

Faltengebirge und Vorlandsbrüche.

Von **Maximilian Weber** in München.

Die Petrographie der kristallinen Schiefer und des Grundgebirges ist besonders enge mit Fragen der tektonischen Geologie verknüpft; die schönen Resultate von FR. SUSS an der moldanubisch-moravischen Grenze haben das gezeigt und die hochinteressanten Arbeitsmethoden, welche BR. SANDER und W. SCHMIDT herausgefunden und durchgebildet haben, werden künftig sehr geeignet sein, die großen Fragen der Gebirgstektonik durch exakte Prüfung der Mikrotektonik an orientierten Gesteinsdünnschliffen zu prüfen und zu klären.

Hat der Petrograph, der im Grundgebirge arbeitet, also stets mit Tektonik Fühlung zu halten, so scheint mir besonders wichtig der erst neuerdings beachtete Fall, daß in einem orthogonalen Bruchsystem die eine Richtung dem Streichen, die andere der Fallrichtung der Schichten folgt (vgl. auch STIELER, dies. Centralbl. 1922. p. 669). Diese zwei Systeme müssen also mit der Bildung von Faltengebirgen irgendwie im Zusammenhange stehen, wenn auch nicht in genau zeitlichem. Und so habe ich in früheren Arbeiten (Zeitschr. Deutsch. Geol. Ges. 1921 u. 1923) darauf hingewiesen, daß kein Grund bestehe, jene Brüche nur auf das eigentliche Faltungsgebiet zu beschränken, sondern ich hatte sie auch weit ins Vorland hinaus zu verfolgen gesucht, wo sie dann als Führungslinien für gleichzeitige oder spätere tektonische Schollenbewegungen dienen werden. Die Bildung der großen Quergräben am Rhein, in Ostafrika bis nach Syrien, am Ebi-Nor, in Utah und in Japan, sowie gewisser Aufstauchungen randlich parallel zu jenen Brüchen und Gräben, wie z. B. an den Golfen von Suez und Akaba, war, wie ich glaube, der Orientierung nach stets durch derartige präzedente Brüche bedingt. Den Alpen entsprechen so nach meiner Ansicht die ungefähr meridional streichenden rheinischen Brüche und Gräben und die weniger zahlreichen äquatorialen Klüfte; dem kaledonischen Gebirge teilte ich die hercynischen und variskischen Bruchsysteme und Richtungen

zu. Damit schien mir eine Erklärung möglich, warum die karbonische Faltung in Zentraleuropa, obwohl durch Druck von Süden her anregt, doch wesentlich nach NW und NO ziehende Gebirgskörper und Gräben hat ergeben müssen.

Meine Ausführungen haben mehrfach Beifall gefunden, besonders auch bei L. KÖBER, der sie nach freundlicher mündlicher Mitteilung als gute Ergänzung zu seinen eigenen in dem ausgezeichneten Buche „Bau der Erde“ niedergelegten Ideen erklärte.

Allerdings sind auch Einwände nicht ausgeblieben, wie das ja bei einer derartigen theoretisierenden Arbeit eigentlich selbstverständlich ist. Mit ihnen will ich mich im nachfolgenden auseinandersetzen; sie geben mir erwünschte Gelegenheit, Einzelnes besser herauszuarbeiten und neue Gedanken anzufügen. Ich darf aber gleich vorausschicken, daß ich nicht den Eindruck habe, als vermöchten jene Einwände meine Gedankengänge im wesentlichen umzustoßen.

Im Jahrb. d. Preuß. Geol. Landesanst. Bd. XLII. 1922 („Entstehung des Göttinger Leinetalgrabens“) bringt O. GRUPE in einer Fußnote den Einwand, daß die mitteldeutschen Gräben, speziell der Leinetalgraben, in ihrer maßgebenden Form bereits bei den vortertiären Phasen der Saxonischen Gebirgsbildung entstanden seien, während die Hauptfaltung der Alpen erst im Miocän einsetzte. „Diesen für die Frage entscheidenden Altersunterschied hat WEBER nicht berücksichtigt.“

Dieser Einwurf trifft mich nicht, weil ich wiederholt auf diese Altersunterschiede hingewiesen habe, und weil immer klarer hervortritt, daß die großen Faltengebirge, besonders die Alpen, nicht einem einzigen Paroxysmus ihre Entstehung verdanken, sondern wiederholten Konvulsionen durch lange geologische Perioden hin, wobei die Druckrichtung im wesentlichen die gleiche blieb. Nach DEECKE kennt man ja meridional-rheinische Bruchlinien an Granitporphyrgängen schon aus dem Carbon. —

Wichtiger sind die Einwände von QUIRING (Über Wesen und Ursprung der postvariskischen Tektonik Norddeutschlands, Zeitschr. Deutsch. Geol. Ges. 1924. Bd. 76. Mon.-Ber. 84). Er meint, daß die theoretische Tektonik neuerdings ganz abwegig verfare, wenn sie unter Umgehung des Begriffes der Zerrung alle Klüfte aus horizontalen Druckkräften herleiten will. „Obwohl ich selbst einmal auf diesen Weg gewiesen habe, so kann ich mich doch mit der weiteren Entwicklung nicht befreunden. Schon der Versuch, aus der Richtung der Rutschstreifen die Entstehung der Randspalten des Rheintales durch Horizontalverschiebung zu erweisen, ist fehlgeschlagen; die horizontalen Rutschstreifen sind gebildet aus geringen meist posthumer Schubbewegungen auf bereits vorhandenen Sprungklüften bezw. auf neugebildeten Blättern parallel zu den Randspalten“. Ferner betont er, daß rechnermäßig durch Hebung niemals die Beträge der vorhandenen Zerrung erreicht würden.

Die Tatsache, daß auf den großen Gräben Faltengebirge senkrecht stehen, beachtet QUIRING nicht weiter; ebensowenig erklärt er das wiederholt nachgewiesene windschiefe und wechselnde Einfallen der zum Gebirge senkrechten Klüfte. Daß die vorwiegend horizontalen Rutschstreifen sehr jungen Datums sein können, ist zweifellos richtig; aber wenn sie sich auch später noch durch Horizontalverschiebungen herausbilden konnten, wie er meint, warum die Möglichkeit oder Wahrscheinlichkeit ihres höheren Alters leugnen angesichts der von ihm allerdings nicht beachteten Tatsache der Querstellung zu Faltengebirgen, in welche hinein solche Klüfte stellenweise sich direkt verfolgen lassen? Und wenn wirklich der Betrag der Hebung nicht ausreichen sollte, um die Zerrung und das tiefe Versinken der Grabenstreifen zu erklären, wenn also andere Faktoren, wie Dehnung von den Seiten her oder isostatische Bewegungen magmatischer Art, außerdem noch herangezogen werden müßten, so ändert das wenigstens an der Tatsache nichts, daß die Orientierung für jene anderen Kräfte gegeben war in Brüchen, die aus den quergelagerten Faltengebirgen stammen. Führt er doch selbst die randlichen Schollenaufstülpungen in Westfalen auf präexistierende Brüche zurück. Übrigens, wenn er die hercynischen Klüfte ein Kind der archaischen Schwindungsprozesse und des präcarbonischen Faltungssystems (also doch! W.) nennt, wenn der Rheintalgraben ursprünglich ein archaischer Schwindungsriß sein soll, der immer wieder bis ins Känozoicum hinauf aufgelebt habe, so ist das doch auch sehr stark theoretisierende Tektonik, für welche QUIRING selbst im allgemeinen doch nicht sehr günstig gestimmt ist; denn die Rheintalsprünge kann man bisher wohl nur bis ins Carbon zurückverfolgen. —

E. KRENKEL (Bruchzonen Ostafrikas, Geol. Rundsch. XIV. 1923. p. 209) hat auf p. 227 hervorgehoben, daß „die weiträumigen Anhäufungen von Gebirgsländern, die als gesonderte Landblöcke in der Großform flach gespannter Auftreibungen emporsteigen, z. B. im N des Njassa-Sees und in Britisch-Ostafrika, in Richtungen gehen, welche die angenommenen Antiklinalen der Störungszonen (das wären die besonders von GREGORY betonten Aufstülpungen der Lippenränder am Graben. W.) kreuzen, nicht aber ihnen parallel gehen.“ Das gleiche betont KRENKEL für Syrien (p. 229). Das ist für mich eine höchst erfreuliche Bestätigung meiner Ideen vom Zusammenhange der Gräben mit Orogenen, und von der genetischen Verbindung und einer gewissen geographischen Parallelität von Orogenese und Epirogenese. Denn jene Rücken ziehen also in OW-Richtung quer über das Grabengebiet, wie es meine Anschauung fordert, sind also gewiß echte Ausläufer des Druckes, der ein anderes Mal zur Bildung des Kapgebirges in Südafrika geführt hat, und im N Ausläufer der Tauriden. Genau so ist ja im Vorlande der Kaledoniden spurenweise Hebung aus jener Zeit nachweisbar von Schwarzwald und Fichtelgebirge bis an die Petschora, und im Vorlande der Alpen finden sich gehobene Partien vom Schwarzwald und rheinischen Schiefergebirge

bis zur böhmischen Masse. Wenn letztere Hebungen allerdings nicht parallel zu den Alpen ziehen, so kommt das meiner Auffassung nach davon, weil sie der Führung durch präexistierende Sprünge folgen mußten, die in ihrem NW- und NO-Verlaufe mit der kaledonischen Faltung zusammenhängen. Bezüglich KRENKEL's Einwänden betreffs der zeitlichen Diskrepanz von Orogen und Quergräben und ferner bezüglich der Verschiedenheit der zeitlichen Entstehung des Kap- und des Taurischen Gebirges darf ich wohl auf meine obige Antwort an O. GRUPE verweisen. Drücken ja auch heute noch, wie die Präzisions-Nivellements zeigen, in Südbayern, am Bodensee und im Rhonegraben die Ketten offensichtlich gegen ihr Vorland, obwohl man doch gegenwärtig von einer eigentlichen Phase der Gebirgsbildung hier kaum wird reden wollen. Und es hat auch schon HENNIG (dies. Centralbl. 1924. p. 272) hervorgehoben, daß auch „in Afrika diese tektonischen Vorgänge durch längere geologische Zeiten sich hingezogen haben müssen; denn in den jurassischen Antalokalken Abessiniens kommen auch submarine Eruptiva vor; die Volcano beds in der südafrikanischen Karroo gehören bestimmt wieder in die Juraperiode, ebenso wahrscheinlich die Diamant-Tuffröhren; und diese vulkanischen Spuren lassen sich über die Kreide bis ins Diluvium verfolgen. Ebenso verteilten sich die tektonischen Vorgänge über ähnlich riesenhafte Zeiträume.“ Nach E. KAISER (N. Jahrb. f. Min. etc. B. Beil.-Bd. LIV. 1926) haben die alkalisyenitischen Injektionen der südlichen Namib vielleicht neocomes Alter.

KRENEKL irrt ferner, wenn er glaubt, ich hätte den erythräischen Graben mit den syrischen und ostafrikanischen in Zusammenhang bringen wollen; ich habe ersteren im Gegenteil stets als gesonderten Ausläufer der kaledonischen hercynischen Brüche betrachtet.

In den Störungszonen möchte KRENKEL anscheinend Anfänge einer Abdriftung im Sinne WEGENER's¹ erblicken; gegenwärtig seien sie allerdings nur Bahnen für innerkontinentale horizontale Lagenänderungen benachbarter Schollen. Sollte KRENKEL damit wesentlich Blattverschiebungen meinen, so wären wir vollständig im Einklang. —

¹ Gegen die WEGENER'sche Anschauung möchte ich bei dieser Gelegenheit einen Einwand vorbringen, von dem ich nicht weiß, ob er schon bekannt ist. Wenn Eurasien mit Afrika gegenüber der neuen Welt bei den Bewegungen innerhalb der Oberhaut der Erdkruste zurückgeblieben sein soll, so könnte das wohl nur durch vermehrte Reibung infolge tieferen Eintauchens der Kontinentalmassen in das Sima erklärt werden. Dann müßten aber doch wohl die Vulkane der alten Welt relativ basischere Magmen gefördert haben, als in Amerika. Davon ist aber nichts bekannt. Übrigens greift da WEGENER wahrscheinlich unbewußt auf eine Vorstellung zurück, die schon von Lord NELME 1772 und dem Erlanger Professor G. CH. KAYSER 1841 erwähnt wurde; beide Male sollte diese Abtrennung als geologische Erklärung für die biblische Sprachverwirrung dienen.

In den „Göttinger Beiträgen zur Saxonischen Tektonik“ (Abh. Preuß. geol. Landanst. Heft 95, 1925) beschäftigt sich auch STILLE mehrere Male mit meinen Anschauungen. So p. 201: „Wenn die rheinische Richtung durch Druck von den Alpen her zu erklären wäre, so wäre nicht recht zu verstehen, daß die gleiche Bruchrichtung auch dort auftritt, wo der alpidische Druck gegen das Vorland nicht von S, sondern von O her gewirkt hat, nämlich im Vorlande der französischen Alpen; aber auch hier war wie am Oberrhein und in Hessen die N—S-Richtung durch die Vorgeschichte des Bodens als Auslösungsrichtung von Druckwirkungen angelegt.“

Ich muß gestehen, daß ich nicht recht einsehe, wieso STILLE's Bemerkung einen Widerspruch gegen meine Anschauungen darlegen soll. Denn wenn etwa die tektonische N—S-Richtung viel älter ist als die relativ jüngeren Deckenüberschiebungen in den Westalpen, warum sollen letztere Decken nicht gelegentlich mit ihren Stirnfalten sich auch parallel zu jenen älteren Richtungen einstellen können? STILLE selbst betont doch wiederholt, daß ein hangendes System, das etwa durch Abscherung von einem liegenden sich getrennt hat, sich ganz anders verhält als das Liegende. Das gleiche wird aber auch gelten für allmählichen Übergang vom stabileren, weil versteiften, Untergrunde zu den mobileren Hangendschichten, wenn der „Basalschutz“ nach oben immer mehr zurücktritt (ebd. p. 177). S. 181 schreibt STILLE wörtlich: „Das Einsetzen der Faltung neben bzw. zwischen dem Rahmen und das Aufsteigen des Faltenbaues über das Niveau des Rahmens und der Fortgang der Faltung sind Vorgänge, welche wenigstens bis zu einem gewissen Grade einander folgen können.“ Nun kommt aber hier in den Westalpen gerade ein Besonderes hinzu: offensichtlich ist hier auch eine Veränderung des Untergrundes infolge der „Ausmerzung“ eingetreten, wobei Stücke des tieferen Untergrundes durch Schrägaufwärtsbewegung aus dem Untergrunde entfernt wurden. Sie liegen vor in den kristallinen Massen vom Aaremassiv über Pelvoux bis zum Mercantour, nicht in einem „hemicycle“, sondern offensichtlich erst in variskischer, dann in hercynischer Richtung am Pelvoux winkelig zusammenstoßend. Gerade durch ihre erhalten gebliebene Konkordanz mit den allbekannten europäischen Streichungsrichtungen beweisen sie, daß auch bei ihrer Ausmerzung noch die alten Scharniere benutzt wurden, und daß sie, weil noch ziemlich parallel mit der Ausgangsstellung, wohl nicht sehr weiten Transport erfahren haben. STAUB (Bau der Alpen, 1924) schreibt dazu: „Diese alten Anlagen der autochthonen Massive dienten der anrückenden Deckenflut als erster Widerstand. Sie waren aber nicht imstande, den Ansturm auszuhalten, sondern wurden von der allgemeinen Bewegung gleichfalls erfaßt . . . Die autochthonen Zentralmassive stellen einen Komplex gewaltiger kristalliner Schuppen dar, . . . sie sind die gewaltigen Splitter, welche die Deckenflut aus ihrer tausendjährigen Ruhe emporgerissen und verschleppt hat.“

In dem Maß aber, als die aus dem Untergrunde sich loslösenden Ausmerzungsschollen und Splitter emportauchten, mußten sie natürlich stauend und einengend auf den Knäuel der Decken wirken, mußten diese hochpressen und veranlassen, auszuweichen, wo irgend eine Möglichkeit war, zunächst über die axialen Depressionen der autochthonen Horste und Splitter, dann auch über deren Kämme hinweg unter Auswalzung derselben. Bei der relativen Mobilität der sedimentären Decken konnte das Ausweichen nach allen Richtungen erfolgen, außerhalb der Mont-Blanc-Kette schon beginnend nach West, ja außerhalb des Pelvoux sogar nach Südwest. Schon ALB. HEIM (Geol. d. Schweiz. 2. p. 866) hatte bemerkt, daß das Abweichen der lokalen Krafrichtung von der allgemeinen bei der Orientierung der Decken unter Umständen bis über die Querstellung führen kann. Daß aber dann derartig abweichende und sekundäre Streichrichtungen die eigentliche Druckrichtung erkennen lassen, wie STILLE meint, wird man nicht annehmen können. Der Druck in der Tiefe blieb, wie ich glaube, unverändert S—N oder umgekehrt, wofür ich in der Ablenkung der Blätter des Juragebirges mit ihrem stets nach Nord vorgeschobenen Ostflügel, ferner im Knie von Lanzo an der Dora Riparia, an dem nach Nord vorgeschobenen Massiv von Ambin genügend Anzeichen gefunden zu haben glaube¹. Auch das O—W-Streichen der Sättel außerhalb des Bogens der Westalpen, wie es im O des Mont Ventoux und südlich des Mercantour durch KILIAN konstatiert worden ist, gehört hierher.

Ein Experiment mit einer allerdings noch mobileren Substanz, etwa Wasser, macht die Sachlage wohl noch klarer. Denkt man sich ein quadratisches Gefäß mit Wasser, wobei die Südwand eingedrückt werden kann, so wird mit steigendem Druck das Wasser emporsteigen und schließlich überfließen, nicht bloß in der Richtung des Druckes, also nach Norden, sondern nach allen Seiten, selbst nach Süden, also der Richtung des in der Tiefe wirkenden Druckes sogar entgegen.

Das Verständnis für solche Vorgänge wird noch gefördert, wenn man Verhältnisse ins Auge faßt, wie sie nach den Forschungen von FR. SUESS und FR. KOSSMAT (dies. Centralbl. 1925. B.) (Zusammenstellung bei H. BECKER in Geol. Rundsch. XVII. 1926. p. 364) sichergestellt sind. Darnach haben in der Umrandung der böhmischen Masse von drei Seiten her die sich bildenden Falten des carbonischen Gebirges den schon vorcarbonisch versteiften Gneiskomplex der böhmischen Masse unterfahren und infolge der Raumverengerung haben Randpartien dieser Gneismassen über die Riegel hinweg sich nach außen vorgeschoben und verlagert, und zwar gegen NW das Münchberger Gneismassiv und das Zwischengebirge von Wildenfels und Frankenberg, gegen NO die Gneismasse der Eule, jetzt in nicht

¹ Neuerdings beschrieb N. OULIANOFF (Ekl. Helv. 1926) aus dem Mont-Blanc-Gebiete bestimmte Zonen von z. T. gepreßten Gesteinen, die N 30—35° W streichen, aber die variskische Faltung schief durchsetzen; er führt sie auf alpinen Schub zurück.

metamorpher Umgebung liegend; gegen O und SO tritt der Riegel in Form der moravischen Zone zutage, auf die das Moldanubikum überschoben ist. Also auch hier als Resultat des Druckes aus S-Richtung Abfließen sogar der schon versteiften Massen nach allen Seiten über die erst langsam sich heraushebenden Riegel des Untergrundes, welche demnach funktionell den obengenannten Ausmerzungsschollen und Untergrundsplittern in den Westalpen entsprechen.

Weiter hat STILLE ausgeführt (p. 202): „Ich stütze mich auf die Tatsache der Ableitbarkeit der Richtungen der saxonischen Gebirgsbildung aus der Vorgeschichte des Bodens (das tue ich doch auch! W.); diese Tatsache habe ich auch gegen die WEBER'sche Deutung der rheinischen Bruchrichtung als einer ‚Querrichtung‘ zu den Alpiden geltend zu machen, indem ich noch hinzufüge, daß die in Westdeutschland zwar ‚quer‘ zu den Alpen stehende rheinische Bruchrichtung im Vorlande der französischen Alpen eine L ä n g s r i c h t u n g zum dortigen alpidischen Streichen ist.“

Diese Bemerkung scheint mir z. T. zusammenzufallen mit dem ersten Einwande STILLE's, auf den ich oben geantwortet habe. Aber ich vermute, daß hier auch auf die besondere Lage des Saône-Rhone-Grabens hingewiesen werden soll, der ja nicht die direkte S-Fortsetzung des Rheingrabens ist. Das trifft man aber doch oft, daß irgend eine Störung sich anscheinend verliert, um in geringer Entfernung davon parallel wieder eine Fortsetzung zu finden. Übrigens scheinen mir doch die Rheinspalten spurenweise auch durch die Westalpen in deren Untergrunde hindurchzusetzen, wie ich oben darlegte. Man kann diese N—S-Richtung, glaube ich, auch noch deutlich erkennen bis in das Rückland der N-Alpen an der Form und Orientierung der beiden großen Mittelmeerinseln Korsika und Sardinien. Diese Linie bildete hier den Westrand eines Dreieckes, dessen östliche Seite parallel etwa dem Apennin in hercynischer Richtung, die südliche parallel der Nordküste Afrikas in äquatorialer Richtung verlief. Beim alpinen Zusammenschub erfolgte in Afrika Überschiebung nach Süd, die hercynische Dreieckseite wirkte wie eine Pflugschar und wälzte die Decken des Apennin nach NO und N, die N—S-Linie über Korsika und Sardinien blieb wesentlich Horizontalverschiebung. Beim Studium der einschlägigen Literatur (TORNQUIST, STEINMANN, TERMIER, KOBER) finde ich nicht, daß deren Ergebnisse meine obige Deutung absolut ausschließen¹.

STILLE spricht übrigens selbst von der Mittelmeer-Mjösen-Zone als einer zusammenhängenden Erscheinung; hier scheint ihm also die Westverlagerung des Rhonegrabens keine besondere Störung zu bedeuten. Der Unterschied in den Anschauungen zwischen STILLE und

¹ Im Gegenteile glaube ich, daß die von TERMIER (Bull. Soc. Géol. France. 1910. p. 157) hervorgehobene umgekehrte Lagerung der Decken im Apennin sich leicht durch derartiges Aufklappen und Zurückschlagen erklärt, wobei dann das untere zu oberst kommen muß. Man vergleiche auch STEINMANN, Zeitschr. Deutsch. Geol. Ges. Mon.-Ber. 59. 1907. p. 177.

mir scheint mir immer noch darin zu liegen, daß ich nicht bloß Rahmen und Ausmerzungsschollen des Untergrundes, sondern auch schon dessen Brüche für in höherem Grade maßgebend ansehe in bezug auf die Entstehung, namentlich aber auf die Orientierung jüngerer Ketten. STILLE kann zwar für den Osning nicht zugeben, daß Bruchbildung und Faltung aufeinanderkommen, wie SCHUH dort gemeint hatte (Zeitschr. Kali. 1922. Heft 1 u. 8) und darum hält er diese Aufeinanderfolge für ziemlich ausgeschlossen. Aber auf einer anderen Seite (200) spricht er doch wieder davon, daß es sehr wohl denkbar wäre, daß ein scheinbarer Faltungsbruch schon in einer älteren Phase exogen entstanden und nun von der Bruchfaltung benutzt worden sei; und p. 196: „Das Vorangehen undatorischer Vorgänge in rheinischer Richtung ist nicht unbedingt Voraussetzung für Zerspaltung des Bodens in dieser Richtung; denn rheinisch gerichtete Vulkanlinien treten dort schon auf, als eine epirogene Vorbereitung der rheinischen Richtung kaum eingetreten war.“ Ich muß aus diesen Ausführungen STILLE's schließen, daß wir uns nur noch bezüglich des Prozentsatzes der exogenen zu den endogenen Brüchen unterscheiden.

Anhangsweise möchte ich noch einige kleinere Punkte hier anführen, in denen ich den Ansichten STILLE's nicht ganz folgen kann. Die Keilbergspalte bei Regensburg ist wohl noch von niemand als nördlich gerichtete Fortsetzung des Donaubruches betrachtet worden, sondern stets als zum rheinischen Bruchsystem gehörig, parallel ziehend zum böhmischen Pfahl und zu den von mir früher angeführten eigentümlichen Abzweigungen am Südrande des bayerischen Pfahles. Ferner redet STILLE immer nur von hercynischer und rheinischer Richtung, z. B. auch bezüglich ihrer event. Geltung als MOHR'scher Linien, wobei er doch gegenüber den DAUBRÉE'schen Experimenten ganz unwahrscheinlich kleine Winkel erhalten müßte. Der Grund ist, weil im saxonischen Faltungsgebiete die variskische Richtung kaum zum Ausdruck kommt (nach F. GÖBEL, Geol. Rundsch. Bd. XVII. 275 kommen aber dort auch Faltungen von vorherrschend variskischen Streichen aus dieser Zeit im nördlichen Harzvorlande vor). STILLE stellt sich hier in bewußten Gegensatz zu E. SUSS, der für das „Guilloché“ das fast rechtwinkelige Kreuzungssystem der hercynischen mit den variskischen Linien kombinierte. STILLE's Haltung fällt hier um so mehr auf, als er ja in seiner „vergleichenden Tektonik“ auch die älteren Orogenesen heranzieht, in denen doch die variskische Richtung sehr deutlich und stark ausgeprägt ist. Endlich schreibt STILLE in der vergleichenden Tektonik p. 251: „Beim Rheintalgraben drängt doch eigentlich nichts zu der Annahme irgendwie beträchtlicher horizontaler Verschiebung des östlichen Grabenrandes gegenüber dem westlichen.“ Aber wenigstens deutliche Verschiebungen werden doch zugegeben von VAN WERVEKE (Zeitschr. Deutsch. Geol. Ges. 1923. Bd. 75. M.-B. p. 57) und neuerdings durch v. BUBNOFF (Tektonik und Intrusionsmechanismus im kristallinen Odenwald, Abh. Preuß. Geol. Landesanst. Heft 89: „Die Otzbergspalte zeige eine große Transversalverschiebung, an welcher der östliche Odenwald gegen N geschleppt wurde“). Das scheint mir doch auf den gleichen Sinn der Bewegung zu deuten, wie sie an den Blättern des Kettenjura längst bekannt ist. —

FR. KOSSMAT hat in zwei Publikationen („Beziehungen zwischen Schwere-Anomalien und Bau der Erdrinde“, Geol. Rundschau, Bd. XII und „Die mediterranen Kettengebirge in ihren Beziehungen zum Gleichgewichtszustande in der Erdrinde“, Abh. Sächs. Ak. Wissenschaften, Bd. 38, 1921) sehr wichtige Gedanken über Bau und Gestaltung der Erdrinde veröffentlicht. Er kam etwa gleichzeitig mit mir auf die Idee eines Zusammenhanges zwischen Faltengebirgen und großen Bruchsystemen des Vorlandes. Doch möchte KOSSMAT besonderes Gewicht legen auf die Diagonalrichtungen, wie solche im indoafrikanischen Bruchgebiete, aber auch in Europa im Zusammenhange mit der Alpenfaltung z. B. im Abbruch oder Flexur der schwäbischen Donaulinie neben der langen mehr meridionalen Rheingraben- und der Rhone-Saône-Grabensenkung zu erkennen seien (nach freundlicher brieflicher Mitteilung). Eine Beziehung der hercynischen (und variskischen) Sprungsysteme zur kaledonischen Faltung scheint ihm nicht recht erkennbar; embryonale Spuren einer Kettengebirgsanlage aus der Zeit der kaledonischen Faltung seien allerdings vom französischen Zentralplateau über Vogesen, Schwarzwald, Ardennen, Thüringen, Sachsen, Sudeten zu erkennen. (Nach meiner Ansicht könnte hier aber doch eine dem kaledonischen Faltengebirge parallele epirogenetische Welle vorliegen, die eben mit der Orogenese genetisch zusammenfielen.) Ein besonderes Gewicht legt KOSSMAT auf den NO-Rand der vorvariskischen Geosynklinale, der ungefähr durch die bekannte Linie Schonen — Südrand der podolischen Masse gegeben sei; diese Linie habe sich dann verschärft und sei allmählich immer mehr eine Randstörung geworden, orientierend für den Verlauf von Bruch- und Faltungslinien bis hinunter zu den Dinariden und zur Adriatischen Mulde.

Hier möchte ich wiederholt darauf hinweisen, daß die hercynischen Linien doch viel weiter nach NO zu reichen scheinen: In Fennoskandia, das gewiß schon präcambrisch gefaltet wurde, sind sie überall, und wenn die Ausläufer der kaledonischen Tektonik sich nicht bloß in Hebungen, sondern auch in Sprüngen, was doch wahrscheinlich ist, bis an die Petschora verfolgen lassen, so ist doch nicht anzunehmen, daß das ganze dazwischenliegende Gebiet innerhalb Fennoskandias nicht an den Sprüngen hätte teilhaben sollen in Form hercynischer Brüche. Es wäre damit die bisher für so wichtig erachtete Linie Schonen—Podolien nur eine unter vielen, bedeutender nur deshalb, weil die von S kommende variskische Faltung gewissermaßen an ihr ausklang. Denn, wenn solche hercynische Linien schon existierten — und wir kennen sie heute über das Rheinische Schiefergebirge bis nach Mittelengland —, so mußte doch die carbonische Faltung, die durch sie in jenen Teilen partiell orientiert wurde, an irgend einer dieser Linien haltmachen, ebenso wie später nach NO vorgreifend die Karpathen. Sollen aber die hercynischen und die selteneren variskischen Linien erst hauptsächlich in Carbon oder noch später ausgebildet worden sein, so begreift man

meiner Meinung nach aus der von KOSSMAT p. 30 gegebenen Skizze der variskischen Bögen nicht recht, wie jene Linien weit über die einzelnen Bögen hinausreichen und sich durch das ganze Gebiet so ziemlich gleichmäßig gekreuzt finden können, wie also die netzförmige Vergitterung auftreten könne, die ZIMMERMANN und BRANDES beschrieben haben.

Daß übrigens Querbrüche auch in die Faltengebirge hineinreichen, scheint mir doch sicher aus den oben gegebenen Andeutungen im Bereiche der Westalpen hervorzugehen; vom Taurus kennt man sie längst durch BLANCKENHORN. Es ist also offensichtlich doch nicht allemal so gewiß, daß die Brüche bei Annäherung an die Kettengebirge zersplittern und auskeilen. Gehen doch auch die Grabenbrüche in der fossa magna Japans nach NAUMANN quer durch das ganze Gebirge; ebenso scheint es am Ebi-Nor zu sein. —

Theoretische Überlegungen über den genaueren Vorgang bei der Bruchbildung hat R. SCHWINNER durchgeführt. (Scherung, der Zentralbegriff der Tektonik, dies. Centralbl. 1924. p. 469). Er sucht nachzuweisen, daß eigentlicher Normaldruck wohl nur sehr selten in Frage komme, sondern fast immer mehr oder minder schiefe Druckrichtung sich herausbilden müsse, also Scherung. Das wird theoretisch einwandfrei zutreffen; nur glaube ich, daß, wenn man seine stark übertriebene Darstellung in Fig. 3 in den richtigen Verhältnissen wiedergibt, die Winkelschiefe so gering ausfallen wird, daß die Spannungstrajektorien im Innern des Preßkörpers praktisch doch die äußere Druckrichtung fortsetzen, weil sie mit diesen fast völlig zusammenfallen. Aber bezüglich der Scherung scheinen mir noch andere Umstände von Bedeutung: nämlich, daß zwar der Normaldruck jedesmal in schiefen Scherungsdruck umgelenkt wird, wenn schiefe präexistierende Trennungsfugen in Form von Brüchen oder auch nur von Schichtungsflächen vorhanden sind, daß aber derartige schiefe Gleitung sich endlich erschöpfen muß; dann wird wohl wieder Normaldruck einsetzen mit den zugeordneten orthogonalen Sprungsystemen in Längs- und Querrichtung dazu. Deshalb sind die carbonischen Gebirge innerhalb Europas zunächst winkelig zur meridionalen Druckrichtung zusammengefaltet worden, wobei wohl das rheinische Bruchsystem erst allmählich sich durchsetzen konnte, bis es im Tertiär hauptsächlich das Feld beherrschte. —

VAN WERVEKE hatte wohl als Erster die Rheintalspalten samt ihren beiderseitigen Horsten in noch etwas unbestimmte Beziehung gebracht mit dem alpinen Schube. Dann hat KOSSMAT allgemeiner an Zusammenhang von Faltengebirgsbildung mit Schollenzerberstung des Vorlandes gedacht, und ich habe etwa gleichzeitig aber unabhängig von ihm ausführlicher den genetischen Verband der Quer- und Längsbrüche des Vorlandes mit bestimmten Faltengebirgen dargelegt und daraus die Folgerung gezogen, daß derartige Brüche auf jüngere, tektonische Bewegungen orientierend wirken mußten. Aus der

größeren Häufigkeit und Dichte der hercynischen gegenüber den variskischen Bruchlinien und daher aus der größeren Mobilität in ersterer Richtung scheint mir auch die auffallende Reneganz der postcarbonischen Gebirgsbildungen (STILLE) in Nordwestdeutschland unschwer erklärbar.

Es ist für uns erfreulich, zu sehen, wie trotz mancher Differenzen im einzelnen und trotz mancher Einwände der neue Gedanke des Zusammenhanges von Orogenese mit der orientierten Bruchbildung im Vor- und Rücklande immer mehr Boden zu gewinnen scheint. Die Arbeiten von STIELER, QUIRING, STILLE und auch RINNE lassen das erkennen.

Freilich habe ich mich seinerzeit gegen die Auffassung verwahrt, daß nun alle hercynischen und variskischen Brüche ausschließlich Begleiterscheinung und Folge der kaledonischen Faltung in Nordwesteuropa seien; letztere hat diese Brüche nur gehäuft und damit die Basis für die Orientierung der späteren Faltenbildung nur vorbereitet und verstärkt. Präcarbonisch gerichtete Gebirgszüge hat es schon lange vorher gegeben; Finnland und der Böhmerwald gehören hierher. So hat auch B. RÜDEMANN (Am. Journ. of Science 1923) sich geäußert: Die Richtungen der präcambrischen Intrusionschieferung und Faltungsachsen sind maßgebend für die Orientierung aller späteren geologischen Ablagerungen.

So ist das kaledonische Gebirge selbst schon aus einer variskisch angelegten Geosynklinale hervorgegangen, wenigstens innerhalb Europas. Aber das orthogonale Bruchsystem, das im Zusammenhange damit gehäuft und verstärkt wurde, gibt uns die Möglichkeit, eine Zwischeninstanz zu erkennen, ehe wir auf eine etwas mystische Uranlage unseres Planeten uns beziehen. DEECKE hat mit E. SUESS gleich diese Uranlage heranziehen wollen.

Es hat auch RINNE (dies. Centralbl. 1924. p. 294) neuerdings darauf hingewiesen, daß die bekannten Brüche hercynischer, variskischer, meridionaler und äquatorialer Richtung wohl alle einen alten Sinn haben, also Permanenz zeigen, und er hat auch (nach freundlicher brieflicher Mitteilung) schon Experimente angestellt, diese Richtungen an Kugeln künstlich zu erzeugen. Das gleiche hat auch schon BUCHER versucht (Journ. of Geol. 1924).

Auf die Resultate solcher Versuche darf man gespannt sein. Ich meine nur, daß sie unzulänglich ausfallen müssen, solange man nicht auch die Rotation der Kugel berücksichtigt, welche ja, wie bei den Passatwinden, Abweichungen von der ursprünglichen Richtung erzeugen muß oder kann.

(Eingegangen 11. III. 1927.)