

BEMERKUNGEN
ZUR
AUSSPRACHE
ÜBER DIE
OSZILLATIONSTHEORIE
VON
ERICH HAARMANN

SONDER-ABDRUCK AUS DER
ZEITSCHRIFT DER DEUTSCHEN GEOLOGISCHEN GESELLSCHAFT
BAND 83, JAHRGANG 1931, HEFT 5

Bemerkungen zur Aussprache über die Oszillationstheorie

Von ERICH HAARMANN in Berlin

In unserer Jugend trieb man die Angst vor Theorien und Hypothesen auf die Spitze. Man empfand in jener Zeit naivatomistischer Naturerklärung das physikalische Weltbild als etwas im wesentlichen Abgeschlossenes, das nur noch innerhalb gegebener Rahmen ausgebaut und ausgestattet werden konnte. In unserer Wissenschaft war die Kontraktionstheorie das fertige, gesicherte und durchaus zureichende Fundament geologischer Arbeit.

Inzwischen hat man begonnen einzusehen, daß die Prämissen unserer Grundanschauungen nicht deswegen als gesicherte Tatsachen angesehen werden dürfen, weil sie von den meisten Fachgenossen anerkannt werden. Man hat sich auf die hypothetische Natur aller Annahmen besonnen, auf die wir unsre Gedankengebäude aufbauen, und es gibt Forscher, die erkennen, daß die inzwischen gesammelten Beobachtungen längst das alte Theoriengebäude gesprengt haben. Damit wird es sinnlos, immer weiter nur sogenannte „Tatsachen“ zu sammeln, immer mehr toten Stoff anzukarren und anzuhäufen. Ohne Synthese gibt es keine Wissenschaft und es ist unmöglich, daß sie ohne Hypothesen weiterkäme. Daß diese alte Erkenntnis von vielen Forschern heute nicht anerkannt wird, ändert nichts an ihrer Richtigkeit.

Eine heutzutage besonders wichtig gewordene wissenschaftliche Aufgabe ist es also, gegen jeden Dogmatismus in der Wissenschaft anzugehen. Das ist daher ein vornehmlicher Zweck meines Buchs und ist auch verstanden worden. Ich verweise beispielsweise auf den Schluß der Bemerkung von H. CLOOS, auf die Äußerung von MUSCHKETOW, auf v. BUBNOFF [1930] und AMPFERER [1931, S. 102].

Ich muß dies betonen, weil QUIRING meint, ich suche die Kontraktionstheorie lächerlich zu machen, und KOBER bemerkt, es sei nicht wissenschaftlich objektiv, einen Vertreter der Kontraktionstheorie als „kontraktionistischen Ordensbruder“ zu bezeichnen. Freilich, wenn man diesen Ausdruck aus dem Zusammenhang nimmt und ihn ohne dessen Kenntnis hört, so erscheint KOBER's Rüge berechtigt. Wer aber mein Buch gelesen hat wird mir zugeben, daß der Ausdruck nicht gegen irgend jemanden gerichtet ist, weil er die Kontraktionstheorie vertritt, sondern sich einzig und allein wendet gegen die dogmatische, Anerkennung heischende Art, mit der die Kontraktionstheorie propagiert wird. Grade deswegen habe ich mich auch besonders gegen die Kontraktionstheorie gewandt, ohne die andern Theorien außer Betracht zu lassen.

Der Historiker der Wissenschaften weiß, daß wenn Theorien anerkannt und modern werden, immer wieder, wie ich schon sagte, ihre Voraussetzungen als erwiesene Tatsachen angesehen werden, die dann nicht mehr geprüft zu werden brauchen. Damit entfallen diese Voraus-

setzungen als Probleme und ihre Diskussion wird überflüssig. So stellt man Glaubensregeln auf, die von vielen gedankenlos nachgebetet werden und unerhörte Hindernisse für die Forschung bilden. Man ist daher sehr wohl berechtigt, von der Gemeinschaft der Anhänger eines solchen starren und in Wirklichkeit toten Glaubens als von einem Orden zu sprechen. So gab es die Orden der Neptunisten, der Plutonisten, der Vulkanisten, und auch den der Kontraktionisten. Wie es im wissenschaftlichen Leben Deutschlands schon vor über hundert Jahren aussah, das hat SCHOPENHAUER trefflich und klar gesagt. Auch heute noch ist das sehr lesenswert, denn nichts ist anders geworden! Wie sagte doch vor zwei Jahren der preußische Kultusminister — ein gewiß kompetenter Beurteiler? „Die Axt ist gelegt an den starren Baum des Bonzentums, der unsere Universitäten immer gefährdet hat und zum Teil noch gefährdet“ [Kultusminister BECKER in der 55. Hauptausschuß-Sitzung des Preußischen Landtags am 12. März 1929]. Dort, wohin die Axt gelegt wurde, da liegt sie noch heute. Bis es anders bei uns wird, sollte jeder in seinem Wirkungsbereich nach seinen Kräften dazu beitragen, die Bahn freizumachen und die Atmosphäre jener „open-mindedness“ zu schaffen, die uns in Deutschland so nottut, ohne die man nicht fruchtbringend diskutieren kann.

Und Diskussion ist not!

Rein stoffliche und theoretisch-dogmatische Darstellung genügt nicht, es bedarf auch der Debatte, um zu dem wesentlichen Inhalt der Theorien vorzudringen, Vorurteile zu beseitigen, Mißverständnisse aufzuklären. „It is by such discussion that many new discoveries are made in scientific work“ (W. BOWIE, briefliche Mitteilung).

Dem Vorstand der Deutschen Geologischen Gesellschaft gebührt daher Dank, daß er die Aussprache über die Oszillationstheorie veranstaltet und damit eine fruchtbare theoretische Auseinandersetzung angeregt hat. Dadurch wird der dogmatischen Erstarrung, die es natürlich immer gibt, wirksam und mit wissenschaftlichen Mitteln entgegengetreten.

Außer dem Vorstand der Deutschen Geologischen Gesellschaft danke ich in gleicher Weise den Teilnehmern an der Aussprache. Erfreulicherweise hat der Vorstand der Deutschen Geologischen Gesellschaft auf meine Bitte auch einige Nichtmitglieder der Gesellschaft zur Teilnahme an der Aussprache aufgefordert, besonders solche, die sich in anderm als meinem Sinne über die behandelten Fragen geäußert hatten. Es sind viele wertvolle Anregungen gegeben worden, deren Bearbeitung teilweise längere Zeit erfordert und die sicherlich noch weitere Untersuchungen und Überlegungen veranlassen werden.

Wenn jemand herabsetzend bemerkt, er habe dies und jenes von dem was ich sage schon vor Jahren gehört oder gelesen, so erwidere ich, daß ich mir richtig scheinende Feststellungen und Gedanken nicht vor lauter Originalitätssucht übergehe oder vor Gebrauch neu anstreiche — in der Sorge: wie machen wir's, daß alles neu und mit Bedeutung auch gefällig sei? Alles, was bisher erkannt und erreicht ist, steht jedem als Baumaterial zur Verfügung und es ist letzten Endes eine Frage persönlicher Intuition, welche Art Synthese aus dem jeweiligen Erkenntnisbestand geschaffen wird. Ich habe mich zwar aus Gerechtigkeitsgefühl bemüht, immer auf diejenigen hinzuweisen, die -vor mir

einen von mir ausgedrückten Gedanken ausgesprochen haben — es ist aber unmöglich, hierin vollständig zu sein. Ist doch so viel dem Allgemeinwissen einverleibt, daß auch nur das Streben nach vollständigen Hinweisen jede schöpferische Arbeit paralysieren würde. Schon GOETHE sagte: „Ich halte es gar nicht für überflüssig, noch eine Theorie von der Entstehung der Erde zu wagen, die zwar an sich nicht neu ist, wohl aber manches in eine neue Verbindung stellt, und ich bin überzeugt, daß man die ganze Lehre, wie ich sie vorstelle, in vielen Schriftstellern zerstreut antreffen werde, und ich wünschte, daß irgendein junger Mann, der sich auf die Studien dieser Wissenschaft legte, bei seiner Lektüre Acht haben und durch Zitate einem jeglichen das Seinige wiedergeben wollte“. Diese Arbeit ist sicherlich wichtig und es sind schon — freilich manchmal ohne Rücksicht auf die Veröffentlichungsdaten der in Betracht kommenden Arbeiten — „unzweifelhafte Beeinflussungen“ festgestellt worden.

Für mich sind solche Untersuchungen uninteressant. Dagegen möchte ich mitteilen, wie überhaupt zuerst die Ausarbeitung der Oszillationstheorie angeregt wurde. Das geschah nicht durch die Literatur. Wenn ich mit GOETHE sage, daß „ich einmal nichts aus Büchern lernen kann“, so meine ich damit, daß ich ebenso wie gewiß viele andere erst dann anfangen „auch die Erfahrungen anderer zu studieren und zu nutzen“, nachdem ein Gedanke angeregt worden ist. Derjenige aber, der die entscheidende Anregung zum Bruch mit der Tradition und zum Suchen nach einer neuen Erklärung gab, war niemand anderer als ALBRECHT PENCK. Am 1. März 1915 hielt ich vor der Philosophischen Fakultät der Universität Berlin über die geologischen Verhältnisse Nordmexikos meine Probevorlesung, die kritiklos auf dem Boden der Kontraktionstheorie stand. In der Diskussion fragte mich PENCK — er kleidet gern seine Diskussionsbemerkungen in die Form von Fragen — gegen welches Hindernis denn wohl die nordwestlich streichenden und nordöstlich bewegten Schichten der Mesa Central gefaltet sein könnten. Eine höchst peinliche Frage! Denn dort, wo sich ein solches Widerlager befinden müßte, liegen die Niederungen der Südstaaten und der Golf von Mexiko. Ich weiß nicht mehr; was ich damals geantwortet habe, aber vermutlich war PENCK von der Antwort auf die dann nicht weiter diskutierte Frage ebensowenig befriedigt wie ich selbst. Es hat jahrelanger Arbeit bedurft, um mich aus der tiefen und zunächst noch immer größer werdenden Verlegenheit hinauszuarbeiten, in die mich PENCK gebracht hatte —: das Ergebnis ist die Oszillationstheorie. „Allem dem, was uns widersteht oder widerstrebt, können wir unmöglich danken, als sehr spät und insofern es uns auf die rechten Wege genötigt hat.“ Wenn die Oszillationstheorie wirkliche Fortschritte der Geologie auch nur anregt, so ist sie ein rechter Weg. Ich freue mich, ALBRECHT PENCK, der schon 1908 Gleitung für die Erklärung des Alpenbaus heranzog, spät aber herzlich danken zu können.

Einige Bemerkungen veranlassen mich, auch etwas zum Wesen und dem Ausbau einer Theorie zu sagen. So hat KRUSCH tadelnd vermerkt, ich hätte in meinem Buch mehr gesagt, als ich beweisen könne. Das ist ja selbstverständlich! Wir sollten nicht vergessen, was eigentlich eine Theorie ist. Niemals ist sie „die Wahrheit“, vielmehr ist sie ein Versuch zur Erklärung der jeweils bekannten Beobachtungen. Mit diesen also muß sie weiterentwickelt, ausgebaut oder aufgegeben werden. Dabei ist

freilich zu bedenken, daß auch die Beobachtungen schon theoretisch sind. Es ist leider so, daß der Registrierapparat „Mensch“ sehr unzuverlässig arbeitet. Man muß also höchst vorsichtig mit der Verwendung angeblich „gesicherter“, „beobachteter“ Tatsachen sein. Wir können bestenfalls — um einen aufbereitungstechnischen Vergleich zu wählen — eine allmähliche Anreicherung des Erkenntnisguts an Wahrheit und eine fortschreitende Ausscheidung des Irrtums erreichen, ohne je ein hundertprozentiges Erkenntniskonzentrat erhoffen zu dürfen.

Da schon „alles Faktische“, wie GOETHE sagt, „Theorie ist“, so ist es für uns sinnlos, zwischen „Theorien“, „Hypothesen“, „Arbeitsypothesen“ und dergleichen zu unterscheiden. Alle derartige Ansichten haben hypothetische Voraussetzungen. Ganz besonders lehne ich es ab, Theorie und Hypothese dann zu unterscheiden, wenn die eigene Ansicht als Theorie, die andere mit Entwertungstendenz als Hypothese bezeichnet wird — nach dem alten Rezept, die eigene Auffassung als Glauben, die fremde als Aberglauben zu bezeichnen. Das bedeutet eine Verkennung der Bedingtheit eigener Prämissen.

Ein erfreulicher und bedeutender Erfolg ist es, daß eine Reihe von Fachgenossen schon jetzt kritisch, aber unvoreingenommen positiv mitarbeitet. Die erneute Aufforderung nach weiterer Mitarbeit setze ich der Forderung nach Darstellung eines Einzelbeispiels vom Standpunkt der Oszillationstheorie entgegen. In meinem Buch [S. 3f.] schreibe ich: „Die Einzeldarstellung der Haupttektogene vom Standpunkt meiner Theorie wäre wünschenswert und notwendig gewesen. Wegen der Art des Beobachtungsmaterials boten sich ihr jedoch unüberwindliche Schwierigkeiten“. Da diese von mir betonte Notwendigkeit in mehreren Diskussionsbemerkungen aufgegriffen worden ist, so will ich die Schwierigkeiten der Bearbeitung einzelner Tektogene etwas erläutern. Sie bestehen darin, daß der Einzelne allein ein größeres Tektogen nicht so eingehend studieren kann, wie es nötig wäre. Immer ist man auch auf die Literatur angewiesen und da zeigt sich das, was ich oben über die Ungesicherheit von Beobachtungen gesagt habe: sie alle sind gemacht unter bestimmten „Auffassungen“, „Einstellungen“ und dergleichen. So weichen denn „objektive Feststellungen“ verschiedener Autoren über dieselben Verhältnisse äußerst voneinander ab, wie sich das am anschaulichsten aus verschiedenen geologischen Kartierungen und Profildarstellungen ein und derselben Gegend, ja selbst durch ein und denselben Bearbeiter zeigt. Die Erkenntnis der Gefahren, eine bestimmte Einstellung, das heißt eine bestimmte Theorie zu vertreten, läßt einen zwar stets auf der Hut sein, diese Gefahren zu vermeiden, bietet aber nicht die geringste Gewähr dafür, ihnen wirklich zu entgehen. Trotz aller Vorsicht besteht die Möglichkeit, daß man selektiv verfährt, daß man nur das sieht was man sehen will. Das ist einer der Gründe, die mich bewogen haben, mich gerade in den Fällen zurückzuhalten, in denen mir ausgezeichnete Illustrationen zur Oszillationstheorie vorzuliegen scheinen. So sind die Verhältnisse in den Alpen nach meiner Ansicht der Oszillationstheorie außerordentlich günstig — während CLOOS der entgegengesetzten Meinung ist. Ich habe trotz meiner Auffassung mein Manuskript über die Alpen, das ich niedergeschrieben habe auf Grund der Literatur und eigener Studien besonders in den Jahren 1927—1929,

doch zurückgehalten, angesichts vorläufig unüberbrückbarer Unstimmigkeiten unter den Spezialgeologen über entscheidende Punkte der Alpengeologie (Wurzelregion der Decken, die Deckentheorie überhaupt und in wichtigen Einzelheiten, Tonalelinie, alpino-dinarische Grenze, Vindelizisches Gebirge, Ost-West-Bewegung und viele andere Fragen). Auch der Versuch einer Darstellung Südamerikas scheiterte. Gemeinschaftlich mit meinem Freunde W. E. SCHMIDT habe ich dann den Werdegang des Rheinischen Schiefergebirges dargelegt (vgl. SCHMIDT's Diskussionsbemerkung, S. 342). Dem Manuskript, das schon vor mehr als 6 Jahren fertiggestellt war, sind paläogeographische Übersichtskarten und regionale Profile beige-fügt. Während ich die Arbeit unter deutlichem Hinweis auf die heute noch nicht zu beseitigenden Unsicherheiten veröffentlichen wollte, sprach sich Herr SCHMIDT eben wegen dieser Unsicherheiten dagegen aus — und so ist die Publikation unterblieben.

Diese betäubenden Ergebnisse könnten dazu führen, die Veröffentlichung von Theorien überhaupt zu unterlassen und mit v. BUBNOFF die Zeit für die Ausarbeitung von Theorien für noch nicht reif zu halten. Ich aber sage: die Zeit ist immer oder nie reif für Theorien! Und natürlich kann eine Theorie nicht wirken, wenn sie nicht veröffentlicht wird: „I firmly believe that each scientific man, who has ideas on the interpretation of the processes which change the configuration of the earth's surface, should present them in papers, in scientific journals and in books. It is only in this way that all of the students of the earth can have access to the ideas of the different investigators. Even though one may not agree with the statements and the points of view of an author, yet reading his paper or book will present problems which may lead to important discoveries.“ (W. BOWIE, briefliche Mitteilung.)

So habe ich denn zwar nicht ein Einzeltektogen im Zusammenhang dargestellt, aber doch bei meinen Ausführungen zahlreiche Beobachtungen und Beispiele angeführt, was ja auch in vielen Besprechungen ausdrücklich anerkannt worden ist. Damit habe ich mich von dem auf mir lastenden onus probandi mindestens teilweise befreit. Wenn ich auch Einzeldarstellungen von Tektogenen dringend wünsche und selbst, soweit es mir möglich sein wird, dazu beitragen werde, so ist mir doch klar, daß wir ohne Mitarbeit unvoreingenommener, subjektiv nicht eingegengter Fachgenossen nicht weiterkommen werden. Möchten immer mehr Geologen einsehen, daß nur durch über die Grenzen der Einzelmänner und über die Grenzen der Einzelwissenschaften hinausgreifendes Zusammenarbeiten der Forscher wirkliche Fortschritte zu erzielen sind. Es ist mir eine große Freude und Genugtuung, daß auch MUSCHKETOW seine Kräfte und seinen Einfluß in diesem Sinne einsetzt. Wir können seinen Bestrebungen nur besten Erfolg wünschen!

Von den zur Oszillationstheorie gemachten Bemerkungen scheinen mir diejenigen, welche das Wesen der Theorie betreffen, in diesem Augenblick dringender zu sein als andere, wenn diese an sich auch durchaus ebenso interessant sind. Über die wesentlichen Annahmen der Oszillationstheorie sind die Meinungen recht verschieden. GREGORY meint, der wesentliche Teil der Oszillationstheorie sei in der Auffassung zu sehen, daß Primärtektogenese auf Krustenoszillationen zurückgeht, die

von tiefliegendem Sialfluß bei Störung der Erde durch Polverlagerung hervorgerufen werden. Ebenso legen auch andere Diskussionsteilnehmer der Erklärung der Oszillationen entscheidende Bedeutung für die Oszillationstheorie bei. Das ist jedoch keineswegs richtig, wie dies zum Beispiel auch Cloos erkannt hat.

Die Oszillationstheorie basiert auf der beobachteten Tatsache der Oszillationen. Wir können sie für die Vorzeit und für heute nachweisen. Deswegen hatte ich zuerst gehofft, überhaupt ohne Diskussion der Ursachen der Vertikalbewegungen auskommen zu können. Ich habe sie nur behandelt wegen der Notwendigkeit, mich mit der Onerar-Isostasie auseinanderzusetzen. Absichtlich bin ich nicht wesentlich weiter gegangen, als unbedingt notwendig war [vgl. Oszillationstheorie S. 2]. Ich habe die Frage dann jedoch auch deswegen behandelt, weil ich von einer Diskussion Fortschritte in der allgemeinen geologischen Erkenntnis erhoffte. Wenn ich mich selbst hierbei im wesentlichen auf den mir heute am plausibelsten erscheinenden Vorschlag beschränkt habe, so tat ich es deswegen, weil uns die physikalischen Verhältnisse in der tieferen Erdkruste und unter ihr noch so sehr unbekannt sind. Bei diesem Stand der Erkenntnis bedeutet v. BUBNOFF's Feststellung einer unzureichenden tiefentektonischen und petrographischen Fundierung der Oszillationstheorie nichts als eine Selbstverständlichkeit: anderes ist heute nicht möglich. LEUCHS meint mit Recht, wenn man auch erfahren habe, daß viele geologische Vorgänge komplizierter seien, als man früher angenommen habe, so dürfe man dies nicht ohne zureichenden Grund verallgemeinern. „Das gilt ganz besonders für solche Fälle wie hier, wo bei unserer geringen Kenntnis der Vorgänge in tieferen Zonen weder Beweis noch Gegenbeweis geliefert werden kann.“ Gerade diesen letzten Satz muß ich sehr unterstreichen. Für die tieferen Krustenzonen können wir weder Beweise noch Gegenbeweise für manche unserer Annahmen geben. Es ist nur angängig, die unter Berücksichtigung möglichst vieler und von möglichst verschiedenen Gesichtspunkten gewonnenen Erkenntnisse die einleuchtendste Annahme zu machen. Daß dabei das Alter oder die Einfachheit einer Ansicht irgendeine Rolle spielen könnte, wenn das Ensemble gewissenhaft in Betracht gezogener Verhältnisse auf andere Annahmen hinweist, bestreite ich. Die Gründe sind dann zureichend für Änderung der Annahmen und berechtigen selbst zu Ansichten, die vielleicht weder unmittelbar zu beweisen noch zu widerlegen, die also nur möglich sind.

Hier möchte ich die Ursachen der Primärtektogenese insoweit diskutieren, als ich dazu durch einzelne Äußerungen angeregt werde. Liest man diese durch, so hat man den Eindruck, daß — abgesehen von der Kontraktion — viele Forscher vor allem Unterströmungen zur Erklärung tektonischer Formen heranziehen, Unterströmungen, mit denen Horizontalbewegungen und Deformationen der festen Kruste verbunden sind, während die von mir angenommenen Unterströmungen sich in Vertikalbewegungen äußern. Besonders klar hat VAN DER GRACHT das Problem formuliert, das augenblicklich eins der wichtigsten in der Geologie ist: die Frage nämlich, ob Horizontal- oder ob Vertikalbewegungen als Primärtektogenese zu betrachten sind. Damit hängt das wichtige Problem des Vorhandenseins oder Nichtvorhandenseins einer plastischen Magma-

zone unter der Erdkruste zusammen. Mehrere Kollegen haben meine Ansicht, zu der ich in diesem Punkte vorläufig gekommen bin, durchaus richtig verstanden, wie zum Beispiel VAN DER GRACHT, während andere mich vollkommen mißverstanden haben. QUIRING meint sogar, die Oszillationstheorie „steht und fällt mit ihren beiden Voraussetzungen: der Annahme einer liquiden Magmazone und der Annahme, daß diese Magmazone „aktiv“ genug ist, um durch „Unterströmungen und Volumschwankungen“ „Oszillationen“ der auf ihr schwimmenden Rinde hervorzurufen“. Die von QUIRING in Anführungszeichen gesetzten Stellen sind nicht nach mir zitiert. Ich habe ausdrücklich gesagt [Oszillationstheorie, S. 81]: „Augenscheinlich ist kein durchgehender Magmenmantel unter der Erstarrungskruste mehr vorhanden — es gibt nur noch einzelne Reststreifen oder Restregionen (Zentralasien), besonders eben in den Mobilzonen.“ Damit erübrigt sich die weitere Diskussion der auf dem Mißverständnis QUIRING's aufgebauten Ausführungen.

Es wird nun aber von VAN DER GRACHT und anderen darauf hingewiesen, daß in einer Teufe von 60 oder 70 km sehr wohl eine plastische Zone, bestehend aus amorphem Glas, beginnen kann. Diese verhält sich gegen kurzperiodische Beeinflussungen (Gezeiten, Erdbebenwellen) wie ein fester Körper, elastisch, und zwar muß dies nach den Ergebnissen der Seismologie der Fall sein. Gegen langandauernde, säkulare Einwirkungen jedoch soll sich diese Kugelschale wie eine hochviskose Flüssigkeit verhalten und nur sehr geringen Widerstand bieten. VAN DER GRACHT fragt, wenn unter 100 bis 120 km Teufe die Erdmasse in vollständigem hydrostatischen Gleichgewicht sei, ob dies (wie ich meine) bedinge, daß nur in dieser äußersten dünnen Erdhaut primäre gefügebildende Massenverlagerungen vor sich gingen. „Warum können nicht tiefere Massen daran teilnehmen, besonders wenn es sich um größere kosmische Gleichgewichtsstörungen des Geoids handelt, wie sie zum Beispiel durch Polschwankungen oder Änderungen der Rotationsgeschwindigkeit ausgelöst werden müßten? Es sind dies Adjustierungen ganz anderer Art, als solche rein onerarisostatischer Natur, zum Ausgleich von Dichteunterschieden in der oberflächlichen Erdkruste, eine Wirkung, die zum Beispiel (nach GUTENBERG) für die Alpen nur bis 25 km reichen soll.“

Diese Gedanken VAN DER GRACHT's sind in der Tat außerordentlich beachtenswert und auch ich habe mich lange mit ihnen beschäftigt. Es wäre denkbar, daß die ganze Erdkruste auf dem Erdkern beweglich ist, ein Gedanke, der ja schon öfter ausgesprochen wurde. Sollte das der Fall sein, so könnte man die Oszillationen auch erklären als den äußeren Ausdruck von rhythmischen Phänomenen, die sich an der Berührungsfläche zweier sich aneinander vorbeibewegenden Medien bilden — Erscheinungen, die kürzlich KAUFMANN¹⁾ eingehend behandelt hat. Einer meiner Schüler, der leider inzwischen verstorbene TH. MOELLER hat schon 1916 in seiner Dissertation²⁾ die Entstehung der Krustenbewegungen durch Konvektionsströme eingehend behandelt und angenommen. Ich bin von Gedanken-

¹⁾ H. KAUFMANN, Rhythmische Phänomene der Erdoberfläche. Braunschweig 1929.

²⁾ TH. MOELLER, Über die Kraftquelle und die Äußerungsformen der großen tektonischen Vorgänge. Inaug.-Diss., Berlin 1916.

gängen in dieser Richtung abgekommen, wengleich ich selbstverständlich weiß, daß neue Beobachtungen, Erkenntnisse und Überlegungen diese Stellung ändern können. Meine jetzigen Bedenken dagegen, die Oszillationen durch Bewegungen in einer unterhalb 60 bis 70 km Tiefe gelegenen plastischen Zone zu erklären, sind folgende:

1. Zunächst ist es — wie dies auch DALY hervorhebt (S. 283) — schwierig, tiefgreifende Konvektionsströme oder Zyklone und Antizyklone unter der holokristallinen Kruste in einer Erde anzunehmen, deren Kugelschalen nach unten aus immer dichterem Material bestehen.

2. Eine tiefliegende plastische Zone müßte wohl eine ziemlich gleichmäßige Verbreitung haben — mindestens latitudinal, wegen der Rotationsinflüsse vielleicht weniger meridional. Alsdann müßten die Oszillationen, wenn sie auf diese plastische Tiefenzone zurückgehen, auf der Erde sehr regelmäßig verteilt sein, und zwar in der Art, daß mindestens latitudinal große Gleichmäßigkeit herrschte. Vermutlich würden sie in mittleren Breiten wegen der dort großen Wirksamkeit von Massenverlagerungen auf die Erdbalancierung besonders stark auftreten. Stattdessen finden wir die intensivsten Oszillationen der Jetztzeit und der Vorzeit bis hinein ins Mesozoikum in den Zonen junger Faltengebirge, die sich latitudinal, aber auch weithin meridional erstrecken und in ihrer Verbreitung nur einen ganz geringen Teil der Erdoberfläche einnehmen. Das ließ mich vermuten, daß es eben nicht eine mehr oder weniger einheitliche plastische Tiefenzone ist, deren Bewegungen die Oszillationen ihr Dasein verdanken, sondern noch nicht erstarrte Reststreifen und -nester in geringerer Tiefe.

3. Bestärkt wurde ich in dieser Auffassung durch die Form der Geotumoren und -depressionen. Es gibt zwar viele rundliche Tumorbildungen, aber dazu, eine solche Form überhaupt zu fordern, wie dies CLOOS tut, liegt kein Anlaß vor. Wir sehen ja die sich langhinziehenden Gebirge, besonders am Rande des Pazifiks, die grabenförmigen Tiefseedepressionen. Diese Streifenform vieler Tumorbildungen legt ebenfalls die Erklärung durch nicht erstarrte Magmastreifen, und nicht durch eine einheitliche Fließzone nah.

4. Ein weiterer Grund zu meiner Ansicht war das Auftreten sehr wenig umfangreicher Tumorbildungen (HENNIG hat ganz recht: ich rechne auch den Riestumor dazu und habe dabei die alten, nie wirklich widerlegten Vorstellungen BRANCA's), sowie das stete Vorkommen von Differentialbewegungen. Die Hebung des fennoskandischen Geotumors macht durch die Interpolation der durchlaufenden, unter sich annähernd parallelen Linien gleicher Hebung den Eindruck gleichmäßiger Aufkuppelung. In Wirklichkeit ist die Hebung jedoch viel ungleichmäßiger und komplizierter.

Ich nahm an, daß kleine Tumorbildungen, Differentialbewegungen und die Bewegung der Krustenstreifen, die im zonaren Bau der Gebirge ausgedrückt wird, kaum durch Bewegungen einer einheitlichen, tiefen plastischen Kugelschale, sondern durch flacher liegende Magmenreste hervorgerufen sein müßten. Inzwischen lege ich den Differentialbewegungen in diesem Zusammenhang nicht mehr unbedingt die Bedeutung bei, wie ich es getan habe. Bei einem Tumorexperiment, das mir CLOOS dankenswerterweise vorgeführt hat, war zu beobachten, wie bei einer gewissen

Versuchsordnung die Oberfläche nicht klappt, sondern sich primärtektonogenetisch differentiell hebt. Zur Überbrückung des Materialmangels beziehungsweise des Raumüberschusses bildeten sich primärtektonogenetische Scherflächen, an denen das Material differentiell bewegt wurde. Auch bei Bewegungen aus großer Tiefe mögen sich solche Differentialbewegungen bilden, ohne daß diese Möglichkeit zwingend tiefen Bewegungsursprung erweist. Weitere Experimente und Studien müssen hier mehr Klarheit schaffen.

Vorläufig muß ich aus den hier und den früher angeführten Gründen bei der Ansicht bleiben:

1. daß in postarchaischer Zeit bis auf den heutigen Tag die primären Bewegungen der Erdkruste im wesentlichen Vertikal- und nicht Horizontalbewegungen waren;

2. daß diese Bewegungen in der Hauptsache nicht Ausdruck von Verlagerungen einer unter der starren Kruste in 60 oder mehr Kilometer Tiefe angenommenen „Fließzone“, sondern von mehr peripheren Magmasternen oder -herden sind. Diese mögen gelegentlich neue Zufuhren aus der Tiefe bekommen.

Ich wiederhole: die wesentlichste Grundlage der Oszillationstheorie ist die Tatsache der Oszillationen, nicht ihre Erklärung. Was das Auftreten der Oszillationen betrifft, so sind diese ja an vielen Stellen der Erde nachgewiesen. Daß nicht überall Messungen gemacht wurden oder gemacht werden konnten, daß nicht überall die Schichtenfolgen daraufhin studiert worden sind oder untersucht werden konnten, ist nicht meine Schuld. Ich bin, wie ich KRAUS gegenüber bemerke, der Meinung, daß die Erde sich überall bewegt, aber doch höchst verschieden intensiv. Am stärksten bewegt sie sich, wie schon oben erwähnt, seit langer Zeit in den Faltengebirgszonen: das wird schon angezeigt durch die mächtigen Sedimente und deren hohe Heraushebung; für die heutige Zeit durch die Aktivität von Vulkanismus und Erdbeben. Gerade das unregelmäßige Auftreten der Oszillationen nach Intensität und Verbreitung ist ein wichtiger Punkt für mich.

KRAUS berichtet über Regionen der Erdoberfläche, „die seit alters immer die gleiche Hebungstendenz zeigen und andere, in denen weit überwiegend Senkung endemisch ist“. Daß dies „anerkannte Grundtatsachen“ sind, wie KRAUS meint, kann ich nicht zugeben. Oszilliert ein Gebiet mit seiner Oberfläche mehr unter dem Meeresspiegel, so bekommen wir freilich Verhältnisse, von denen man schreiben kann: „immer wieder sehen wir die Meere in die Senkungszone Norddeutschlands mit Nord- und teilweise Ostsee vordringen“. Sicherlich, aber immer sind diese Senkungen auch von Hebungen unterbrochen, wie die stratigraphischen Verhältnisse, Erosionszeiten, Kontinentalablagerungen, wie es teilweise auch die heutige Topographie (unter Weglassung der Diluvialablagerungen) zeigt.

Oszillationen über dem Meeresspiegel sind nicht so sicher nachzuweisen, aber es gibt auch nichts, was gegen sie spräche. In Fennoskandia sind vom Silur bis zum Quartär (mit Ausnahme einer vermutlichen Keuperbildung geringen Umfangs) keine Schichten abgelagert oder erhalten, aber soll deswegen das Gebiet nicht oszilliert haben? Dafür gibt es keinen

Anhalt, dagegen zeigt an und in Spalten eingesunkenes Cambrium und Silur, daß Bewegungen stattfanden, bei denen sich diese Spalten bilden konnten, wie ja auch ein großer Teil der die Topographie bestimmenden Spalten präquartäres Alter hat.

Im übrigen macht KRAUS weitere dankenswerte Ausführungen gegen die Oszillations-, „hypothese“ und für die Unterströmungs-, „theorie“. Die eingehende Besprechung seiner Bemerkungen würde viel Raum beanspruchen, ist aber deswegen untunlich, weil KRAUS mich vielfach mißverstanden hat und andererseits ich seine Ausführungen teilweise nicht verstehe beziehungsweise nicht sicher bin, sie richtig zu verstehen. Es würde also nur ein weiteres Aneinandervorbeidrucken geben, das für den Leser uninteressant wäre.

Die meisten der Dislokationen, wie wir sie etwa in unseren Faltenorogenen beobachten (also nicht die regionalmetamorphen), sind in weniger als 10 km — um eine runde Zahl anzunehmen — gebildet worden. In den Geodepressionen setzten die Bewegungen teils während der Sedimentation, teils bald nach Ablagerung der jüngsten Schichten ein. Da nur die mächtigsten Sedimentgruppen 4 bis 8 km und nur ausnahmsweise erheblich mehr betragen, so sind die Schichten auch bei ihrer Durchbewegung nicht oder nicht wesentlich tiefer versenkt gewesen, jedenfalls nicht bis an den Beginn der präsumtiven Fließzone.

Sollten wirklich die genannten Dislokationen in so großen Teufen gebildet worden sein, so müßte man wohl eine weiterreichende regionale gleichmäßige Durchbewegung erwarten, als es tatsächlich der Fall ist. Die Tektogene sind sehr begrenzt, so begrenzt wie Tumorbildung. Man kann nicht annehmen, daß so kleine Krustenschollen, wie sie einheitlich durchbewegt worden sind, für sich allein auf der Fließzone bewegt worden sind — alle befinden sich doch im Verband einer 60 km mächtigen Kruste.

Ich nehme also nicht an, daß die Dislokationen (mit Ausschluß der regionalmetamorphen, die ich gelegentlich besonders diskutieren werde) in großen Teufen wie etwa 60 km gebildet worden sind. Schon J. HALL erkannte, „daß die Zonen der Faltungen mit den Zonen großer Mächtigkeit der Sedimentation zusammenfallen, und daß die Faltung die naturgemäße Begleit- und Folgeerscheinung der Senkung und Sedimentation ist“ [STILLE, Grundfragen, S. 259]. Eine ungemein wichtige Erkenntnis! In neuerer Zeit hat STILLE [a. a. O., S. 259 ff.] eindringlich wieder auf sie hingewiesen; sie ist ihm so wichtig, daß er sie als „HALL'sches Grundgesetz der Tektonik“ bezeichnet. Wie STILLE hervorhebt, sind die tiefgründigen Sedimente stärker gefaltet als die flachgründigen, in denen Faltung schließlich ganz unterbleibt. Wo also das meiste bewegliche, gleitfähige Material ist, da finden wir die stärkste Faltung. Dazu kommt, von STILLE immer wieder betont, daß gerade durch Senkung und Sedimentation erneute Faltung in einem Gebiet möglich wird. Durch Bildung neuen leichtgleitenden Materials werden also besonders günstige Vorbedingungen für Faltung gegeben. Das schließt nicht aus, daß auch für gefaltete Gesteine erneut die Vorbedingungen für Gleitung eintreten können: wenn sie in größerer Tiefe wieder größere Mobilität erlangen, wenn Gefällsbildung eintritt und dergleichen. LEUCHS hat in dieser Diskussion auf solche Fälle

wiederholter Faltung hingewiesen [S. 329. Vgl. auch STILLE, Grundfragen, S. 260].

Faltung (mit Ausnahme der regionalmetamorphen) erfaßt also jeweils nur die obersten Schichten, wofür GOLDSCHMIDT als schönes Beispiel die Faltung der skandinavischen Hochgebirgsschichten (Paläozoikum) bringt, die in einer Grundgebirgsdepression für sich allein, gegenüber ihrer Unterlage gleitend gefaltet worden sind. Ich interpretiere nicht die GOLDSCHMIDT'schen Ausführungen so, wie Cloos meint, sondern ich fasse sie meines Erachtens so auf, wie sie gemeint sind — und sie werden so auch von den skandinavischen Kollegen aufgefaßt. Zuerst machte mich dankenswerterweise Kollege SUNDIUS bei Unterhaltungen über die Oszillationstheorie auf die GOLDSCHMIDT'schen Arbeiten aufmerksam. Eine solche verschiedene Tektonik in verschiedenen Stockwerken der Erdkruste können wir ja oft beobachten. Die von Buxtorf und Helm beschriebenen Abscherungen im Schweizer Jura zum Beispiel sind — mag man sie erklären wie man will — nichts anderes.

Dadurch, daß oft nur die allerobersten Krustenschichten bewegt werden, keineswegs aber die ganze starre Kruste, entstehen also tektonische Stockwerke in der Erdkruste (1920 nannte ich sie „tektonische Niveaus“). Dafür bringt STILLE [Grundfragen, S. 45 f. Vgl. auch S. 259] ein anschauliches Beispiel nach BERTRAND von der Achse des Artois aus dem Pariser Becken. „Dort sind den Falten des paläozoischen Untergrunds diejenigen des Jura superponiert, den Falten des Juras die der Kreide, denen der Kreide diejenigen des Tertiärs, und im allgemeinen verschwächt sich die Faltung von dem älteren zu dem jüngeren System. Zwischen den Systemen liegen Diskordanzen, die eine Reihe von Faltungsphasen angeben, während die einzelnen Systeme in sich konkordant sind.“

Die Feststellung, daß — wenn die Verhältnisse einen solchen Einblick erlauben — nur die eben abgelagerten frischen, noch gleitfähigen Sedimente, gelegentlich auch die nächst älteren gefaltet werden, nicht aber die starre Kruste in ihrer gesamten Mächtigkeit, ist ein starkes Argument gegen die Kontraktionstheorie und auch vom Standpunkt der Unterströmungstheorie im Sinne etwa von Kraus nicht zu erklären. Sie ist vielmehr eine kräftige Stütze der Oszillationstheorie.

In einem Punkte bin ich von mehreren Lesern nicht verstanden worden: daß ich nämlich auf den Wechsel der Gefälle im Ablauf der Oszillationen größten Wert lege. Ich nehme an, daß zur Zeit der Gleitung das Gefälle in der Richtung der Krustenbewegungen abfiel. Zu solchen Annahmen fühle ich mich berechtigt auf Grund des beobachteten Vorkommens der Oszillationen unter häufiger Schrägstellung der bewegten Krustenstücke. Kober's kurze Ablehnung der Oszillationstheorie beruht auf einem Mißverständnis. Nirgends habe ich gesagt oder vermuten lassen, daß mein Schema von Freigleitung ein Schema der Alpen sein solle. Andere Leser haben dies richtig verstanden, so Haack [1931 a, S. 134]: „Aber, wird man einwerfen, die Alpen zum Beispiel sind doch ein sehr hohes Gebirge und stecken nicht, wie das nach dem Vorstehenden sein

müßte, in der Tiefe, und umgekehrt, die Vulkane der Euganeen liegen nicht auf einem Tumor, sondern tief versenkt im Rücklande, in der Poebene. Diese umgekehrte Lage ist aber gerade die Wirkung der Oszillation.“

Wenn auch die Möglichkeit von Gefällswechsel immer gegeben ist, so wird der zwingende Nachweis vielleicht nicht in jedem Einzelfall erbracht werden können. Man hat aber hierauf bisher auch nicht geachtet, weil es als Problem nicht existierte. An Gefällswechsel dachte ich jedenfalls, wenn ich mit voller Absicht auch solche Beispiele brachte, bei denen die heutigen Gefälle der Gebirgsbewegung entgegengesetzt sind. v. BURNORF hat [schon 1930] rügend auf solche Beispiele bei mir hingewiesen. Die auch von CLOOS erwähnten topographischen Verhältnisse während der Jura-faltung besagen nichts gegen das Vorhandensein etwa einer damals in der Bewegungsrichtung geneigten Schrägscholle. Auch wo sonst das heutige Gefälle der Bewegungsrichtung entgegengesetzt ist, sollte man versuchen zu prüfen, wie bei Gleitung das Gefälle gewesen sein könnte, beziehungsweise ob etwas gegen ein der Bewegung gleichgerichtetes Gefälle spricht. Vergessen darf man hierbei nicht, daß innerhalb gewisser Grenzen Massen auch hangaufwärts gleiten können, nämlich entsprechend der lebendigen Kraft, die ihnen beim Gleiten hangabwärts erteilt worden ist, beziehungsweise entsprechend dem Druck, weiter gefällaufwärts lastender Massen. Es müssen je nach den gesamten innerhalb eines Tektogens herrschenden Gleichgewichtsverhältnissen unter Umständen lokal „Emporpressung“, „Auspressung“, „Ausschuppung“, der Schwere also entgegengerichtete Bewegungen auftreten. Bei jeder Überschiebung ist das ja der Fall. Ich habe jedoch keine Bedenken, flache Überschiebungen als unmittelbare Schwerewirkungen anzusehen, während bei steil fallenden (bei Volltroggleitung zum Beispiel) Primärtektogenese maßgebend beteiligt ist.

Man soll nicht glauben, daß über die Überschiebungen am Südrand des Skandinavischen Hochgebirges Einigkeit unter den skandinavischen Geologen herrscht. Weder über die Schubweiten noch selbst über den Charakter als Überschiebungen ist man sich einig. Ich halte sie für ein Produkt von Freigleitung und für jünger als die Hauptfaltung der Hochgebirgsschichten. Überhaupt wird man die Auffassung aufgeben müssen, daß Überschiebung Überspannung von Faltung sei. Überschiebung kommt gleichzeitig mit Faltung vor, und zwar auch mit schwacher Faltung. Ob es bei Gleitung zur Ausbildung rhythmischer Phänomene — Falten in unserem Fall — oder von durchgreifenden, glatten Gleitflächen — Überschiebungen in unserem Fall — kommt, hängt von ganz anderen Faktoren als der Intensität des Zusammenschubs — hängt besonders auch vom Tempo der Bewegungen ab. Darüber werde ich mich demnächst in einer Arbeit „Faltung und Scherung“ ausführlicher äußern. Dabei werde ich auch auf die den gleichen Gegenstand behandelnden Ausführungen von WILLIS [Folding or shearing, which? — Bull. Americ. Assoc. Petrol. Geologists, 11, S. 31—47, 1927] eingehen. Leider habe ich erst gelegentlich der jetzigen Aussprache diese interessante Arbeit kennengelernt. Viele Vorstellungen stimmen mit meinen überein, andere — besonders über Tiefenkompression und ihre Wirkungen — weichen von meinen ab. Daher muß ich WILLIS' Arbeit ausführlicher besprechen als ich es in diesem Zusammenhang kann.

Daß nun gerade auch erstarrte vulkanische Gesteine nicht unter Faltenbildung, sondern an Überschiebungen gleiten, ist wegen ihrer Resistenz nicht verwunderlich, ebensowenig, daß sie überhaupt gleiten, wenn eben nur die Vorbedingungen erfüllt sind, also besonders Gefälle und Gleitschichten. Ich wollte nicht so verstanden werden, daß ausschließlich Sedimente gleiten könnten, sie sind nur im allgemeinen gleitgeneigter als erstarrte vulkanische Gesteine.

Daß bei Tumorbildung, also bei der Aufkuppelung besonders von sauren Gesteinen, nicht nur die auflagernden Sedimente, sondern auch ein mehr oder weniger großer Teil des primärtektogenetisch aufsteigenden Magmas sekundärtektogenetisch mit abfließt, dabei mitgefaltet und eingefaltet wird, liegt ja vollkommen im Rahmen der Oszillationstheorie. Seit langem habe ich dies angenommen.

Tektogeneinheiten, die wir bei allen Bewegungsvorgängen möglichst immer im ganzen betrachten müssen, sehen vom Standpunkt der Oszillationstheorie anders aus, als sie uns sonst präsentiert werden. Die Zusammengehörigkeit des schottischen und des skandinavischen kaledonischen Gebirges ist mir nicht erwiesen. Damit sage ich nicht, daß ich seine einstmalige Existenz bestreite — diese müßte nur anders belegt werden als etwa durch Gleichaltrigkeit, gleiches Streichen, analogen Bau und dergleichen. Es ist durchaus möglich, daß in Nordeuropa zur Zeit der kaledonischen Tektogenese ähnliche, aber entgegengesetzt bewegte Sekundärtektogene entstanden, die niemals zusammenhingen, sondern schon damals durch den Skandik getrennt waren. Ebenso kann ich ohne bessere Beweise nicht eine Verbindung der Alpen mit den völlig anders gebauten und streichenden Pyrenäen durch eine elegante Schleife via Mittelmeer anerkennen. Wenn, wie VAN DER GRACHT berichtet, bei den nordamerikanischen variszischen Gebirgen „die orogenetische Heraushebung als direkte“ — natürlich zeitliche, nicht ursächliche! — „Folge der Faltung sicherlich immer zutraf und von deutlichem Abtragungsmaterial belegt wird“, so ist hiergegen nichts zu sagen. In Mitteleuropa fehlt aber das durchgehende Abtragungsmaterial und infolgedessen der Beweis für das Vorhandensein des Gebirges. Ich habe immer angenommen, daß ein einheitliches variszisches Sekundärtektogen bestand. Die Falten klingen an den Querbegrenzungen der heutigen Faltenkerne nicht allmählich aus, sondern werden plötzlich abgeschnitten — zwischen den Kernen streicht also das Sekundärtektogen weiter, was ja auch stellenweise (wie zwischen Harz und Rheinischem Schiefergebirge) beobachtet worden ist.

Es ist sicherlich durchaus möglich — und diese Möglichkeit habe ich nie bestritten — daß das mitteleuropäische variszische Sekundärtektogen in seiner Gesamtheit primärtektogenetisch herausgehoben wurde und einen einheitlichen Gebirgszug bildete. Seine Existenz muß aber anders belegt werden als durch das Vorhandensein einzelner heute herausgehobener Ausschnitte aus dem Sekundärtektogen. Es ist sehr wohl denkbar, daß das variszische Sekundärtektogen nicht durch Hebungs-, sondern wesentlich durch Senkungsfaltung bzw. Volltroggleitung entstanden ist und also niemals einen zusammenhängenden Gebirgszug gebildet hat. Und daß dann später aus diesem Sekundärtektogen primärtektogenetisch einige Schollen herausgehoben worden sind.

Ist denn diese Möglichkeit etwas so Besonderes, so außer jeder Betrachtung Gelegenes? Doch keineswegs! Wenigstens nicht für diejenigen, welche nicht unbedingt Faltung gleich Heraushebung setzen. Tatsächlich hat ja eine primärtektogenetische Heraushebung von Teilschollen stattgefunden — das sehen wir beispielsweise an den einzelnen, heute herausgehobenen Faltenkernen des variszischen Sekundärtektogens in Mitteleuropa. Zwischen der Faltung ihrer Schichten und ihrer Heraushebung liegt eine lange Zeit, sodaß zwischen beiden gewiß kein ursächlicher Zusammenhang bestehen kann. Genau dasselbe ist z. B. der Fall bei der Faltung der skandinavischen Hochgebirgsschichten und ihrer Hebung. Nun mag zwischen Faltung und Heraushebung auch ein kürzerer Zeitraum liegen, ja, bei Hebungsfaltung ist, wie ich meine, die Faltung unmittelbare Folge der mit Gefällsbildung verbundenen Hebung. Aber deswegen gibt es doch keinen Anhalt dafür, daß Faltung Hebung verursache, im Gegenteil zeigt das zeitlich getrennte Vorkommen von Faltung und späterer Hebung die Unabhängigkeit beider Vorgänge, sodaß man nicht von einer Emporpressung der Gesteine zu Gebirgen sprechen kann. Haben wir doch auch keinen Anhalt dafür, daß manche Faltengebiete, zum Beispiel die Kohlenbecken, jemals und besonders auch nicht während der Faltung Hochgebiete bildeten, deren Höhe irgendwie der Intensität ihrer Faltung entsprechen hätten.

Oft wird die sehr viel spätere Hebung als das Ergebnis einer anderen, flachwelligen Faltung gedeutet — aber das ist eben nur eine Deutung und ändert nichts an der Tatsache. Selbst STILLE, der eifrige Verfechter der These: Faltung gleich Hochbewegung, kennt Gebirge, von denen er sagt [Grundfragen, S. 34]: „Somit besaßen sie zwar eine orogene Anlage, aber eine epirogene Fortentwicklung, denn das Wachstum der Ketten überdauert die Faltung der Schichten. Wir ständen hier wieder einem Falle der epirogenen En-bloc-Hebung orogen geformter Einheiten gegenüber“. Lassen wir STILLE's Deutung [vergl. auch Grundfragen S. 24 f, 45, 169, 358] außer Betracht, so bleibt als tatsächlicher Vorgang die von Faltung unabhängige Hebung. Daß diese von großwelliger Faltung verursacht sei, dafür haben wir keinen Anhalt. Dagegen kennen wir an unzähligen Beispielen die vertikale Heraushebung einzelner Gebirgsteile, wofür uns DYHRENFURTH erst kürzlich so schöne Belege aus den Himalajas gebracht hat. In diesem sich noch heute hebenden Gebirge findet sich eine Gipfelflur zwischen 6,4 und 6,9 km Höhe und aus diesem Komplex erhebt sich nun als besondere Heraushebung das Gebiet der höchsten, bis über 8 km hohen Gipfel. Die Heraushebung hat an senkrechten, 2 km hohen Verwerfungsflächen stattgefunden. Es handelt sich also hier um eine Differentialhebung größten Stils, wie ich sie auf Grund der indischen Literatur vom Südrand vom Himalajas in meinem Buch schon besprochen habe. Den Einspruch von KRAUS, der sich auf den Alpenrand stützt, kann ich nicht gelten lassen.

Solche differentiellen Heraushebungen sind also zum Beispiel auch Ardennen, Rheinisches Schiefergebirge, Harz — ganz unabhängig von der Frage, ob das variszische Sekundärtektogen früher jemals als durchgehender Gebirgszug bestand und dann abgetragen wurde oder versunken ist oder nicht. Und die weiten, glatten Flächen, welche diese Gebirge oben

abschneiden, zeigen, daß sie mehr oder weniger als Ganzes, mit gewissen durch die Lage der Flächen angezeigten Differentialbewegungen herausgehoben, nicht aber emporgefaltet worden sind. Wäre das bei diesen Tektogenausschnitten oder überhaupt bei irgendwelchen Gebirgen der Fall, dann könnten sich bei dem Faltungsvorgang nicht die Gipfflächen und die Gipffluren gebildet und erhalten haben — es wäre ein höchst unregelmäßiges Relief entstanden.

Ich habe dies alles so ausführlich dargestellt, weil ich diese so umstrittenen Fragen (vgl. zum Beispiel GRUPE'S Äußerung) für äußerst wichtig halte. Warum die Ablehnung einer Gebirgsverknüpfung (also der Verbindung durch eine geographische Erhebung) des Rheinischen Schiefergebirges und Harzes „gleichbedeutend mit einer vollkommenen Verknüpfung der grundlegenden Natur des zonaren Baus im Variszikum“ sein soll, wie v. BUBNOFF bemerkt, verstehe ich nicht. Gerade auf den zonaren Bau lege ich allergrößten Wert und begrüße es, daß PÄECKELMANN dazu kürzlich noch wichtige Beiträge für das Rheinische Schiefergebirge geliefert hat. Die schroffen Faziesgegensätze im Mittel- und Oberdevon des Sauerlandes erklärt auch er nunmehr durch differentielle Einsenkung des Sedimentariums. Gerade der zonare Bau ist es, den ich mir am besten durch entsprechende Oszillationen, nicht aber irgendwie anders, besonders auch nicht durch Epeirophorese erklären kann.

Ich wiederhole: ich kenne dem Faltungsvorgang und der Teilschollenheraushebung, wie wir beides beim mitteleuropäischen variszischen Sekundärtektogen sehen, nicht ohne Gründe die Heraushebung des gesamten Faltenzugs und seine spätere Abtragung oder Wiederversenkung zwischen-schalten. Daß im Ablauf der Oszillationen Gebirge und Gebirgstteile auch wieder eingesenkt wurden, damit rechne ich natürlich durchaus. Ich meine aber mit LEUCHS, daß man die Vorgänge nicht ohne zureichende Gründe komplizierter als notwendig annehmen soll.

LEUCHS ist unverrückbar fest in seiner Meinung, daß Faltung Hochbewegung erzeugt. „Das zeigt jedes Experiment und braucht deshalb hier nicht weiter dargelegt zu werden.“ Damit ist dann dieses Problem begraben und die Illusion einer gesicherten Erkenntnis an seine Stelle gesetzt. Damit entfällt auch die Möglichkeit einer Diskussion und es hätte keinen Zweck, etwa darüber näher zu sprechen, daß es angesichts der sonst so vielfach festgestellten Oszillationen nicht zu gewagt ist, auch für das von LEUCHS gebrachte Beispiel aus den nördlichen Kalkalpen diejenigen Oszillationen anzunehmen, die vom Standpunkt der Oszillationstheorie notwendig sind. Die Vorbedingungen für eine Diskussion sind umsoweniger vorhanden, als LEUCHS mir implicite Unwissenschaftlichkeit vorwirft, wenn er sagt, es gehe nicht an, der Oszillationstheorie zuliebe physikalische Gesetze auszuschalten.

Das steht auf derselben Plattform wie GRUPE'S Bemerkung, ich dekretiere, daß zwischen „Orogenese“ und „Epirogenese“ kein grundsätzlicher Unterschied bestehe. Er meint, die „Tatsachen“, die zur grundsätzlichen Unterscheidung von „Epirogenese“ und „Orogenese“ führten, sprächen eine beredtere Sprache als meine Theorie. GRUPE scheint also die Unterscheidung von „Epirogenese“ und „Orogenese“, die ja STILLE scharf gefordert hat, für eine gesicherte Tatsache zu halten. STILLE selbst blieb sich „der vielfachen Unzulänglichkeit der Unterlagen zu dem Ver-

suche, schon jetzt die Gesamtheit der Gebirgsbildungsphasen zusammenzustellen“ und damit die Begriffe „Epirogenese“ und „Orogenese“ endgültig zu klären, durchaus bewußt [Grundfragen, S. 63]. Ich gebe zu, daß die Möglichkeit besteht, STILLE, da er ja seine Kautelen nicht immer wiederholen kann, so zu verstehen, wie GRUPE und kürzlich noch TEICHERT³⁾: „The boundary between epirogenesis and orogenesis is drawn very sharply by STILLE and accordingly to him it is of much importance to distinguish between purely epirogenetic and purely orogenetic times.“ Aber STILLE selbst widmet gerade den Ausnahmen ganz besondere Aufmerksamkeit, die er nach Möglichkeit seinen Gesetzen einzuordnen oder zu eliminieren sucht, wie er dies selbst immer wieder betont. Seine Methode ist also selektiv, was leicht vielfach zu belegen wäre [Grundfragen, besonders S. 1—63]. Trotz allem verbleiben jedoch viele Ausnahmen und das weiß STILLE sehr wohl. Dafür ein Zitat als ein Beispiel von vielen:

„Unter den Regressionen kommen als anorogen in erster Linie diejenigen in Frage, die sich *einigermaßen* langsam vollziehen; demgegenüber vollziehen sich die orogenen *durchweg relativ* schnell. Immerhin können auch anorogene *ausnahmsweise mehr plötzlich* verlaufen, ohne dabei den plötzlichen Regressionen der orogenen Zeiten an Ausmaß *im allgemeinen nahe zu kommen.*“ [Grundfragen, S. 351. Die Sperrungen sind STILLE's, kursiv ist von mir.]

Durch die kursiv gedruckten Worte wird auf die Ausnahmen hingewiesen. Ausnahmen sind der Gesetze Tod.

Wir wollen also STILLE's tektonische Gesetze so auffassen wie er sie gegeben hat und als das, was sie — wie jede Theorie — sind: als ein Vorschlag zur Erklärung von Beobachtungen — nicht aber als gesicherte Tatsachen, wie es GRUPE tut, oder auch KRAUS, der von der „Tatsache der orogenetischen Phasen, wie sie von H. STILLE dargestellt wurde“ schreibt.

Ich kann nicht zugeben, daß ich die Maßstäbe verwechsle, wenn ich subaquatische Gleitungen, Bergrutsche (auch die am Schwarzen Meer) mit tektonischen Vorgängen parallelisiere. Sehr oft sind makrotektonische Erscheinungen auch mikrotektonisch zu erkennen, wie etwa Spaltenbildung. Das eine schließt das andere keineswegs aus. Richtig ist nur, daß man nicht ohneweiters vom einen aufs andere schließen darf, aber ich sehe nicht, was ernstlich gegen Gleitung im Großen sprechen sollte. Das Auftreten von Gleitungen in größten Maßstäben hat auch STINY wahrscheinlich gemacht. STINY weist weiter eindringlich auf die Geringfügigkeit des Gefälls hin, bei dem Gleitungen vor sich gehen können. Schon 1911 und nochmals 1925⁴⁾ hat BÄRTLING auf Gleitbewegungen hingewiesen, die bei einem Winkel von nur 1 bis 3° auf Schichtflächen vor sich gegangen sind. BÄRTLING hat seine Beobachtungen, die er im Turon der Gegend von Unna machte, durch Photographien belegt. Ich habe mich allgemeiner Angaben über die für Gleitungen notwendigen Gefällswinkel enthalten, weil

³⁾ C. TEICHERT, Recent German Theories about Structural Geology. — J. Wash. Acad. of Sci., 21, S. 6 f.

⁴⁾ R. BÄRTLING, Erläut. zu Bl. Unna, Lief. 163, S. 119 f. Ders., Geol. Wanderbuch f. d. niederrhein.-westf. Industriebezirk. 2. Aufl. Stuttgart 1925, S. 250—252.

ja das Gefälle nur einen der für Gleitungen maßgebenden Faktoren darstellt. Je nach der Beschaffenheit der anderen Faktoren kann also in jedem Einzelfall der Gleitwinkel wechseln, derart zum Beispiel, daß selbst bei einem Winkel von 90° keine Gleitung zustande kommt. Ist das dann ein Beweis gegen die Möglichkeit von Gleitung überhaupt? Durch die Hinweise von KRAUS auf starke Terraingefälle und seine daraus folgende Errechnung von 50 km hohen Tumoren kann man meine Überlegungen nicht ad absurdum führen.

Man darf also nicht bei jedem Gefälle Gleitung erwarten, allein schon die Gesteinsbeschaffenheit oder einer der andern Gleitfaktoren mag genügen, Gleitung zu verhindern. Das ist auch auf die Frage von CLOOS zu sagen, warum es um Schwarzwald und Vogesen keinen Faltenring gibt. Um Fennoskandia kann sich der von CLOOS geforderte Faltenring nur dort finden, wo es zu Gleitungen gekommen ist, also etwa gegen den Skandik, wo die größten Gefälle in der Umgrenzung Fennoskandias sind. Hier natürlich nur im unteren Teil des Gefälls, also unter dem Meeresspiegel, und unter den auseinanderschwimmenden, meerwärts gleitenden Schollen der spröden Oberkruste. Ganz so nehme ich auch an, daß unter der sich hebenden und nordwärts gleitenden Nordzone der Alpen heute in der Tiefe Gesteine gefaltet oder abgeschert werden.

CLOOS fragt, warum Faltenringe überhaupt nicht vorkämen. Tumorstreifen, wie sie so oft zu beobachten sind, lassen nur Faltenstreifen erwarten. Im übrigen hat zum Beispiel STILLE darauf hingewiesen [Grundfragen S. 259 ff., besonders auch S. 263 oben!], daß die Faltung gerade in den Randgebieten der Geodepressionen am intensivsten ist — nach seiner Meinung, weil die Schichten dort besser für den Druck durch die Preßrahmen erreichbar sind, nach meiner als Zonen stärkeren Gefälls und oft mächtigerer Sedimente.

Was den Mond betrifft, so will ich mich hier auf eine kurze Bemerkung beschränken, da seine Entstehung und Entwicklung nicht unmittelbar für die Oszillationstheorie entscheidend ist. Wenn ich trotzdem den Mond in meinem Buch nicht außer Betracht gelassen habe, so geschah es, um eine geohistorische Einordnung der Vorgänge zu versuchen und weil ich wünschte, daß der von den Geologen in der letzten Zeit so vernachlässigte Mond auch von diesen mehr beachtet und das gesagt wird, was man vom geologischen Standpunkt aus sagen könnte. Möglich, daß dann durch Teilnahme der Geophysiker und Astronomen weitere Fortschritte in der Kenntnis des Mondes und rückwirkend auch der Erde gewonnen werden können.

Ein wichtiger Anfang hierzu ist durch die Bemerkungen von BÄRTLING, VAN DER GRACHT und anderen in dieser Aussprache gemacht worden. Ohne hier zu diesen Äußerungen endgültig Stellung zu nehmen, will ich zu BÄRTLING'S Bemerkung sagen, daß nach unserem heutigen Wissen oder dem, was uns heute wahrscheinlich sein muß, die KANT-LAPLACE'SCHE Kosmogonie wohl für die Entstehung von Weltsystemen, nicht aber für Sonnensysteme, wie es das unsere ist, angewandt werden kann. Gewichtige Gründe sprechen dagegen, daß von einem Zentralkörper die Planeten und von diesen Monde durch die Zentrifugalkraft abgeschleudert sein könnten. Eine befriedigende Erklärung versucht die Gezeitentheorie

des Astronomen JAMES JEANS⁵⁾, nach der sowohl die Planeten als auch deren Monde (und Ringe) durch Gezeitenwirkung entstanden sind. Die Planeten kamen nach JEANS auf ihren damals sehr exzentrischen Bahnen gelegentlich der Sonne so nahe, daß ungeheure Flutwellen entstanden und aus den Planeten Materie in Form von Armen herausgezogen wurde. Am größten waren die Materienarme bei den größten Planeten, das heißt den mittleren, nämlich Jupiter und Saturn. Jeder von ihnen hat neun Monde, der Saturn dazu noch Ringe. Die Planeten nehmen, von den mittleren aus gesehen, nach innen und außen stufenweise an Masse ab und damit vermindert sich auch die Zahl ihrer Monde.

Diese kurzen Andeutungen über die wichtige Gezeitentheorie mögen hier genügen. Für die von mir diskutierten Folgen der Mondablösung ist es ganz gleichgültig, ob sie im Sinne der Kosmogonie von KANT-LAPLACE oder von JEANS vor sich gegangen ist. Ich halte es also keineswegs für überflüssig, die Ablösung des Mondes zu supponieren und über die Folgen für die Erde zu diskutieren.

Was das Material der Terrae und Maria betrifft, das VAN DER GRACHT bespricht, so verweise ich nochmals auf die Untersuchungen WILSING'S. VAN DER GRACHT hat aber sicher damit Recht, wenn er sagt, daß die Verhältnisse des Mondes auch in dieser Beziehung noch keineswegs geklärt sind. Gewiß sind die von VAN DER GRACHT diskutierten Folgen des Umstands so wichtig, daß auf dem Mond etwa nur $\frac{1}{6}$ der Schwerkraft der Erde wirkt — vergessen darf man aber nicht, daß die Gezeitenwirkung auf dem Mond das Vielfache derjenigen auf der Erde beträgt beziehungsweise betrug als der Mond noch schneller rotierte.

In meinen vorstehenden Ausführungen konnte ich bei weitem nicht all die vielen Einzelbemerkungen und Andeutungen besprechen, aber auch nicht alle die vielen kleinen Irrtümer und Mißverständnisse aufklären, die in der Diskussion ausgedrückt worden sind. Ich hielt es für besser, einige mir wichtig scheinende Punkte herauszugreifen und eingehender zu beleuchten. In späteren Arbeiten will ich versuchen, auf das einzugehen, was hier nicht berücksichtigt worden ist. Ganz besonders werde ich auch eine interessante Frage eingehend behandeln, die MUSCHKETOW bei seinen Bedenken unter 3 auführt. Ich habe hierüber eingehende Studien angestellt, ein Manuskript ausgearbeitet und schon vor Monaten für den Internationalen Geographenkongreß Paris im September dieses Jahres einen Vortrag angekündigt: „Krustenbewegungen und Erosion“.

Am Schluß der jetzigen Aussprache überdenkt man die Möglichkeiten, die so abweichenden, ja oft entgegengesetzten und von jeder Seite so fest und sicher vertretenen Ansichten auf einen Nenner zu bringen. Denn dahin müssen wir für die praktische Weiterarbeit streben, wie das auch LEHMANN in seiner klugen und höchst beachtenswerten Bemerkung fordert. Nicht eine Entscheidung darüber, wer recht oder wer unrecht hat, kann das Ziel unserer Arbeit sein, interessant ist nur die allmähliche Klärung unserer Anschauungen. Dazu sollte man wie ich glaube die Dis-

⁵⁾ J. JEANS, *Sterne, Welten und Atome*. Stuttgart 1931. Vgl. auch B. RÜLF, *JEANS' Gezeiten-Theorie*. Kölnische Zeitung Nr. 210, 18. 4. 1931.

kussion über die Ursachen der Primärtektogenese — bestehe diese nun in vertikalen oder in horizontalen Bewegungen — zunächst zurückstellen. Einig ist man sich soweit ich sehe über die Tatsache der Oszillationen — und das ist etwas. Das nächste sollte meines Erachtens die Klärung der Frage sein, ob Faltung Hochbewegung bedeutet. Genauer ausgedrückt: ob die Ursachen, welche Faltung hervorrufen, gleichzeitig Hebung bewirken. Daß bei Hebung Faltung stattfinden kann (Hebungsfaltung) scheint außer Diskussion, aber wie ist der Kausalnexus? Ist mit Faltung immer Hebung verbunden oder kann Faltung bei Hebung und bei Senkung vor sich gehen?

Man sollte meinen, daß bei gutem Willen über diese wichtigen Fragen Einigung zu erzielen sein müßte — aber die Bemerkungen auch in dieser Aussprache zeigen, wie weit wir davon noch entfernt sind. Hat man sich über diesen Punkt verständigt, so ist meines Erachtens eine gute Grundlage oder wenigstens ein Anknüpfungspunkt für gemeinschaftliche Weiterarbeit gefunden.

Nochmals betone ich, daß es für die weitere geologische Forschung unbedingt notwendig ist, die heutigen — vertikalen und horizontalen — Bewegungen der Erdkruste genau überall dort zu messen, wo es überhaupt möglich ist. Dazu müssen regelmäßige Feinnivellements überall auf dem Lande, Lotungen in den Meeren ausgeführt werden. Für die Vorzeit müssen die Angaben, welche aus den Sedimenten abzulesen sind, mehr und genauer als bisher ausgewertet und systematisch zusammengestellt werden. Nur mit diesen Unterlagen können wir versuchen, die Beziehungen zwischen den die Krustenbewegungen veranlassenden Massenverlagerungen einerseits und Gleichgewichtsstörungen, Polverlagerungen, Rotationseinflüssen, säkularen astronomischen Vorgängen und dergleichen andererseits allmählich aufzuhellen.

Literatur zur Oszillationstheorie.

1917

HAARMANN, E.: Zur tektonischen Geschichte Mexikos. — Cbl. Min., S. 176 bis 179.

1920

HAARMANN, E.: Über Stauung und Zerrung durch einmalige und wiederholte Störungen. — Z. deutsch. geol. Ges., 72, S. 218—245, besonders S. 222: erste Formulierung der Oszillationstheorie.

1921

(HAARMANN, E.): Ein neuer Erklärungsversuch der Gebirgsbildung. Vortragsreferat von K. K(EILHACK). — Glückauf, 57. Jg., S. 202—203.

1925

HAARMANN, E.: Bemerkung zum Vortrag von P. WOLDSTEDT: Die kimmerische Phase der Saxonischen Gebirgsbildung im subherzynen Becken. — Z. deutsch. geol. Ges., 77, Mtsber., S. 263—265.

1926

HAARMANN, E.: Über die Kraftquelle der Tektogenese. — Z. deutsch. geol. Ges., 78, Mtsber., S. 71—83.

— Die Oszillationstheorie. — Resumen de las Comunicaciones Anunciadas. XIV. Int. Geol. Kongr. Madrid, S. 133—135.

1927

HAARMANN, E.: Bemerkung über „Druckaufbereitung“. — Z. deutsch. geol. Ges., 79, Mtsber., S. 43—45.

SIEBERG, A.: Geologische Einführung in die Geophysik. — S. 243 und 270, Jena.

1928

KRAUS, E.: Das Wachstum der Kontinente nach der Zyklustheorie. — Geol. Rdsch., 19, S. 361.

1929

PENCK, A.: Geomorphologische Probleme im fernen Westen Nordamerikas. — S. B. Preuß. Akad. d. W., phys.-math. Kl., S. 187—218.

1930

BERG, G.: Besprechung der Oszillationstheorie. — Z. f. prakt. Geol., 38. Jg., S. 109.

BUBNOFF, S. v.: Besprechung der Oszillationstheorie. — Z. d. Oberschl. Berg- und Hüttenm. V. z. Kattowitz, S. 640—642.

HAARMANN, E.: Die Oszillationstheorie, eine Erklärung der Krustenbewegungen von Erde und Mond. — Stuttgart. Erschienen am 15. Mai.

HUMMEL, K.: Besprechung der Oszillationstheorie. — Metall u. Erz, 27. Jg., S. 571.

KRIGE, L. J.: „Die Oszillationstheorie, eine Erklärung der Krustenbewegungen von Erde und Mond“ by Dr. ERICH HAARMANN. — Review read before the Geol. Soc. of South Africa, 8th December. Ungedruckt. Manuskript in der Bibliothek der deutsch. geol. Ges.

LONGWELL, CH. R.: The „Oscillation Theory“ of Diastrophism. — Amer. J. of Sci., 20, S. 217—220.

POTONIÉ, E.: Besprechung der Oszillationstheorie. — Der Naturforscher. S. 199 bis 200.

SALOMON-CALVI, W.: Epeirophorese. Teil I. — S. B. Heidelb. Akad. d. Wiss., math.-naturw. Kl., 6. Abh., S. 12—15.

SCHERR, A.: Besprechung der Oszillationstheorie. — Zbl. f. d. ges. Unterr.-Verw. i. Preuß., 72. Jg., S. 303—304.

SCHMIDT, W. E.: Besprechung der Oszillationstheorie. — Geol. Rdsch. 21, S. 315—319.

SEIDL, E.: Besprechung der Oszillationstheorie. — VDI-Z., 74, S. 1407.

STIELER, C.: HAARMANN's Oszillationstheorie. — Aus d. Heimat, 43. Jg., S. 310—312.

— Besprechung der Oszillationstheorie. Stahl u. Eisen, 50. Jg., S. 1183.

THOM, R.: Besprechung der Oszillationstheorie. — Geogr. Anz., S. 293.

WAGNER, G.: Besprechung der Oszillationstheorie. — Aus d. Heimat, 43. Jg., S. 318.

WEDEKIND, R.: Die Oszillationstheorie von ERICH HAARMANN. — Die Naturw., 18. Jg., S. 702—705.

— Besprechung der Oszillationstheorie. — Köln. Ztg. Nr. 545 vom 5. 10. „Die Literatur“.

1931

AMPFERER, O.: Einige Bemerkungen zu der Oszillationstheorie von ERICH HAARMANN. — Verh. Geol. Bundesanst., S. 99—102.

BÄRTLING, R.: Einführende Übersicht zu ERICH HAARMANN's Oszillationstheorie mit kritischen Bemerkungen. — Z. deutsch. geol. Ges., 83, S. 257.

BARSCH, O.: Primäre auf die Erdkruste wirkende Horizontalkräfte. — Z. deutsch. geol. Ges., 83, S. 271.

BORN, A.: Diskussionsbemerkungen zur Oszillationstheorie von E. HAARMANN. — Z. deutsch. geol. Ges., 83, S. 274.

BUBNOFF, S. v.: Über Grundtheorien der Erdgestaltung. — Z. deutsch. geol. Ges., 83, S. 276.

CLOOS, H.: Briefliche Mitteilung an Herrn R. BÄRTLING. — Z. deutsch. geol. Ges., 83, S. 280.

DALY, R. A.: Briefliche Mitteilung an ERICH HAARMANN. — Z. deutsch. geol. Ges., 83, S. 283.

GRACHT, W. A. J. M. WATERSCHOOT VAN DER: Bemerkungen zur Oszillationstheorie ERICH HAARMANN's. — Z. deutsch. geol. Ges., 83, S. 284.

GREGORY, J. W.: Die Oszillationstheorie. — Z. deutsch. geol. Ges., 83, S. 299.

GRUPE, O.: Zu E. HAARMANN's Oszillationstheorie. — Z. deutsch. geol. Ges., 83, S. 301.

HAACK, W.: HAARMANN's Oszillationstheorie. — Glückauf, 67. Jg., S. 133 bis 136.

- HAARMANN, E.: Bemerkungen zur Aussprache über die Oszillationstheorie. — Z. deutsch. geol. Ges., **83**, S. 368.
- HARRASSOWITZ, H.: Zu HAARMANN's Oszillationstheorie. — Z. deutsch. geol. Ges., **83**, S. 304.
- HENNIG, E.: Zu E. HAARMANN's Oszillationstheorie. — Z. deutsch. geol. Ges., **83**, S. 305.
- JUNG, H.: Wie sind die Gebirge entstanden? — Frankf. Ztg. Nr. 246 v. 2. 4.
- KOBER, L.: Oszillationstheorie oder Kontraktionstheorie? — Z. deutsch. geol. Ges., **83**, S. 307.
- KRAUS, E.: Unterströmungstheorie statt Oszillations-Hypothese. — Z. deutsch. geol. Ges., **83**, S. 308.
- KRUSCH, P.: Bemerkungen zur Aussprache über HAARMANN's Oszillationstheorie. — Z. deutsch. geol. Ges., **83**, S. 326.
- KUMMEROW, E.: Hebungen und Senkungen der Erdkruste. — Z. deutsch. geol. Ges., **83**, S. 327.
- LEHMANN, K.: HAARMANN's Oszillationstheorie. — Z. deutsch. geol. Ges., **83**, S. 327.
- LEUCHS, K.: Bemerkungen zu HAARMANN's Oszillationstheorie. — Z. deutsch. geol. Ges., **83**, S. 328.
- LONGWELL, CH. R.: Bemerkungen zur Oszillationstheorie über Diastrophismus. — Z. deutsch. geol. Ges., **83**, S. 332.
- LOTZE, F.: Über das Wesen der im Innern alpinotyper Gebirgssysteme wirksamen orogenen Prozesse. Bemerkungen zu HAARMANN's Oszillationstheorie. — Z. deutsch. geol. Ges., **83**, S. 336.
- MUSCHKETOW, D.: Die heutigen Hauptfragen der Tektonik und die Oszillationstheorie von HAARMANN. — Bull. Geol. and Prospecting Service, U. S. S. R.
— Die Oszillationstheorie von E. HAARMANN. — Z. deutsch. geol. Ges., **83**, S. 338.
- QUIRING, H.: Bemerkungen zur Oszillationstheorie HAARMANN's. — Z. deutsch. geol. Ges., **83**, S. 341.
- RECK, H.: Besprechung der Oszillationstheorie. — Geol. Zbl., **43**, S. 27—30.
- REICH, H.: Besprechung der Oszillationstheorie. — GERLAND's Beitr. zur Geophys., **29**, S. 114—116.
- SCHAEER, A.: Besprechung der Oszillationstheorie. — Z. f. d. phys. u. chem. Unterr.
- SCHMIDT, W. E.: Oszillationstheorie und rechtsrheinisches Schiefergebirge. — Z. deutsch. geol. Ges., **83**, S. 342.
- SCHUCHERT, CH.: Bemerkungen zu E. HAARMANN's Oszillationstheorie. — Z. deutsch. geol. Ges., **83**, S. 345.
- SEDERHOLM, J. J.: Bemerkungen zur Oszillationstheorie E. HAARMANN's. — Z. deutsch. geol. Ges., **83**, S. 348.
- SEIDL, E.: Wölbung, Randspaltung und Randwachsen von Schildteilen. Bemerkung in der Aussprache über E. HAARMANN's Oszillationstheorie am 1. April 1931. — Z. deutsch. geol. Ges., **83**, S. 350.
- STAUB, W.: Die Oszillationstheorie. — Z. d. Ges. f. Erdk., S. 146.
- Suess, F. E.: Bemerkungen zu E. HAARMANN's Oszillationstheorie. — Z. deutsch. geol. Ges., **83**, S. 359.
- TEICHERT, C.: Recent German Theories about Structural Geology. — J. Wash. Acad. of Sci., **21**, S. 9—12.
- TERRA, H. DE: Structural Features in Gliding Strata. — Amer. J. of Sci., **21**, S. 204—213.
— Beobachtungen im Himalayasystem und Gedanken zur Oszillationstheorie. — Z. deutsch. geol. Ges., **83**, S. 360.
- TILMANN, N.: Bemerkungen zu HAARMANN's Oszillationstheorie. — Z. deutsch. geol. Ges., **83**, S. 364.
- WILLIS, B.: Bemerkungen zu E. HAARMANN's Oszillationstheorie. — Z. deutsch. geol. Ges., **83**, S. 366.