

nach allen Richtungen hin abgeflossen sind, dürften sie als Reste alter Eruptionsherde anzusprechen sein.

Mit Beginn des Diluviums setzte eine neue Dislokationsphase ein, die sich vorwiegend in vertikalen Bewegungen äußerte und eine bedeutende Heraushebung des ganzen Gebirges zur Folge hatte. Die vulkanische Tätigkeit erlitt eine neue Belebung. Allenthalben am Ostrande des Gebirges kam es zu basaltischen Ergüssen, während im Westen die großen diluvialen Vulkane entstanden, die heute zum Teil noch nicht vollkommen erloschen sind. In den Tälern und am Rande des Gebirges liegen Lavaströme und Aschentuffe dieser Eruptionen auf den älteren diluvialen Niveaus. Im zentralen Teile aber haben die Produkte der großen Vulkane die tertiären Reliefs fast vollkommen aufgefüllt und so auf weite Strecken hin einen plateauartigen Charakter geschaffen.

Wie wir sehen, bestätigen und erweitern meine Beobachtungen die älteren Darstellungen, die BURCKHARDT¹⁾ und KEIDEL²⁾ vom Bau dieses Teiles der argentinischen Anden gegeben haben, ohne in wesentlichen Punkten mit ihnen in Widerspruch zu geraten. Faltung, gefolgt von Intrusionen, vertikale Heraushebung und schließlich effusive, jungvulkanische Tätigkeit waren hier die gebirgsbildenden Faktoren.

29. Die saxonische „Faltung“.

Von Herrn HANS STILLE.

Eine Antwort auf die Verhandlungen anlässlich der Hauptversammlung der Deutschen Geologischen Gesellschaft zu Greifswald am 10. August 1912³⁾.

(Mit 5 Textfiguren.)

Leipzig, den 1. Juli 1913.

Auf der Versammlung der Deutschen Geologischen Gesellschaft zu Greifswald im August 1912 ist, wie sich dem inzwischen erschienenen Protokoll entnehmen läßt, die jüngere

¹⁾ Profils géologiques transversaux de la Cordillère argentine-chilienne. Ann. Museo de la Plata 1900.

²⁾ Über die Geologie einzelner Teile der argentinischen Anden. Sitzungsber. d. k. k. Akad. d. Wissensch. Wien 1908.

³⁾ Vgl. Monatsberichte der Deutschen Geol. Ges. 1912. S. 177 ff.

(saxonische) deutsche Gebirgsbildung ausgiebig zur Sprache gekommen und speziell die Frage diskutiert worden, ob „Faltung“ oder „Senkung“ das Wesen der saxonischen Gebirgsbildung ausmacht. Eine Art Resolution ist unter Vorsitz von Herrn FRECH über diese Frage (a. a. O., S. 481) gefaßt worden:

„Entgegen der Annahme einer saxonisch-kimmerischen Faltung wird der Gebirgsbau Mittel- und Norddeutschlands in mesozoischer und nachmesozoischer Zeit von Senkungserscheinungen beherrscht. Fältelungen und auch Faltungen treten nur als Nebenerscheinungen an den Bruchrändern auf. Auch die SUESSsche, im „Antlitz der Erde“ verschiedentlich ausgesprochene Anschauung entspricht der Ansicht, daß Senkung die mesozoischen Schollengebirge beherrscht.“

Nach alten Erfahrungen, denen neue hinzuzufügen man sich hüten sollte, können aber durch Resolutionen wissenschaftliche Fragen nicht erledigt werden, das hätte man sich auch in Greifswald sagen sollen, als man nachdrücklich Wert darauf legte, die Meinung einzelner, die sich in Greifswald gerade zusammengefunden hatten und auch dort keineswegs ohne Widerspruch geblieben waren, als eine Art Verdikt gegen die saxonische „Faltung“ zu proklamieren.

Die Greifswalder Verhandlungen über die mitteldeutsche Gebirgsbildung bieten mir die Veranlassung, noch einmal auf die „Senkungstheorie“ einzugehen und zu zeigen, inwiefern sie mit gewissen grundsätzlichen Erfahrungen, die sich aus den geologischen Verhältnissen des deutschen Bodens ergeben, unvereinbar ist. Allerdings scheinen in Greifswald gerade die für diese Frage entscheidenden Verhältnisse, auf die ich schon früher einmal hingewiesen habe, jedoch an einer Stelle, die vielen Fachgenossen vielleicht nicht recht zugänglich ist¹⁾, überhaupt nicht zur Sprache gekommen zu sein. Entscheidend, ob „Senkung“ oder „Faltung“ und damit „Abwärts“- oder „Aufwärts“-Bewegung der unter dem Einflusse tektonischer Kräfte ihre Lage verändernden und sich weithin zu Sätteln und Mulden formenden Gesteinsmassen eingetreten sei, ist aber der Vergleich der Höhenlage der Gesteinsmassen vor und nach dem tektonischen Ereignisse in bezug auf die uns einigermaßen verfügbare Höhenmarke, nämlich den Spiegel der Hydrosphäre.

¹⁾ H. STILLE: Die Faltung des deutschen Bodens und des Salzgebirges. Zeitschr. „Kali“, V. Jahrg. 1911, Heft 16/17 (vgl. spez. Seite 7 des Separatabdruckes).

In mehreren Schriften der letzten Jahre, die sich mit der saxonischen „Faltung“ des deutschen Bodens beschäftigen, habe ich den Weg verfolgt, die nachweisbaren tektonischen Vorgänge zunächst einmal möglichst genau hinsichtlich ihrer Zeitlichkeit festzulegen¹⁾. Es ergibt sich auf diese Weise der tektonische Zustand in einander folgenden Erdperioden, und aus dem Vergleiche dieser Zustände und der Feststellung der Veränderungen, die von Fall zu Fall eingetreten sind, enthüllt sich uns der tektonische Werdegang. Die Studien über die Geologie des deutschen Bodens haben mich dazu geführt, ganz besonderen Wert auf die Unterscheidung „epirogenetischer“ und „orogenetischer“ Vorgänge zu legen, — und in welchem Umfange auf Grundlage dieser Unterscheidungen gewisse Grundfassungen der Tektonik einer Revision unterzogen werden müssen, mag sich aus den nachfolgenden Ausführungen ergeben. Es sei mir erlaubt, aus früheren Veröffentlichungen hier dasjenige zu wiederholen, was bei der Entscheidung über eine „Faltung“ des deutschen Bodens ganz besonders in Frage kommt.

Epirogenetische und orogenetische Vorgänge führen zu Bewegungen der festen Massen in der Lithosphäre. Die epirogenetischen Vorgänge sind „säkuläre“ Erscheinungen, gehen mehr oder weniger gleichmäßig durch die langen Perioden der Erdgeschichte fort und äußern sich im Sinken der Sedimentationsräume (Geosynklinalen) und im Aufsteigen der Festlandsschwellen. Die „kontinentalen“ Bewegungen der jüngsten geologischen Vergangenheit und der Jetztzeit sind ihr Fortgang. Schon die Mächtigkeit der Sedimente in bestimmten Gebieten, überhaupt der Begriff der Geosynklinale, erfordert die Vorstellung der epirogenetischen Bewegungen. Zu gewaltigem Ausmaße summieren sich die jeweilig nur kleinen Absenkungen in langen Zeiten, wie uns die Mächtigkeit der Sedimente in manchen dieser sinkenden Räume, z. B. im Niederdeutschen Becken, lehrt. Auch die säkuläre Aufwölbung der Kontinentalschwellen ist unbestreitbar. Wie sollte man sonst ungezwungen erklären, daß die Kontinentalschwellen durch lange Perioden hindurch in oft gleichbleibender Umrandung fortbestehen, ohne völlig eingeebnet und überflutet zu werden, und daß sie durch lange Perioden der Erdgeschichte

¹⁾ Das Alter der deutschen Mittelgebirge. Zentralbl. f. Min. f. 1909, S. 270. — Die mitteldeutsche Rahmenfaltung. 3. Jahresber. d. Niedersächs. geol. Vereins, 1910, S. 141. — Senkungs-, Sedimentations- u. Faltungsräume. 11e Congrès géol. internat. Stockholm, 1910, S. 819 ff. — Der Untergrund der Lüneburger Heide usw. 4. Jahresber. d. Niedersächs. geol. Vereins, 1911, S. 224 ff.

die Lieferanten des Sedimentes für die Geosynklinalen bleiben? Während allerdings die Einwölbung der Geosynklinalbezirke in der morphologischen Form des Troges usw. sich ausdrückt, tritt die Aufwölbung der Festlandsschwellen morphologisch nicht oder kaum in Erscheinung, da sie immer wieder durch die Denudation der jeweilig aufgestiegenen Massen kompensiert wird. Noch heute sehen wir solche Kontinentalschwellen sich aufwölben; man blicke nach Fennoskandia und zum Kanadischen Schild. Den epirogenetischen Bewegungen liegt meiner Auffassung nach ein flacher Wellenwurf großer Spannweite zugrunde, und dabei sind die Geosynklinalen die Wellentäler und die Festlandsschwellen die Wellenberge. Dieser epirogenetischen „Wellung“ großer Spannweite („Undation“

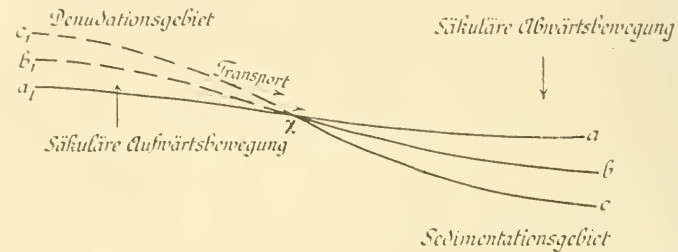


Fig. 1.

Säkuläres Aufsteigen der Festlandsschwellen und Einsinken der Sedimentationsbecken.

Im Geosynklinalgebiete durchläuft die Schicht xa die Lagen xb , xc usw. Inzwischen würde die Landoberfläche xa_1 die Lagen xb_1 , xc_1 usw. erreichen, wenn nicht die Denudation das jeweilig Herausgehobene wieder abtrüge und zur Geosynklinal schaffte. Die Landoberfläche xa_1 bleibt damit einigermaßen gewahrt, wenn auch immer neue und von unten sich nachschiebende Gesteinsmassen an ihr ausstreichen¹⁾.

¹⁾ Man wende nicht ein, daß mit solchen Vorstellungen die lokale Erhaltung z. B. mesozoischer Sedimente im Bereiche der Schwellen unvereinbar ist. Wo sie sich finden (Triersche Bucht, Elbezone in Sachsen), handelt es sich um lokale Versenkungen oder, wie aus paläogeographischen Verhältnissen erkennbar ist, um epirogenetisch angelegte und fortgebildete Senkungszonen „zweiter Ordnung“, wie sinkende Spezialbecken inmitten oder in randlichen Einbuchtungen der aufsteigenden Festlandsschwellen. Eine Rolle spielt bei diesen Verhältnissen in vielen Fällen das Auftreten mehrerer Druckrichtungen nicht nur in der orogenetischen, sondern auch in der epirogenetischen Ausgestaltung des Untergrundes.

Wie die großen Senkungsfelder zwischen den großen Festlandsschwellen oft genug als Geosynklinalen angelegt waren, so sind auch die inmitten der großen Festlandsschwellen auftretenden oder in sie vorspringenden „Versenkungen“ in vielen Fällen in epirogenetischen Spezialbecken oder Spezialfurchen vorgezeichnet gewesen.

des Bodens) stehen die orogenetischen Erscheinungen der „Faltung“ („Undulation“) gegenüber.

Die orogenetischen Vorgänge sind episodische Ereignisse, und mit ihnen entstehen Falten, Überschiebungen und Verwerfungen. Bedeuten die epirogenetischen Verhältnisse gewissermaßen eine tektonische Evolution des Bodens, d. h. eine durch lange Perioden und gleichsinnig sich fortbildende Ausgestaltung, so habe ich anderseits die episodisch eintretenden orogenetischen Vorgänge, die zu einer völligen Umwälzung der Verhältnisse in den Geosynklinalen oder wenigstens in deren Randgebieten führen und während der Dauer ihrer Wirksamkeit den Bewegungssinn der Geosynklinalmassen weithin völlig umkehren, als Erdrevolutionen bezeichnet: dabei sind Form und Intensität der erdrevolutionären Erscheinungen in hohem Maße durch die vorangegangene Evolution des Bodens bestimmt¹⁾. Daß die orogenetischen Vorgänge nun Ereignisse ganz bestimmter, und zwar eng umgrenzter Zeiten sind, ist aus den geologischen Verhältnissen des deutschen Bodens leicht ersichtlich und wird auch von denjenigen Fachgenossen ohne weiteres zugegeben, die sich in Greifswald gegen eine saxonische „Faltung“ gewandt haben.

Für die Beurteilung der Frage, ob die saxonische Gebirgsbildung auf „Senkungen“ oder „Faltungen“ hinauskommt, ist von fundamentalster Bedeutung, daß schon vor den tektonischen Phasen, in denen doch die Zerstückelung des Bodens in Schollen erfolgte und die „Senkungen“ sich abgespielt haben sollen, unsere großen „Senkungsfelder“ um gewaltige Beträge, in einzelnen Fällen um Tausende von Metern, gegenüber den großen „Horsten“ (z. B. der Rheinischen Masse)²⁾ gesunken waren (vgl. Fig. 3). Diese Senkung ging auf epirogenetische Vorgänge zurück, und bisher ist jedenfalls noch nicht erweisbar gewesen, daß schon bei der Entstehung und Fortbildung der deutschen Sedimentationsbecken entlang deren Rändern Verwerfungen aufgerissen wären.

¹⁾ H. STILLE: Tektonische Evolutionen und Revolutionen in der Erdrinde. Antrittsvorlesung Leipzig 1913. VEIT & Co.

²⁾ Unter den großen „Horsten“ und „Massen“ verstehe ich in den nachfolgenden Ausführungen speziell die Böhmisches Masse, die Rheinische Masse, die Skandinavische Masse, d. h. die ausgedehnten und echten „Undulationsschwellen“ (s. oben). Betreffs der in etwas größerem Umfange auch von „Undulationen“ betroffenen kleineren Rahmen (Harz usw.) vgl. „Senkungs-, Sedimentations- und Faltungsräume“, a. a. O. S. 827 n. 832.

Die zeitliche Analyse der tektonischen Vorgänge, zu der wir erfreulicherweise im deutschen Boden bei dem hohen Grade seiner Erforschung schon in ziemlich weitem Umfange imstande sind, spricht ein vernichtendes Urteil gegen die ganze „Senkungstheorie“, denn sie führt uns unzweideutig vor Augen,

daß in den tektonischen Phasen, d. h. in denjenigen, in denen die „Senkungen“ gegenüber den großen „Horsten“ eingetreten sein sollen, der in Sättel und Mulden sich legende und dabei vielfach in Schollen zerreißende Inhalt der Sedimentationsbecken **aufwärts** gegenüber den präexistierenden alten Massen, den späteren großen „Horsten“, und auch **aufwärts** gegenüber dem ozeanischen Spiegel, bewegt worden ist.

In den epirogenetischen Zeiten sinken die Becken zwar ein, aber in den orogenetischen Phasen steigen sie auf, und bei dieser Aufwärtsbewegung des Bodens entstehen die Verwerfungen, entlang denen nach der Senkungstheorie die Schollen sich abwärts bewegt haben sollen. Dabei entstehen auch die Sättel und Mulden, denen zwar R. LACHMANN nur nach ihrer morphologischen Gestaltung, nicht aber nach ihrer Entstehung die Bezeichnung Sättel und Mulden zukommen lassen will. Vor der „kimmerischen“ (jungjurassischen) Faltung liegen z. B. die Gesteine der älteren Formationen im Niederdeutschen Becken tief versenkt unter den jüngeren Gebilden (Fig. 2a), die über ihnen im Laufe der geologischen Zeiten abgesetzt worden sind: nach der Faltung sehen wir aber diese vorher tief versenkten Schichten im Kernerder „Sättel“ am Aufbau der Landflächen teilnehmen, über die nach Wiedereinsetzen der „Evolution“ (erneute Senkung!) die postkimmerische Transgression dahingeht (Fig. 2b); mit der Faltung haben sie als^o den Weg aus großer Tiefe bis zum Niveau des ozeanischen Spiegels und über diesen hinaus zurückgelegt. Ganz ähnlich ist die Sachlage in den jüngeren orogenetischen Phasen der saxonischen Gebirgsbildung: immer vollzieht sich in diesen eine „Aufwärtsbewegung“ epirogenetisch gesunkener Gesteinsmassen. Weithin haben also die orogenetischen Phasen. z. B. im Niederdeutschen Becken, Festländer geschaffen und tief eingreifende Denudationen eingeleitet; das alles spricht nicht für „als Ganzes absinkende größere Beckenmassen“, sondern für Heraushebung der Beckenmassen.

Allerdings hat die orogenetische Aufwärtsbewegung der Beckeninhalte die vorangegangene epiro-

genetische Abwärtsbewegung in der Mehrzahl der Fälle nicht kompensieren können (siehe Fig. 3), und so erscheinen trotz der Faltungen und trotz der Aufwärtsbewegung die Sedimentationsräume noch gesunken gegenüber den großen „Horsten“. Im wesentlichen darauf, daß bisher kaum unterschieden worden ist, was auf säkuläre (epirogenetische) und

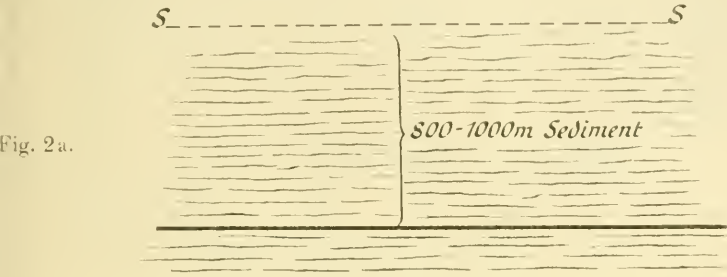


Fig. 2a.

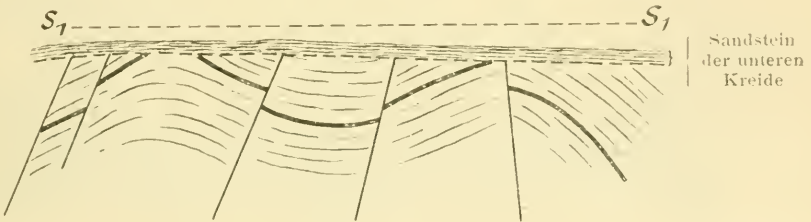


Fig. 2b.

Fig. 2.

Schematische Darstellung der „Aufwärts“bewegung der Schichten durch die kimmerische Faltung im nordöstlichen Vorlande der Rheinischen Masse.

Fig. 2a veranschaulicht die Lage einer bestimmten Schicht, z. B. der Röt-Muschelkalk-Grenzschicht, zum ozeanischen Spiegel $S-S$ vor der kimmerischen Faltung.

Fig. 2b veranschaulicht ihre Lage zum ozeanischen Spiegel S_1-S_1 nach der kimmerischen Faltung und nach Wiedereinebnung und Überflutung der kimmerischen Ketten.

was auf eigentliche tektonische („orogenetische“) Bewegungen zurückgeht, beruht die unrichtige Vorstellung, daß in den tektonischen Phasen im deutschen Boden Senkungen an großen Bruchlinien eingetreten seien.

Die Bruchlinien, die unsere großen Horste weithin umsäumen und in vielen Fällen annähernd alten Küstenzonen

folgen, sind nicht aufgerissen bei der epirogenetischen Abwärtsbewegung der Becken, sondern in den orogenetischen Phasen, d. h. bei einer Aufwärtsbewegung vorher gesunkener Gesteinsmassen. Die Aufwärtsbewegung des sich in Sättel und Mulden legenden und dabei vielfach in Schollen zerfallenden Beckeninhaltes ist aber ein Faltungsvorgang, auch wenn die Formen, zu denen diese Faltung geführt hat, gegenüber dem normalen Bilde der Faltung teilweise etwas ungewöhnlich sind. Ich komme hierauf zurück.

Festlandsschwelle



Fig. 3.

Schematische Veranschaulichung des Betrages der epirogenetischen Abwärtsbewegung (abwärts zeigende Pfeile) und der orogenetischen Aufwärtsbewegung (aufwärts zeigende Pfeile) einer Schicht des Niederdeutschen Beckens, bezogen auf das Niveau des ozeanischen Spiegels¹⁾.

Die bisherigen Betrachtungen über das „Aufsteigen“ und „Absinken“ der Gesteinsmassen bezogen sich auf diejenige Höhenmarke, die uns zunächst zur Verfügung steht, nämlich auf den ozeanischen Spiegel. Wer den Spiegel des Ozeans durch lange Perioden der Erdgeschichte hindurch für eine einigermaßen feststehende Marke hält, wie z. B. R. LACHMANN, oder wer ihn auch nur für feststehend hält für solche kürzeren Zeiten, in denen eine Phase der saxonischen Gebirgsbildung liegt, wie für die Zeit des jüngeren Weißen Jura, müßte schon nach obigen Auseinandersetzungen die Vorstellung einer Senkung der Schollen in den orogenetischen Phasen unbedingt ablehnen. Es ist nach den einfachen¹⁾, in Fig. 2 veranschau-

¹⁾ Die Bemessung der epirogenetischen Absenkung einer Schicht nach dem Niveau des ozeanischen Spiegels ist zwar nur annähernd richtig, da die Schicht nicht im Niveau des Spiegels, sondern etwas unter diesem entstanden ist. Die geringe Differenz spielt aber keine Rolle.

lichten Überlegungen einfach ein Umding, Anhänger der Isostasie zu sein und dabei doch an dem „Senkungsmechanismus“ zur Erklärung der tektonischen Verhältnisse des deutschen Bodens festzuhalten. Gegenüber derartig klaren Verhältnissen sollte man mit „modifizierten Sinusoiden“ und sonstigen „Deformationskurven“ zu Hause bleiben.

Etwas komplizierter gestaltet sich die Sachlage für denjenigen, der im Sinne der Kontraktionstheorie den ozeanischen Spiegel nicht als eine durch die geologische Vorzeit hindurch einigermaßen konstante, sondern als eine vorübergehend oder

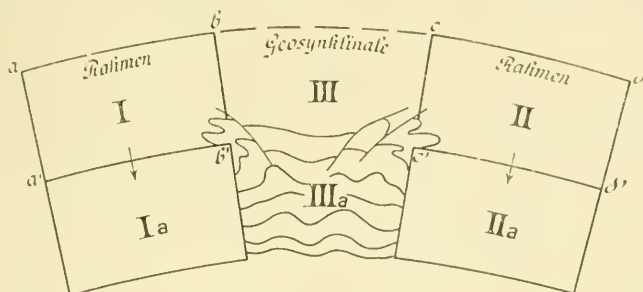


Fig. 4.

Schematische Veranschaulichung der Faltung einer Geosynklinale zwischen zwei Rahmen im Sinne der Kontraktionstheorie.

Die starren Rahmen I und II sinken ohne wesentliche Kompression. Die komprimablen Gesteine der Geosynklinale werden zusammengeschoben und erheben sich in Falten über die Rahmen¹⁾.

auch durch längere Zeiten mit der ganzen Erdkruste sinkende Höhenmarke betrachtet. Wir müssen versuchen, unter Zugrundelegung der Kontraktion der Erde von den „relativen“ Betrachtungen über „Aufsteigen“ und „Absinken“ der Gesteinsmassen zu „absoluteren“ zu gelangen. Wie stellt sich überhaupt eine typische Faltung im Sinne der Kontraktionstheorie dar?

¹⁾ Dabei können die Falten den Bezirk des „Muttermeeres“, aus dem sie geboren sind, ganz erfüllen, oder es kann schon in den Randbezirken der für die ganze Geosynklinale erforderliche Zusammenschub erzielt sein.

Auf das in obiger Skizze schematisch angedeutete Überquellen der Falten über die Massive, zwischen denen die Geosynklinale gefaltet wird, wies ich schon früher (Tektonische Evolutionen und Revolutionen, I. c., S. 26) hin. Damit vergleiche man die inzwischen von C. RIMBACH (Versuche über Gebirgsbildung. Neues Jahrb. f. Min. etc. Beil. B. XXXV, S. 689 ff.) veröffentlichten Experimente, die mir sehr beachtenswert erscheinen.

In Skizze 4 liegt zwischen zwei relativ starren Massen (I und II) die von flachen und leichter faltbaren Schichttafeln erfüllte Geosynklinale III. Die allgemeine Kontraktion der Erde zwingt das Erdstück $abcd$, sich dem kleineren Raum $a'b'c'd'$ einzupassen. Dabei erhält der starre Block I die Lage Ia, der starre Block II die Lage IIa, ohne daß in ihnen sonderlich starke Zusammenpressung erfolgte. Das komprimable Erdstück III findet nun aber keinen Platz mehr zwischen Ia und IIa und muß über die Lage $b'c'$ hinaus in Form von Falten aufragen, die aus der Zusammenpressung zwischen den starren Massen resultieren. In dem Erdstück III ist die „allgemeine“ Absenkung der Erdkruste, die in unserem Falle aus der Lage $abcd$ zu der Lage $a'b'c'd'$ führen müßte, teilweise kompensiert durch die aus der starken Zusammenpressung des Zusammenpreßbaren hervorgehende Faltung. Im Sinne der Kontraktionstheorie haben wir also bei den starren Massen I und II unkompensierte, in dem Geosynklinalgebiete III durch Faltung teilweise kompensierte Senkungen, d. h. relative Hebungen gegenüber den „Rahmen“. Die Rahmen sind also unter Zugrundelegung der Kontraktionstheorie in den orogenetischen Phasen stärker als die Massen der Geosynklinalbezirke, wenigstens soweit diese der Zusammenpressung unterliegen, gesunken. Absolut gesprochen im Sinne der Kontraktionstheorie sinken die sich faltenden Gesteine weniger als die starren Massen, relativ gesprochen erheben sich die Faltungsgebiete über die alten „Massen“. Das Sinken der alten „Massen“ entspricht aber annähernd der allgemeinen Absenkung der Lithosphäre und damit auch der Hydrosphäre und somit annähernd¹⁾ dem Sinken des ozeanischen Spiegels.

Wie sich, vom Standpunkte der Kontraktionstheorie betrachtet, die Sachlage bei der zwischen den Rahmen sich abspielenden saxonischen Gebirgsbildung verhält, ergibt sich aus nachfolgenden Überlegungen.

¹⁾ Dem allgemeinen Sinken der Lithosphäre entspricht im Sinne der Kontraktionstheorie das Sinken des ozeanischen Spiegels deswegen nur annähernd, weil sich nach der Senkung die gleiche Wassermasse auf eine Erde von kleinerem Durchmesser und folglich kleinerer Oberfläche verteilt und dadurch ein geringes Anschwellen des Flüssigen gegenüber dem Festen herbeigeführt wird.

Der Gesichtspunkt, daß mit fortschreitender Kontraktion der Erde der vorhandene und durch vulkanische Phenomene sich sogar noch steigende Wasservorrat einer immer kleiner werdenden Erde zugehören müßte, käme im Sinne der Kontraktionstheorie auch zur Erklärung dafür in Frage, daß eigentliche Tiefseebildungen größerer Ausdehnung erst, soweit wir diesen Verhältnissen nachkommen können, eine Errungenschaft jüngerer Zeiten unserer Erde sind.

Paläographische Betrachtungen unter besonderer Berücksichtigung der faciiellen Verhältnisse der Schichten zeigen, daß durch längere Perioden hindurch gewisse Randzonen alter Massen, z. B. der Rheinischen Masse, ziemlich übereinstimmende Lage bewahrt haben. Dazu handelte es sich in solchen Fällen, soweit sich die Verhältnisse beurteilen lassen, um flache Landschwellen oder wenigstens doch um flache Küstenzonen, die von flachen Meeresbecken umgrenzt werden, so daß schon relativ geringe Veränderungen in der Höhenlage der alten Massen zum ozeanischen Spiegel die Konturen ganz außerordentlich verändern mußten. Von ganz besonderer Bedeutung sind diejenigen Fälle, in denen die Ränder solcher Massen in annähernd alter Lage wieder erscheinen, trotzdem inzwischen erhebliche Gebirgsbildungen eingetreten waren und vorübergehend die Konturen dadurch verändert hatten, daß sie der Einebnung bald wieder verfallende und versinkende Ketten an die Massen angliederten. So stimmt z. B. der Nordostrand der Rheinischen Masse vor der kimmerischen Faltung, d. h. im Weißen Jura, annähernd überein mit dem Nordostrande im Neocom, d. h. nach der kimmerischen Faltung und nach Wiederüberflutung der im Gefolge der kimmerischen Faltung vorübergehend entstandenen Festlandszonen. Im Gegensatz zu den tiefgehenden Veränderungen, die sich im Bereiche der Sedimentationsbecken hinsichtlich der Lage der Gesteinsmassen zum ozeanischen Spiegel vollziehen, bleibt die Lage der alten „Dauerländer“ zum ozeanischen Spiegel ziemlich gewahrt. Das bedeutet aber, wenn wir im Sinne der Kontraktionstheorie den ozeanischen Spiegel als eine sinkende und besonders in den orogenetischen Phasen sinkende Höhenmarke ansehen, daß die alten Massen sich etwa wie der Spiegel des Ozeans, d. h. etwa entsprechend der „allgemeinen“ Absenkung der Erdkruste, bewegt haben.

Wir betrachten nun an Hand der ganz schematisch gehaltenen Figur 5 einen speziellen Fall der saxonischen Gebirgsbildung in dem Randgebiete eines Sedimentationsbeckens und einer alten Masse unter Zugrundelegung der Kontraktionstheorie. S—S gibt die Lage des ozeanischen Spiegels vor einer Phase der saxonischen Gebirgsbildung, S₁—S₁ die Lage desselben nach einer solchen an. Eine bestimmte Schicht, die vor der Faltung (vgl. die ausgezogene starke Linie) weithin tief unter dem Meeresspiegel lag, ist mit der Faltung diesem erheblich genähert, ja sogar teilweise über ihn hinausgehoben worden. Die Pfeile

geben uns den Betrag der Absenkung: die alte Masse (Festlandsschwelle) ist etwa mit dem Meeresspiegel, d. h. etwa entsprechend der allgemeinen Absenkung der Lithosphäre, gesunken und dabei zu einem „Horst“ geworden; die in Schollen sich auflösenden Gesteine des Sedimentationsbeckens sind aber zurückgeblieben gegenüber der „allgemeinen“ Absenkung der Lithosphäre, die in der zentripetalen Bewegung des ozeanischen Spiegels zum Ausdruck kommt, und dieses relative Aufsteigen des Beckeninhaltes gegenüber den umrahmenden

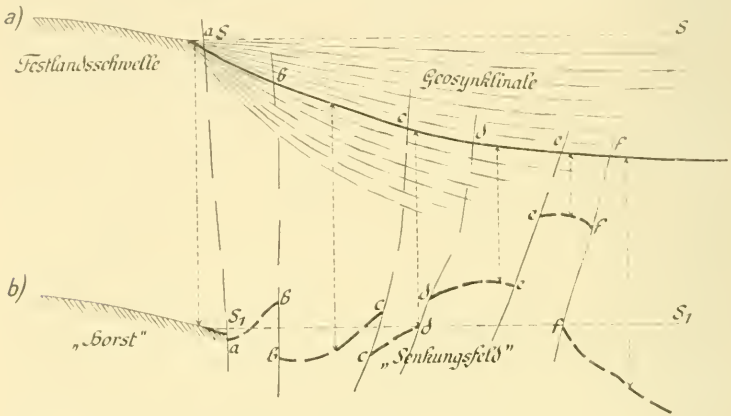


Fig. 5.

Schematische Veranschaulichung einer saxonischen „Faltung“ im Sinne der Kontraktionstheorie.

Die Pfeile geben die Beträge des Sinkens der zum „Horst“ werdenden Festlandsschwelle und einer bestimmten Schicht der Geosynklinale an. Am tiefsten gesunken (nämlich annähernd wie der ozeanische Spiegel SS S_1S_1) ist der „Horst“.

Massen vollzog sich unter weitgehender Zerstückelung der Schichten und vielfacher Verschiebung der Schollen gegeneinander.

Die in den Sedimentationsbecken entstehenden Brüche sind also Begleiterscheinungen der relativen Aufwärtsbewegung der Geosynklimalmassen, die infolge ihrer Anpassung an engeren Raum eintritt.

Wie aus vorstehendem ersichtlich ist, liegen die Verhältnisse bei der saxonischen Gebirgsbildung, wenn wir ihrer Deutung die Kontraktionstheorie zugrunde legen, im Prinzip durchaus ähnlich wie in den Fällen „typischer“ Faltung. Die Gesteinsmassen streben infolge

der Kontraktion der Erde in die Tiefe und Kompressionen müssen eintreten. Sie geschehen nicht oder kaum auf Kosten der starren Rahmen, die mehr oder weniger „unkompensiert“ sinken, sondern in erster Linie auf Kosten der leicht komprimablen Gesteine der alten Sedimentationsräume, und hier haben wir, wie in den „echten“ Faltungsgebieten, infolge seitlicher Kompression „kompensierte“ Senkungen des Komprimablen. Spannungsauslösungen an den Grenzen der unkompensiert sinkenden alten „Massen“ und der im Sinken teilweise kompensierten Bezirke (Geosynklinalen) führen zu erheblichen Verwerfungen in den Grenzzonen eben zu jenen Verwerfungen, die heute die großen „Horste“ umranden und in vielen Fällen in alten Küstenlinien vorgezeichnet waren.¹⁾

Die Senkungstheorie entstammt der Zeit, in der man über den alten Massen so ziemlich die gesamte mesozoische Schichtfolge vor den tektonischen Phasen in annähernd gleichem Niveau wie in den späteren Senkungsfeldern annahm. Die „Horste“ sollten in den tektonischen Phasen stehengeblieben sein, während die „Senkungsfelder“ in die Tiefe gingen. Zu ganz anderer Auffassung sind wir gekommen, und der stärkste Kontrast gegen die ältere Auffassung drückt sich wohl darin aus, daß die sogenannten großen „Horste“ nunmehr als die in den tektonischen Phasen tiefst gesunkenen²⁾ Krustenteile erscheinen. Und doch schlägt sich leicht die Brücke von der neuen Auffassung, zu der die genauere zeitliche Analyse der im Boden Deutsch

¹⁾ Ein vorzügliches Beispiel eines großen Abbruches, der etwa einer alten Strandzone folgt, finden wir in Westfalen, wie ich schon früher hervorgehoben habe, entlang dem Nordrande der Rheinischen Masse. In dem Berichte über die Greifswalder Verhandlungen las ich nun zu meinem Erstaunen eine Diskussionsbemerkung des Herrn BÄRTLING (a. a. O., S. 479), nach der ich jene von mir zuerst erkannte und dort, wo sie nicht von der Kreide verhüllt wird (Borlinghauser Abbruch usw.), auch kartographisch festgelegte vorcretarische Bruchzone widerrufen haben soll. Auf die Anfrage, welchem Satze in meinen Arbeiten jener Widerruf zu entnehmen wäre, erklärte mir Herr BÄRTLING, daß er sich zu seinem Bedauern geirrt hätte und zu seiner Bemerkung dadurch verleitet worden wäre, daß in der Greifswalder Diskussion von anderer Seite mein angeblicher Widerruf der Abbruchzone als feststehende Tatsache behandelt worden sei. Allzu gründlich scheint man sich mit den Arbeiten, die man angriff, nicht befaßt zu haben.

²⁾ Im Sinne der Isostasie ist der Begriff „gesunken“ hier natürlich relativ gebraucht gegenüber den „gehobenen“ „Senkungsfeldern“, die an die „Horste“ angrenzen.

lands nachweisbaren Bewegungsvorgänge mit Notwendigkeit geführt hat, zur alten Ansicht.

Fassen wir nämlich die Gesamtheit der Bewegungen (epirogenetische und orogenetische) ins Auge, von denen die großen „Horste“ und die Senkungsfelder betroffen worden sind, so bedeuten selbstverständlich die Senkungsfelder die am tiefsten gesunkenen Räume, denn in ihnen liegt doch z. B. das paläozoische Grundgebirge heute noch in weit tieferem Niveau, als es in den alten Massen zutage tritt. Aber hier kommt die Absenkung gegenüber den alten Massen ausschließlich auf Kosten der epirogenetischen Vorgänge und hat sich in mehr oder weniger kontinuierlichem Fortgange in den Jahr-millionen der geologischen Vergangenheit vollzogen; sie ist so beträchtlich, daß trotz der Aufwärtsbewegung in den orogenetischen Phasen die Sedimentationsbecken noch gesunken erscheinen. Diese Absenkung hat sich also nicht in den orogenetischen Phasen des deutschen Bodens vollzogen und ist nicht durch die saxonische Gebirgsbildung, überhaupt nicht durch orogenetische Vorgänge, herbeigeführt worden. Wollen wir aber das Wesen der saxonischen Gebirgsbildung beurteilen, so kommt es nicht auf das an, was vorher und nachher war, sondern auf das, was sich mit ihr ereignete, und mit ihr wurden die Gesteinsmassen der sog. Senkungsfelder, indem sie sich in Sättel und Mulden legten und in Schollen auflösten und indem speziell auch die Randbrüche der großen Horste entstanden, aufwärts bewegt¹⁾.

„Horste“ im Sinne von E. SUESS gibt es nach der oben erläuterten Auffassung nicht im deutschen Boden. Wollen wir das Wort beibehalten, so dürfen wir nicht mehr damit die alte genetische Vorstellung verknüpfen, sondern nur einen Zustand im Auge haben, nämlich denjenigen, daß relativ

¹⁾ Herr BÄRTLING (S. 480 des Greifswalder Protokolls) will die Frage der saxonischen Gebirgsbildung am Nordrande der Rheinischen Masse, speziell am Haarstrang und weiter westlich, lösen, wo nach ihm die Lagerungsformen lediglich auf „Senkungsvorgänge“ zurückgeführt werden können. Wie ist aber überhaupt denkbar, so möchte ich Herrn BÄRTLING fragen, daß die Kreideschichten — und am Westrande der westfälischen Kreidemunde auch ältere Schichten — durch Senkungsvorgänge weithin einer tief eingreifenden Denudation zugeführt worden sind, so daß z. B. nach der kimmerischen Gebirgsbildung die Kreidetransgression, wie ja gerade Herr BÄRTLING festgestellt hat, über sehr wechselnde und stark gestörte ältere mesozoische Schichten, die vorher tief versenkt lagen, dahinging? In solchen Dingen liegt doch der überzeugendste Beweis, daß die Gebiete, die Herrn BÄRTLING vorschweben, bei den orogenetischen Vorgängen nicht eingesunken, sondern herausgehoben sind.

alte Massen, umgrenzt von Verwerfungen, zwischen jüngeren Massen stecken. Aber dann haben wir unverkennbar auch „Horste“ von zweierlei grundverschiedener Vergangenheit und Entstehung im deutschen Boden zu unterscheiden, nämlich

1. solche Bezirke älteren Gebirges, die schon in den epirogenetischen Zeiten aufgestiegen sind und diesem Aufsteigen ihre Lage inmitten jüngerer Schichten verdanken. Diese Hochgebiete waren als Landschwellen schon lange da, haben aber erst in den orogenetischen Zeiten den Charakter als „Horst“ gewonnen, indem Bruchsysteme entlang ihren Rändern aufrissen. Beispiele derartiger „Schwellenhorste“ („Undationshorste“) sind die Rheinische und die Böhmisches Masse. In den orogenetischen Phasen des Bodens, — in denen sie nach bisheriger Auffassung dadurch zu „Horsten“ geworden sein sollen, daß sie stehen blieben und die angrenzenden Senkungsfelder einsanken, — sind sie gesunken gegenüber den sie einrahmenden Gebieten;

2. solche Bezirke älteren Gebirges, die innerhalb der alten Sedimentationsbecken durch verstärkte Hochbewegung bei der Faltung ihre tektonische Stellung als „Horst“ gewannen. In der Hauptsache handelt es sich in solchen Fällen um die hochgepreßten Kerne stark gestörter Sättel, und ich habe für solche schon früher die Bezeichnung „Aufpressungshorste“ gebraucht. Ein ganz extremer Fall solcher „Undulationshorste“ sind schließlich die Pfeiler und Streifen von Zechsteinsalzgebirge inmitten jüngerer Schichten, deren Aufwärtsbewegung durch die leichte Formbarkeit, die das Salzgestein schon unter relativ geringem Drucke (KICK, RINNE, v. KOENEN) und bei relativ geringer Temperaturerhöhung (MILCH) annimmt, wesentlich erleichtert worden ist.

In die Frage, ob Senkung oder Faltung das Wesen der saxonischen Gebirgsbildung ausmacht, spielt, wie wir gesehen haben, in hohem Maße die vielumstrittene Frage hinein, ob Isostasie oder Kontraktion der Gebirgsbildung zugrunde liegt. Zu letzterer Frage Beiträge zu bringen, war nicht der Zweck der vorliegenden Zeilen, nur das glaube ich gezeigt zu haben, daß sowohl der Anhänger der Isostasie wie auch der Anhänger der Erdkontraktion die Erklärung der saxonischen tektonischen Bilder durch den Senkungsmechanismus ablehnen muß. Für den Anhänger der Isostasie ist die Frage, wie wir sahen, schon mit sehr einfachen Überlegungen erledigt, aber auch der Anhänger der Kontraktion dürfte sich vielleicht überzeugt haben, daß

die Entstehung und tektonische Ausgestaltung der sogenannten deutschen „Senkungsfelder“ auf das hinauskommt, was überhaupt das Wesen der „Faltung“ ausmacht, nämlich auf eine unter tektonischer Umformung, und speziell unter Ausbildung von Sätteln und Mulden, mögen sie vielleicht auch sehr flach sein, sich vollziehende Heraushebung bestimmter Erdzonen gegenüber ihren Nachbargebieten.

Versuchen wir aber weiter die geologischen Verhältnisse des deutschen Bodens vom Standpunkte der Kontraktion oder vom Standpunkte der Isostasie zu deuten, — von beiden aus ergibt sich das im ersten Augenblick sehr überraschende Resultat, daß in den tektonischen Phasen, und damit auch gleichzeitig mit der Entstehung der Verwerfungen, nicht die großen „Horste“ gehoben und die großen „Senkungsfelder“ gesunken, sondern daß umgekehrt, die „Senkungsfelder“ aufgestiegen und die „Horste“ gesunken sind, und zwar absolut gesunken im Sinne der Kontraktionstheorie, stehen geblieben und damit relativ gesunken gegenüber den aufsteigenden Senkungsfeldern im Sinne der Isostasie.

Im Lichte der im deutschen Boden zu machenden Erfahrungen über die alten Meeresbecken und die aus ihnen hervorgehenden großen „Senkungsfelder“ erscheint auch in anderen Fällen eine gewisse Skepsis gegenüber der weit verbreiteten Annahme von der Entstehung ozeanischer Becken durch Absenkung entlang großen Bruchlinien nicht ganz unberechtigt, und es drängt sich die Frage auf, ob nicht auch in jenen Fällen die heute von Bruchzonen umsäumten ozeanischen Räume als flachere oder tiefere Sedimentationsbecken vorgebildet waren und die Bruchzonen nachträglich, — und zwar in den orogenetischen Phasen der geologischen Vergangenheit —, entstanden sind. Können wir diese Frage bejahen, so sind die großen ozeanischen Tiefen nicht mehr das unmittelbare Ergebnis „radialer“ Senkungen, sondern sowohl in ihrer ersten Anlage wie auch in ihrer nachträglichen Ausgestaltung als „Senkungsfelder“ das Ergebnis „tangentialer“ Spannungen in der Erde. Unmittelbar auf radiale Senkung würden solche Dislokationen zurückgehen, die z. B. mit Einbrüchen aufgetürmter Falten über ihrem mit „Massendefekten“ behafteten Untergrunde oder mit Nachbrüchen über Auslaugungsstätten löslicher Gesteine zusammenhängen. Für solche lokale Fälle würde das gewiß bestechende Bild der Eistafel, die nachbricht, weil unter ihr das Wasser sinkt, seinen Wert behalten, aber nicht mehr wäre es anwend-

bar zur Veranschaulichung des Bewegungsvorganges in den großen ozeanischen Räumen, wie es auch nicht mehr anwendbar ist auf die Entstehung der „Senkungsfelder“ zwischen den deutschen „Horsten“.

Daß man noch so oft der saxonischen „Faltung“ des deutschen Bodens mit einer gewissen Zweifel gegenübersteht, liegt zu einem guten Teil daran, daß die Formen, zu denen der tangentialer Druck im Boden Deutschlands geführt hat, vielfach ungewöhnlich sind gegenüber dem schematischen Bilde, das wir uns von Falten zu machen pflegen. In erster Linie ungewöhnlich ist die starke Zerstückelung der Falten durch von Brüchen, besonders streichende Brüchen: ungewöhnlich bis zu einem gewissen Grade, wenn auch in „echten“ Faltengebirgen schon öft genug festgestellt, ist ferner die Vergitterung mehrerer Faltungsrichtungen, infolge deren die Sättel im Fortstreichen oft ziemlich plötzlich einsinken, oft sogar kuppelförmig nach allen Seiten abfallen. Diese und andere Dinge hat seinerzeit R. LACHMANN in der von ihm in Greifswald wieder herangezogenen Arbeit über den „Salzauftrieb“¹⁾ zur Sprache gebracht.

R. LACHMANN will oder wollte wenigstens früher zur Erklärung der Formen gewisser Salzvorkommen, sowie der Aufwärtsbewegung des Salzes und seiner Stellung zu den Nebenschichten jedes tektonische Moment, speziell jede Faltung, ausschalten und mußte dazu zunächst die jüngere „Faltung“ des ganzen deutschen Bodens auszumerzen versuchen; denn daß sich zwar alle übrigen Schichten, nicht aber die Salzgesteine gefaltet hätten, müßte natürlich von vornherein widersinnig erscheinen. Alles zu wiederholen, was ich an anderer und vielleicht der Mehrzahl der Fachgenossen, soweit sich diese nicht speziell für die Geologie der Salzlagerstätten interessieren, nicht zugänglicher Stelle gegen die angeblichen „Einwendungen“ gegen die Faltung des deutschen Bodens ausgeführt habe²⁾, geht zu weit, nur dasjenige möchte ich in gekürzter Form wiedergeben, was sich auf das Auftreten von Brüchen in den deutschen Sätteln und Mulden bezieht.

Eine „bruchlose“ Faltung setzt eine erhebliche Plastizität des betroffenen Materials voraus, während bei spröderem Materiale ein Zerspringen der Gesteinsplatten leicht eintritt.

¹⁾ Der Salzauftrieb, Halle 1911.

²⁾ Die Faltung des deutschen Bodens und des Salzgebirges. Zeitschrift „Kali“ V. Jahrg. 1911, Heft 16/17.

So beachtet man häufig in unserem paläozoischen Grundgebirge, daß starre Gesteinsplatten, z. B. Quarzite oder Grauwackenbänke, zwar in Stücke zersprengt sind, dabei aber im großen und ganzen die Anordnung nach einer Synklinale oder Antiklinale noch erkennen lassen, während die begleitenden Tonschiefer sich bruchlos falteten. Ist nun die starre Bank nicht „gefaltet“? Hat die horizontalgerichtete Kraft nur auf die umgebenden Tone und nicht auf die Quarzit- oder Grauwackenbänke eingewirkt?

Wir sehen hier im kleinen, daß Bruchbildung und Faltung sich nicht ausschließen; aber nun soll das im großen der Fall sein? Was soll denn herauskommen, wenn unter geringer Belastung stehende oder aus sonstigen Gründen sprödere Schichten unter seitlichen Druck gelangen? Daraus, daß in den typischen Faltengebirgen mehr oder weniger bruchlose Faltung zu herrschen pflegt, darf doch nicht gleich gefolgert werden, daß Gebirgsbildung unter seitlichem Drucke dort nicht eingetreten sein kann, wo streichende Brüche sich finden.

Man darf vielleicht sagen, daß die von Verwerfungen oft stark zerrissenen Sättel und Mulden so sehr von dem normalen Bilde des „Sattels“ und der „Mulde“ abweichen, daß sie diese Namen nicht mehr recht verdienen; aber ein Mangel an Folgerichtigkeit liegt doch zweifellos darin, wenn behauptet wird, daß sie, weil sie vom normalen Bilde des Sattels und der Mulde abweichen, nicht unter der Einwirkung seitlichen Druckes entstanden sein könnten.

Man darf nicht dem Fehler verfallen, Erfahrungen, die unter andersgearteten Verhältnissen in bezug auf die Faltung gemacht worden sind, auf den deutschen Boden in einseitiger und rein schematischer Weise übertragen und Abweichungen gegenüber diesen Erfahrungen gleich als Beweise gegen den seitlichen Druck verwerten zu wollen. Man muß vielmehr die speziellen Verhältnisse des deutschen Bodens, d. h. namentlich die Bedingungen, unter denen die Faltung hier erfolgte, ausreichend würdigen. Es ist ein Unterschied zwischen einer Faltung in mehr oder weniger freier Bahn und einer solchen, die sich zwischen relativ starren und unregelmäßig umgrenzten Massen abspielen muß; es ist ein Unterschied zwischen einer Faltung, die posthum zu älteren Faltungen verläuft, und einer solchen, die schräg oder gar senkrecht zu präexistierenden Faltungsrichtungen einsetzt¹⁾. Man muß derartigen Verhältnissen

¹⁾ Ich habe nicht wie R. LACHMANN (S. 177 des Greifswalder Protokolles) behauptet, „das Vorhandensein des varistisch gefalteten

gerecht zu werden suchen, um in das Wesen der deutschen Faltung einzudringen, und dann wird man sich auch damit abfinden, daß die formalen Begleiterscheinungen einmal anders ausfallen können, als der in anderen Gebieten erkaunte und teilweise in den Lehrbüchern festgelegte Schematismus der Faltung es verlangt.

Und noch etwas Letztes. Viele unserer saxonischen Falten zeigen nicht nur in der Form, sondern auch in den Phasen ihrer Entstehung überraschendste Ähnlichkeit mit den Sätteln und Mulden des anglo-gallischen Beckens, z. B. dem viel beschriebenen Sattel des Pays de Bray. In jenen Gebieten hat meines Wissens bisher noch niemand den Begriff „Faltung“ ausschalten wollen, und auch E. STUSS, den LACHMANN und FRECH als Kronzeugen der saxonischen „Senkung“ nachdrücklichst in Anspruch nehmen, spricht dort selbstverständlich von „Faltungen“. Handelt es sich aber bei den Schichtenaufwölbungen und Schichteneinsenkungen in Nordfrankreich und Südengland um „Faltungen“, so ist unmöglich einzusehen, warum die sehr ähnlichen Gebilde des Thüringer Beckens oder Mittelhannovers nicht durch „Faltung“ erzeugt sein sollten. Zwischen diesen deutschen Falten, die denen des anglo-gallischen Beckens gleichen und relativ wenig Verwerfungen enthalten, besteht aber kein prinzipieller, sondern nur ein gradueller und durch alle Zwischenformen sich verknüpfender Unterschied mit den am stärksten zerrissenen saxonischen Falten, wie sie uns z. B. im Vorlande des Eggegebirges entgegenreten.

Untergrundes“, sondern die von der saxonischen abweichende Faltungsrichtung in diesem Untergrunde zur teilweisen Erklärung der starken Zerstückelung der saxonischen Falten herangezogen. In diesem Sinne verweise ich auf nachfolgende Sätze in der Arbeit über die mitteldeutsche Rahmenfaltung (a. a. O., S. 146): „Weithin tritt uns . . . in den mesozoischen Bezirken Mitteldeutschlands eine „Faltung“ entgegen, die von einer Bruchbildung begleitet ist, wie sie auf der Erde kaum ihresgleichen hat. Der Grund hierfür scheint darin zu liegen, daß in den in Frage kommenden Regionen starker Zersplitterung der Sättel und Mulden die jüngere Faltung nicht, wie das die Regel zu sein pflegt, posthum zu den älteren Falten verläuft, sondern die ältere (variscische) Faltung westlich der Elbe die südwest-nordöstliche Richtung verfolgt, während die jüngere (mesozoisch-känozoische) Faltung . . . weithin senkrecht zu ihr steht. Wohl läßt sich eine Wellblechtafel leicht und ohne zu zerbrechen im Sinne der alten Wellen von neuem falten, aber um so eher entstehen Risse bei einer Faltung senkrecht zu den alten Wellen: und so zerbarst auch der Untergrund Deutschlands in tausende von Schollen, als er senkrecht zum variscischen Streichen in jüngerer Zeit erneut in Falten gelegt wurde.“

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1913

Band/Volume: [65](#)

Autor(en)/Author(s): Stille Hans

Artikel/Article: [29. Die saxonische „Faltung“. 575-593](#)