden judicarischen Kniefalten, die gegen O blicken, abgelöst werden. Die vom Etschbruch durchschnittene Pastello-Flexur ist von besonderer Deutlichkeit. Das rein judicarisch gefaltete Gebirge des M. Baldo und Orto Abramo bildet den westlichen Abschluß der Lessinischen Alpen.

Der Südabfall der westlichen Lessinischen Alpen (südlich der Marostica-Flexur) wird von der breiten und flachen Mulde des vicentinisch–veronesischen Tertiär-Hügellandes eingenommen, die eine SW-NO-Achse aufweist. Noch weiter im S hebt sich der Schichtenbau wieder empor, so daß die Kreide und in den Euganeen Oberjura zum Vorschein kommt.

Bezüglich des kristallinen Kerns von Recoaro, der von anderer Seite als aktives Bewegungszentrum angesehen wurde, steht Pia auf dem Standpunkte, daß es sich um nichts anderes handle, „als um eine besonders breite und hohe, aber rein passive Aufwölbung.....der Erdkruste," bei welcher die Faltung bis in das Grundgebirge eingegriffen hatte. Als begünstigende Momente für das Hervortreten der älteren Gesteinsmassen im Bereiche der Aufwölbung von Recoaro betrachtet Pia die an und für sich

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

geringe Mächtigkeit der permo-mesozoischen Sedimentdecke, den starken tektonischen Abfall an der Marostica-Flexur und die besonders starke Hebung an der Schio Linie Ferner sei zu beachten, daß im Bereiche der Lessinischen Alpen im Gegensatz zu den Nördlichen Kalkalpen, keine durchgreifende Scherungsfläche unter der mesozoischen Sedimentdecke verlaufe, sondern, daß die Faltung Decke und kristalline Unterlage einheitlich ergriffen habe.

Pia wendet sich sodann der zweiten Gruppe tektonischer Erscheinungen, welche er im Bereiche der Lessinischen Alpen unterscheidet, den Brüchen, zu.

Ausgedehnte Systeme von Brüchen durchziehen besonders den westlichen Teil der Lessinischen Alpen. Pia gliedert sie rein schematisch, nur zum Zweck übersichtlicher Darstellung, in einzelne Gruppen. Als hervorstechendes Moment kann angegeben werden, daß die Brüche meist quer auf das Streichen der Flexuren verlaufen; seltener sind parallele Verwerfungen, häufiger schon schräge Brüche. Sehr auffallend ist die geringe Entwicklung der Brüche im östlichen Teil der Lessinischen Alpen, in den Sieben Gemeinden. Auch in den östlich angrenzenden Räumen zwischen Brenta und L. S. Croce sind nach Dal Piaz keine größeren Brüche nachweisbar. Die im geologischen Kartenbilde am meisten hervortretende Bruchstörung entspricht der altbekannten Schio-Linie, die wahrscheinlich nicht durch die ganzen Lessinischen Alpen hindurchsetzt, wie vermutet wurde, sondern innerhalb derselben im N schon bei Posina erlischt und auch nach S nicht bis in den Untergrund der Euganeen verlängert werden kann. Sie bildet immerhin ein sehr markantes, weitstreichendes, tektonisches Element. Nach Pia stehe das Auftreten der vorwiegend N bis NNW streichenden Bruchsysteme in enger Beziehung zur lessinischen Faltung. Es gehe nicht an, wie bisher angenommen wurde, die meridional streichenden Brüche mit den in ähnlicher Richtung verlaufenden judicarischen Falten in engen Zusammenhang zu bringen. Vielmehr zeigt es sich, daß den ostwestlichen lessinischen Falten und Flexuren NS streichende Querbrüche und Blattverschiebungen zugeordnet sind.

Alle diese hier kurz skizzierten Ergebnisse, die in Pias Darstellung auf einer Fülle von Einzelbeobachtungen beruhen, sind auf Grund einer genauen geologischen Aufnahme, beziehungsweise einer Verwertung der Literaturangaben erwachsen.

In dem zweiten Hauptabschnitt des vorliegenden Werkes versucht Pia mit Hilfe mathematischer Methoden und graphischer Darstellung die vorerwähnten Resultate exakter zu fassen und mancher verdeckten Gesetzmäßigkeit und Regel nachzuspüren.

Pia hebt einleitend hervor (S. 90), daß die Anwendung von der Kollektivmaßlehre entnommenen Methoden auf die Deutung der Schichtneigungen usw. nur einen klaren Sinn hat, „wenn wir die der Rechnung zugrunde liegenden Einzelfälle als Varianten eines typischen oder idealen Wertes auffassen können". Pia wendet diese Überlegung auf die Ermittlung der Neigungswinkel im Mittelschenkel einer Flexur an: „Es wurde schon wiederholt darauf hingewiesen, daß die Umbiegungen an den Stirnen der Kniefalten sehr knapp sind. Wir können daher die Flexur ohne große Fehler als ein Paket schräger, ebener Schichten ansehen. Wäre dieses ganz ohne sekundäre Störungen entwickelt, so müßten alle Fallzeichen innerhalb des Bereiches der Flexur gleich sein. In Wirklichkeit haben untergeordnete Umstände . . . zur Folge, daß jedes Fallzeichen von dem Idealwert mehr oder weniger abweicht. Wir können diese untergeordneten Umstände aber im einzelnen Fall nicht feststellen. Wir dürfen also die Fallzeichen mit Recht als Varianten ansehen" (S. 97).

Die Anwendung der statistischen Methode soll, wie Pia betont, „eine neue Art der Beschreibung des tektonischen Zustandes seines Gebietes anbahnen, nicht etwa neue Erklärungsweisen einführen" (S. 99).

In dem Abschnitt „über die räumliche Verteilung der Stärke der Faltung" wird zunächst unter Zuhilfenahme der mathematisch-statistischen Methode ein „Vergleich der Intensität der Hauptflexuren" angestellt. Eduard Sueß hatte seinerzeit die Vermutung ausgesprochen, daß der Betrag der Senkung an den einzelnen Flexuren im allgemeinen mit der Entfernung von der Cima d'Asta-Masse gegen Süden abnimmt. Der von Pia angestellte Vergleich der Sprunghöhen an den einzelnen Flexuren konnte aber diese Auffassung nicht bestätigen. Besonders das Auftreten der so gewaltigen südlichen Randflexur (Marostica Flexur) spreche gegen diese Annahme. „Noch viel weniger zeigt sich ein Abklingen der Flexuren gegen S, wenn wir nicht der Sprunghöhe, sondern der Neigung des Mittelschenkels unsere Aufmerksamkeit zuwenden."

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Pia versucht zunächst auf mathematischem Weg eine genauere Vorstellung von der Häufigkeit der einzelnen Neigungswinkeln bei verschiedenen Graden der Gestörtheit eines Gebietes (bis zur „unendlichen Gestörtheit") zu erlangen, also die unter verschiedenen Umständen zu erwartende typische Anordnung der Fallwinkel zu ermitteln. Mit diesen Resultaten versehen, wendet sich der Verfasser der Lavarone- und Sieben-Gemeinden-Flexur zu. Bei diesen natürlichen Beispielen müssen auch noch die zufälligen Abweichungen von den typischen Werten in Rücksicht gezogen werden, was eben die Aufgabe zu einem Variationsproblem gestaltet. Die ermittelte Fallwinkelkurve und ihre rechnerische Auswertung ergab bei der Lavarone-Flexur „das Bild einer Region, in der geringe Neigungswinkel vorherrschen, Störungen mit weitgehender Überkippung der Schichten dagegen nur als Ausnahme vorkommen, wie dies ja vollständig den Profilen entspricht. Während diese aber stets nur einzelne, mehr oder minder willkürlich ausgewählte Querschnitte ergeben können, gestattet die statistische Behandlung das ganze Gebiet der Flexuren auf einmal zu überblicken" (S. 112).

Nach derselben Methode berechnet, ergab sich an der Sieben-Gemeinden-Flexur eine stärkere Schichtaufrichtung, als an der Lavarone-Flexur.

In einem weiteren Kapitel versucht Pia die „Richtung der Falten" in den Lessinischen Alpen einer statistischen Behandlung zu unterwerfen. Zur Durchführung dieser Rechnung werden aus den 16 Fallrichtungsklassen, in die Pia die Windrose einteilt, die Klassenmittelwerte errechnet. Außerdem müssen aber auch bei Ermittlung der vorherrschenden Fallrichtung die Fallwinkel mitberücksichtigt werden. „Denn einem steilerem Neigungswinkel muß offenbar ein größerer Einfluß auf das Endresultat, in diesem Falle der Bestimmung der mittleren Fallrichtung, eingeräumt werden, als einem flacheren". Aus der Fallrichtung und den Fallwinkeln kann sodann ein Maß für die Gefaltetheit eines Gebietes in verschiedenen Richtungen abgeleitet werden. Es wird aber ausdrücklich betont, daß hiemit keineswegs die Größe der Faltenkraft, sondern nur ihre Leistung festgelegt werden soll.

Eine eingehende Ermittlung unternimmt Pia dahingehend, ob zur Feststellung der Gefaltetheit einer Zone der Fallwinkel an sich oder dessen sinus- oder cosinus-Wert herangezogen werden soll. Er kommt zu dem Schlusse, daß es im allgemeinen am günstigsten sei, die Gefaltetheit eines Gebietes in einer bestimmten Richtung durch die Summe der Fallwinkel der betreffenden Richtungsklassen zu messen.

Auf Grund mathematischer Untersuchungen legt Pia den Begriff der „Allgemeinen Schichtneigung" genauer fest. Er kommt zum Schlusse, daß das „aus den Fallzeichen auf statistischem Weg abgeleitete mittlere Einfallen eine beiläufig richtige Vorstellung vom allgemeinen Verlauf der Schichten gibt".

Umfangreiche Erörterungen und Betrachtungen werden angewendet, um die zweckentsprechendste Darstellung des Faltungszustandes eines Gebietes zu ermöglichen, zu welchem Behufe das „Faltungsdiagramm" vorgeschlagen wird. Um die Intensität der Faltung in einer bestimmten Richtung innerhalb eines Geländeabschnittes zu messen, wird für jedes beobachtete Fallzeichen das Gewicht bestimmt, und werden die Gewichte aller Fallzeichen der gleichen Richtungsklassen addiert. Es werden somit die Summen für die 16 Richtungsklassen der Windrose ermittelt. Würde man die gewonnenen Größen unmittelbar zur graphischen Eintragung verwenden, so würden entgegengesetzt gerichtete Einfallen sich bei dieser Darstellungsweise wie Größen mit entgegengesetzten Vorzeichen verhalten, während sie vom geologischen Standpunkt aus ja der Ausdruck derselben Faltung sind. „Es ist daher nötig, die jeweils der Richtung nach einander entgegengesetzten Gefaltetheiten (Summen) zu addieren. Diese gewonnenen Summen trägt man von einem Mittelpunkt aus als Strecken nach den 16 unterschiedenen Richtungen auf, und zwar jede Summe nach zwei entgegengesetzten Seiten. Auf diesem Wege erhält man 16 sternartig angeordnete, auch ihrer Größe nach bestimmte Strecken. Die Verbindung ihrer Eckpunkte ergibt das Faltungsdiagramm, welches eine zentrisch-symmetrische Figur darstellt. Aus dem Faltungsdiagramme können wir ohneweiteres die Haupt- und Nebenfaltungsrichtungen ihrer Orientierung und ihrer Größe nach ablesen."

Zur Ermittlung der Gesamtresultierenden der Faltungsrichtungen des untersuchten Gebietes wird folgender Weg vorgeschlagen: die ermittelten 16 „Strecken des Diagramms werden mit Hilfe des Kräfte-Polygons als Kräfte zusammengesetzt, und zwar zu je acht und acht, so daß stets alle Kräfte verwendet und entgegengesetzte Resultierende stets gleich groß sind. Wir suchen nun den geometrischen Ort aller auf diese Art erzeug-

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

baren Resultierenden. Der größte Durchmesser dieser Figur ist die von uns gesuchte Hauptachse des Diagramms" (S. 154).

In einer „Übersicht des Faltungszustandes des Nordteiles der Lessinischen Alpen" wird die Anwendung der sehr breit auseinandergesetzten, statistischen Grundlagen für ein einfach gebautes Gebiet versucht. Da Richtung und Intensität der Faltung sich innerhalb der nördlichen Lessinischen Alpen mehrfach ändern, hätte es nach Pia wenig Wert, für das ganze Gebiet ein einheitliches Diagramm zu bilden. Pia entwirft vielmehr für die einzelnen, auch geologisch individualisierten Abschnitte der nördlichen Lessinischen Alpen ein besonderes Diagramm. Durch Nebeneinanderstellung dieser Diagramme gewinnt man ein übersichtliches Bild über die Art und über den Wechsel des Faltungszustandes in dem betrachteten Raume.

Der Vergleich der von Pia aneinandergereihten, acht Faltungsdiagramme führt weiter zu folgenden Schlußfolgerungen über den Bau der nördlichen Lessinischen Alpen: im Ostteil der Lessinischen Alpen befindet sich ein Gebiet mit relativ schwacher gegen O abgelenkter Faltung. Im mittleren Teil ist die Faltungsintensität am größten, die Richtung schwankt um NS (OW-Streichen); im westlichen nimmt die Stärke der Faltung wieder ab. Hier macht sich die judicarische Faltungsrichtung bemerkbar und gewinnt schließlich am Finocchio das Übergewicht. Die Abweichungen des Einfallens aus der NS-Richtung erfolgen in jeder Berggruppe zum überwiegenden Teil einseitig, so daß sie eine Drehung der Diagrammachse mit sich bringen. Sie scheinen also nicht auf lokale, sehr beschränkte, zufällige Ursachen zurückzugehen, „weil solche wohl nach beiden Seiten gleichmäßig wirken müßten" (S. 110).

Pia kommt zum Schlusse, daß die Abweichungen vom OW-Streichen in der Regel größere Abschnitte im selben Sinne betreffen, wie es besonders im Gebiet der judicarischen Faltung und im Osten der Sieben-Gemeinden-Flexur deutlich wird. Ferner zeigt es sich, daß sich die zunehmende Stärke der Faltung vorwiegend in der Hauptrichtung äußert, während ihr Einfluß in den abweichenden Faltungsrichtungen weniger deutlich hervortritt.

Über die Änderung des Faltungszustandes der Lessinischen Alpen von O nach W berichtet Pia auf Grund einer genauen Abmessung der Oberfläche des Tithons in drei Querprofilen, welche in Übereinstimmung mit dem Ergebnisse aus den Faltungsdiagrammen zum Schlusse führte, daß der Zusammenschub in einem mittleren Profil (S. Orso über die Tonezza-Spitzen und das Werk Lusern) bedeutend stärker als weiter westlich und weiter östlich ist. Da aber bei obiger Ermittlung die Kleinfaltung der Schichtkomplexe außer acht geblieben ist, sucht Pia ihren Einfluß durch eine statistische Auswertung der Fallzeichen zu ermitteln. Die Rechnung führte unter Berücksichtigung der Kleinfaltung naturgemäß zu etwas größeren Werten des Zusammenschubes; das gegenseitige Verhältnis der einzelnen Gebirgsabschnitte, in bezug auf die Größe ihres Zusammenschubes, bleibt aber hievon unberührt.

Schließlich führt Pia noch eine Methode vor Augen, die Änderungen in der Gefaltetheit eines größeren Gebietes auf statistischem Wege nur aus den Fallzeichen allein (ohne Zuhilfenahme von Profilen) zu ermitteln. Es werden hier nicht wie in den früher erwähnten Beispielen die Fallzeichen nach geographischen Gesichtspunkten, von Berggruppe zu Berggruppe zusammengefaßt; vielmehr „wird auf der Karte eine Zone ausgewählt, die im N und S von einem Parallelkreis begrenzt wird und die Hauptmasse der Fallzeichen enthält. Diese Zonen werden dann in eine Anzahl gleichbreiter, meridionaler Streifen zerlegt, deren Faltungszustand untersucht und verglichen wird. Das Resultat läßt sich auch wieder hier in graphischer Darstellung (speziell in Faltendiagrammen) zum Ausdruck bringen. Am Beispiel der nördlichen Lessinischen Alpen ergab sich nach dieser Methode ein deutliches Hervortreten der „fast rein judicarischen Faltung im Westen, ein W—O-Streichen in der Mitte der ganzen Region und das Wiedererscheinen einer südöstlichen Faltung in der Gegend des Brenta-Durchbruches."

In einem Schlußkapitel, „Zusammenfassung und Ergebnisse," werden zunächst ganz kurz die angewendeten statistischen Methoden rekapituliert, sodann die Ergebnisse, die bisher erzielt worden waren, dem Leser nochmals zusammenfassend vorgeführt. Schließlich werden die Beziehungen zwischen judicarischer und lessinischer Faltung und die bisher hierüber geäußerten Ansichten besprochen.

Pias Begehungen und die von ihm angestellten Überprüfungen älterer Beobachtungen haben ergeben, „daß zwischen den lessinischen und judicarischen Elementen nicht eine reinliche Scheidung, sondern vielmehr eine innige Verzahnung,

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

ja eine gitterartige Verflechtung bestehe." Im ganzen betrachtet, tritt aber das judicarische Faltensystem innerhalb der Lessinischen Alpen gegenüber dem ostwestlichen weitaus zurück. Selbst an den bestentwickelten, judicarischen Falten, an jenen des Pastello-Zuges an der Etsch, ergeben sich Hinweise, daß hier kräftige N- und S Bewegungen stattgefunden haben. Anderseits haben aber „alle Teile der Lessinischen Alpen, außer der vorherrschenden nordsüdlichen, auch eine allerdings nur geringe, westöstliche Verkürzung erfahren."

Die mechanische Deutung der Erscheinungen behält Pia dem 2. Teil des Werkes, der noch nicht erschienen ist, vor.

Schon der reichliche Gehalt an geologischen Beobachtungen läßt das Werk Pias als Fundament für die moderne Kenntnis vom Bau der Lessinischen Alpen erscheinen. Wenn auch die sehr ausführlichen mathematischen Eröterungen wohl viele Geologen abhalten werden, sich mit den statistischen Kapiteln näher zu beschäftigen, so möchte ich es doch für bedauernswert halten, wenn die wertvollen Anregungen Pias zur exakteren Behandlung tektonischer Fragen einfach ignoriert werden sollten. Insbesondere erscheint der Gedanke einer statistischen Auswertung der Fallzeichen zur Feststellung der Gestörtheit eines Gebietes und die Idee einer graphischen Darstellung der Faltungsrichtungen, wie sie Pia mit Hilfe des von ihm vorgeschlagenen Faltungsdiagramms entwirft, durchaus anwendungsfähig und zur übersichtlichen Klarlegung der Tektonik eines einfacheren Faltengebietes geeignet.

Wenn Pia in dem vorliegenden Werke vielfach einen größeren mathematischen Apparat zur näheren Begründung und ausführlicheren Darlegung der von ihm vorgeschlagenen statistischen Verwertung geologischer Beobachtungen aufgewendet hat, so wollte er offenbar zunächst ein gesichertes Fundament für die von ihm in Vorschlag gebrachten Betrachtungsweisen schaffen. Es wäre aber zu wünschen, wenn Pia in einer kurzen, dem Gebrauche des Aufnahmsgeologen angepaßten Form und unter möglichster Einschränkung des mathematischen Aufwandes eine Anleitung der statistischen Verwertung geologischer Beobachtungen und ihrer graphischen Darstellung entwerfen würde, wodurch er vermutlich unter den Geologen seiner Methode bald Eingang verschaffen könnte. Schließlich wird ja die Behandlung variabilitätsstatistischer Probleme doch im wesentlichen nur in die Interessensphäre des Geologen und nicht in jene des Fachmathematikers fallen. Denn der Geologe besitzt, wie Pia selbst hervorhebt, allein die nötigen Grundlagen, um durch Stellung sinnvoller Aufgaben eine wissenschaftlich begründete Fragestellung zu schaffen.

A. Winkler.

Eigentümer, Herausgeber und Verleger: Geologische Bundesanstalt, Wien, III., Rasumofskygasse 23 — Druck der Österreichischen Staatsdruckerei in Wien. 839 25.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt

Jahr/Year: 1925

Band/Volume: 1925

Autor(en)/Author(s): Winkler-Hermaden Artur

Artikel/Article: Literaturnotiz: Julius Pia. Untersuchungen über die Tektonik der Lessinischen Alpen und über die Verwendung statistischer Methoden in der Tektonik 164-170