mütiges Zusammengehen bewirkte, daß wir alle an ihn gekettet wurden durch den Zauber seiner Persönlichkeit.

Wissenschaftliche Abhandlungen tragen in unseren Annalen nicht seine Unterschrift, in diesem Sinne wird sein Name in andern Kreisen mit mehr Klang genannt, aber die Ausgestaltung und Befestigung des inneren Baues unserer Gesellschaft, der eigene Schmelz, der so oft über unsern Zusammenkünften lag, die glückliche Vermeidung jeglicher Einseitigkeit, die uns mit allen uns umgebenden höheren Bestrebungen in Fühlung ließ, das alles war zum großen Teil sein Werk und das mag mehr gelten als umfassende Untersuchungen und dickleibige Publikationen.

Daher werden die luxemburger Naturalisten ihres Vizepräsidenten Jos. Weber ohne Rückhalt gedenken als einer erhabenen Gestalt, als eines ganzen Menschen, der Jedem gegenüber war „edel, hilfreich und gut".

Edm. J. Kl.

Ueber Vulkanismus.

Einiges aus dem Kursus über allgemeine Geologie, gehalten in den Sitzungen der geologischen Section,

von *M. Lucius.*

(Fortsetzung).

Der bei diesen intratellurischen Gezeiten auf die Rinde ausgeübte Druck soll die Vulkanausbrüche und Erdbeben hervorrufen. Die Anhänger der Falb'schen Ansicht werden wohl heute noch selten sein.

Auch Poggendorf sprach sich für ein flüssiges Erdinnere aus, da diese Voraussetzung nicht zu so unglaublich hohen Temperaturen führe. Die Temperatur brauche nach dem Innern zu nur zuzunehmen bis die Materie sich im flüssigen Zustand befindet und innerhalb dieser flüssigen Massen könnte dann die Temperatur infolge der auftretenden Strömungen konstant bleiben. Wir haben indes schon gesehen, dass noch andere Erwägungen als diese gegen die ungeheuern Temperaturen im Erdinnern sprechen. Andere haben sich sogar dahin verstiegen zu behaupten, dass die feste Kruste über den flüssigen Kern hinweg gleiten könne, weil die nicht überall gleich schwere Kruste mit ihren schwereren Teilen in die Rotationsebene der Erde und die Ebene der

Sonnenanziehungskraft zu gelangen sucht. Dadurch könnten einzelne Länder bald in polare, bald in äquatoriale Regionen gelangen, wodurch sich das in früheren Perioden im Norden von Europa z. B. herrschende warme Klima wie auch die Eiszeiten erklären sollten. Es fehlt indes jeder Beweis für diese Gratisbehauptungen.

Auch Toula spricht sich, wenn zwar vorsichtig, für ein flüssiges Erdinnere aus, indem er einen gasähnlichen Zustand, der doch fest wie Stahl sei, wie von andern angenommen wird, eigentlich als einen recht gasunähnlichen bezeichnet.

Es ist auch versucht worden, Ausblicke auf den Aggregatzustand des Erdinnern zu gewinnen durch Experimente über das Verhalten der verschiedenen Substanzen beim Uebergang vom isotropen in den anisotropen Zustand. Nach neueren Untersuchungen wissen wir, dass Körper im anisotropen oder kristallisierten Zustande eine Volumverminderung erleiden; aus den Beobachtungen der untersuchten Stoffe können wir nun, wegen des ungeheuern Druckes der im Erdinnern herrscht, schliessen, dass die Massen sich auch hier im anisotropen Zustand befinden, weil sie dann den kleinsten Raum einnehmen. In den innersten Partien natürlich, wo der maximale Schmelzpunkt überschritten ist, befinden sich die Massen im isotrop flüssigen Zustand, ebenso wie dort, wo zeitweilig der Druck aufgehoben wird, die Massen aus dem plastischen anisotropen Zustand in den isotrop flüssigen übergehen.

(Diese höchst interessante Frage über das Verhalten verschiedener Substanzen beim Uebergang vom isotropen Zustand in den anisotropen ist in einer Arbeit von Hrn. Gust. Faber behandelt worden. Siehe diese Zeitschrift, 1908, Seite 234).

Die Unvereinbarkeit vieler Tatsachen mit einem flüssigen Erdkern und einer dünnen festen Schale führt zu der Hypothese, dass die Erde starr sei, wenn auch nicht absolut starr, so doch ziemlich fest und äusseren Einflüssen gegenüber nicht nachgiebig, und es entspricht diese Ansicht am besten den physikalischen und astronomischen Anforderungen. Die Annahme eines festen Kernes hat deshalb in neuerer Zeit viele Anhänger, wenn auch im Einzelnen die Ansichten weit auseinander gehen. Die einen nehmen zwischen der festen Kruste und dem festen Kern eine flüssige Zwischenschicht an, andere fassen das Wort fest gleich unbedingt starr auf, andere aber wieder sehen diese Festigkeit als eine bedingte an, die bei jeder Druckentlastung sofort wieder aufhört.

Jedenfalls sprechen für die Hypothese eines festen Erdinnern Tatsachen, welche als Ergebnisse neuerer mathematischer Betrachtungen von grösstem Belang sind. All diesen Tatsachen wird am besten die Ansicht von Wichert gerecht, nach welcher die Erde aus einem Eisenkern, einer Silikatkruste und einer dünnen eisenreichen plastischen Uebergangsschicht besteht. Die feste Kruste nimmt allmählich an Plastizität zu, die tiefern Massen befinden sich in einem latent kristallisierten Zustand und im Zentrum ist infolge der Druckzunahme die Verschiebbarkeit der Teilchen gegeneinander so gering, dass diese Partien sich äusseren Einflüssen gegenüber wie starr verhalten.

Auch Arrhenius hat eine Versöhnung der beiden Forderungen, starr und glühendheiss, im Sinne Wicherts angestrebt:

Bei der Annahme einer geothermischen Tiefenstufe von 30 m herrscht bei 40 km eine Temperatur von 1200 °C, der Druck beträgt in dieser Tiefe bei einem spezifischen Gewicht von 2,8 aber 10 840 Atmosphären.

Da bei dieser Temperatur schon die meisten Mineralien verflüssigt werden, beginnt bei einer Tiefe von 40 km an ein feuerflüssiger Zustand; hier stösst man auf das Magma, welches eine äusserst zähflüssige und wegen des auflastenden Druckes wenig zusammendrückbare Masse darstellt. Diese Zone des feuerflüssigen Zustandes besteht aus Silikatgestein, das nach unten hin immer eisenreicher wird.

Bis zu 300 km ist aber die Wärmezunahme so bedeutend, dass die kritische Temperatur eines jeden Körpers überstiegen ist und der Aggregatzustand der Materie hier ein gasförmiger ist. Hier ist aber der Druck ein so ungeheurer, und die Dichte der Gase von einer solchen Grössenordnung, dass sie sich wie ein starrer Körper verhalten.*) Dieser gasförmige Teil besteht aus Eisen und zwar beträgt dieser Teil die Hälfte des Volumens der Erde. Der Halbmesser des gasförmigen Eisenkernes wäre 80 % des Erdradius, dann kämen 15 % dieses Radius als gasförmige und 4 % als flüssige Zone von Silikatmagma, 1 % des Radius käme auf die starre Kruste.

Die Frage, in welcher Tiefe man auf flüssiges, d. h.

*) Einen solchen Zustand, meint Toula, könne man eher als einen gasunähnlichen bezeichnen. Das Gas des Erdkernes ist aber insofern ein Gas, als es infolge der ihm innewohnenden Spannkraft sich nach allen Richtungen auszudehnen versucht. Es drückt auch auf die über ihm lastenden Zonen, während eine Flüssigkeit nur auf den Boden und auf die Seitenwände einen Druck ausübt.

ausbruchsfähiges Magma stosse, ist verschiedentlich beantwortet worden, je nachdem man annimmt, dass die Vulkane in direkter Verbindung mit der flüssigen Zone ständen oder nicht. Es ist klar, dass die feste Kruste eine gewisse Dicke haben muss, die aber nicht zu bedeutend sein darf, wenn das Magma noch zum Durchbruch kommen soll. Es variiert die Annahme über die Mächtigkeit der starren Kruste gewöhnlich zwischen 150—300 km, zwischen welchen Grenzen jedenfalls der maximale Schmelzpunkt erreicht wird. Da aber wichtige Einwände dagegen sprechen, dass die Laven nicht aus einer solchen Tiefe stammen, die dem Betrag der Mächtigkeit der Erdrinde gleichkäme, welcher aus andern Ursachen für die feste Kruste gefordert werden muss, wurde die Ansicht aufgestellt, dass die Vulkane nicht aus einer Magmazone gespeist werden, welche unter der festen Kruste liegt, sondern aus einzelnen Herden, welche in derselben eingebettet sind und deshalb nur eine indirekte Verbindung mit dem flüssigen Erdinnern durch die Vulkanschlote hergestellt wird; ja von andern wird jede Verbindung zwischen der Oberfläche und dem Erdinnern in unserer Erdperiode in Abrede gestellt.

Diese isolierten Herde oder Magmabassins, auch peripherische Herde genannt, sollen in einer Tiefe von 40—100 km liegen und zwar soll der Herd um so tiefer liegen, je mächtiger und langlebiger der Vulkan ist, der von ihm gespeist wird. Diese Theorie der peripherischen Herde wurde von dem Vulkanologe Alph. Stübel begründet und lässt sich nach ihm die Entwicklungsgeschichte der Herde folgendermaßen zusammenfassen: Nachdem sich die erste, recht schwache Erstarrungskruste der Erde gebildet hatte, musste die dünne Hülle an zahlreichen Punkten von den schmelzflüssigen Massen durchbrochen werden, welche Massen sich über dieser ersten Erstarrungskruste ausbreiteten. Die Erstarrungskruste nahm durch zunehmende Abkühlung an Dicke zu, die Intensität der Ausbrüche wurde gesteigert, da mit dem wachsenden Widerstand, den die Rinde bot, schon bedeutende Mengen Explosionsstoff angehäuft werden mussten, ehe es zur Eruption kam. Es breitete sich also über der Erstarrungskruste, die nach unten hin beständig wuchs, eine Decke von eruptivem Material aus, welche Bildung Stübel als Panzerdecke bezeichnet. Die Panzerdecke kühlt sich nach und nach ab, aber sie verfestigt sich nicht einheitlich, sondern durch die ursprüngliche Erstarrungskruste dringen noch stets Nachschübe von schmelzflüssigem Material, welche Nachschübe teils zu heftigen Eruptionen Anlass geben, teils zur Ausbildung

von Bassins glutflüssigen Materials innerhalb der Panzerdecke führen, welches Material durch Nachschübe von unten in schmelzflüssigem Zustand erhalten blieb. Diese Bassins bilden die peripherischen Herde. Mit zunehmender Dicke der Erdkruste musste ein Zeitpunkt eintreten, wo die Dicke der Rinde der Spannung im Innern ungefähr das Gleichgewicht hielt. Nur an wenigen Punkten konnte eine Zerreissung der Erdrinde noch eintreten, welche aber mit solcher Mächtigkeit wirkte, dass ungeheuere Massen den peripherischen Herden zugeführt wurden und auch an der Oberfläche gewaltige Massenergüsse herbeiführten; Stübel bezeichnet diese Periode, gegen welche der heutige Vulkanismus nur eine schwache Erscheinung ist, als das Zeitalter der Katastrophen.

Vom Beginn der oberflächlichen Abkühlung bis zu diesem Zeitpunkt traten die Reaktionen des Erdinnern gegen die Oberfläche immer mehr vereinzelt auf, aber die Intensität steigerte sich im umgekehrten Verhältnisse. Aber mit noch fortschreitender Abkühlung verstopften sich die Kanäle ganz, welche der Panzerdecke durch die primitive Erstarrungskruste das Material zuführten und der Zusammenhang mit dem Innern ist heute ganz aufgehoben. Da die Laven aber schlechte Wärmeleiter sind, blieben in den peripherischen Herden die Massen noch lange ausbruchsfähig. Aus diesen peripherischen Herden, die keinen Zusammenhang mit dem Erdinnern mehr haben, werden die heutigen Vulkane gespeist, die aber mit fortschreitender Abkühlung immer mehr an Intensität einbüssen müssen.

Vor allem stimmen die Stübel'schen Ansichten mit den Hauptzügen der geologischen Entwicklung des Vulkanismus überein. Es ist zwar die Abnahme der vulkanischen Tätigkeit durch die geologischen Perioden keine gleichmässige, sondern eine oszillierende, indem Perioden schwächerer Tätigkeit mit solchen gewaltiger Erregung wechseln, doch waren im allgemeinen die vulkanischen Erscheinungen früherer Perioden viel intensiver als heute.

Es lässt sich durch die Annahme zahlreicher peripherischer Herde, deren Ausdehnung bedeutenden Schwankungen unterliegen kann, die rasche Erschöpfung mancher Gebiete wie z. B. der Eifel, der Auvergne, der schwäbischen Alb leicht erklären.

Auch die grosse Verschiedenheit in den Auswurfmassen benachbarter Vulkane wie auch ihre Unabhängigkeit von einander in betreff der Ausbrüche scheint auf isolierte Herde hinzuweisen; während z. B. der Feuerberg Vulcano sauerste Trachyte fördert, bestehen die Auswurfmassen des Stromboli

aus basaltischem Gestein und die benachbarten Vulkane, Vesuv, Aetna und der liparischen Inseln scheinen inbezug auf die Perioden der Ausbrüche unabhängig von einander zu sein.

Desgleichen weist die überraschend geringe Grösse der geothermischen Tiefenstufe in vulkanischen Gegenden auf nahe der Oberfläche liegende Herde hin; die Tiefe der Herde wird für manche Vulkane auf nicht mehr als 10 km geschätzt; während doch kaum anzunehmen ist, dass die feste Kruste Stellen solch geringer Mächtigkeit aufweisen soll.

Wenn also die Theorie Stübels zahlreiche petrographische und geologische Erscheinungen viel ungezwungener erklärt als jede andere, sind doch manche Bedenken gegen dieselbe erhoben worden. Damit in der Panzerdecke solche peripherischen Herde eingebettet liegen, welche während langer Zeiträume Vulkane speisten ohne sich jedoch zu erschöpfen und ohne zu erstarren, muß Stübel diese Panzerdecke als sehr mächtig annehmen, was natürlich nicht mit der geothermischen Tiefenstufe übereinstimmt, da diese schon bei höchstens 50 km eine glutflüssige Zone fordert.

Dieser Einwand ist jedoch nicht so schwerwiegend als es scheinen sollte. Ob die Grösse der geothermischen Tiefenstufe in grösserer Tiefe konstant bleibt oder zunimmt, dafür haben wir keinen Beweis; eine Zunahme derselben nach der Tiefe wird jedoch von namhaften Forschern angenommen. Auch Stübel umgeht dieses Bedenken, indem er zwei geothermische Tiefenstufen annimmt; die oberste hat ihre Ursache in den peripherischen Herden, daher ihre Veränderlichkeit an den verschiedenen Beobachtungspunkten, weil auch die peripherischen Herde in verschiedener Tiefe angetroffen werden; diese Stufe reicht bis zur Erstarrungskruste; die zweite geothermische Tiefenstufe erstreckt sich von der ersten Erstarrungskruste bis zum Zentrum; die Wärme nimmt gleichmässig, aber sehr langsam fortschreitend zu.

Aber auch die Annahme einer Sonderexistenz der peripherischen Herde von den zentralen Magmamassen hat Anlass zur Kritik gegeben. Da die Herde wenigstens seit dem Kambrium von den zentralen Massen abgetrennt sind, müssten sie längst erloschen sein, wegen der langandauernden Wärmeabgabe an die kältere Umgebung, falls sie nicht sehr bedeutende Dimensionen aufweisen. Waren es aber solch gewaltige Herde, dass sie trotz der bedeutenden Wärmeabgabe eine so hohe Temperatur bewahren konnten, so musste an der Basis der Herde sich bald eine solche Hitze ansam-

meln, dass die Temperatur hier der des Zentralherdes gleichkam. Es müsste also eine Schmelzung der Panzerdecke nach unten hin statthaben, so dass der peripherische Herd nach und nach wieder einen Zusammenhang mit dem zentralen Herd gewann, so dass der zentrale Herd gleichsam in tiefen Ausbuchtungen in die Panzerdecke heraufreicht. Angesichts dieser Schwierigkeit nimmt deshalb Dölter an, dass auch die peripherischen Herde durch Kanäle in beständigem Zusammenhang mit dem zentralen Teil blieben, so dass die Vulkane indirekt eine Aeusserung des glutigen Erdinnern sind.

Arrhenius gibt nicht zu, dass so nahe beieinander gelegene Vulkane wie Vesuv, Aetna und Pantellaria, deren Laven jedoch eine ganz ungleiche Zusammensetzung haben, vollständig von einander isoliert seien, sondern er erklärt dies aus der äusserst geringen Bewegung und Diffusion, die in dem sehr zähflüssigen Magma statthaben, so dass die häufig auftretenden Spaltungen im Magma diese Verschiedenheiten hervorbringen.

Arrhenius spricht sich auch gegen die Theorie der peripherischen Herde aus, ohne deshalb den Vulkanherd in größere Tiefe zu verlegen. Er meint in bezug auf den Vesuv: „Es wäre indessen unrichtig, aus der Temperatur der Vesuvlava zu schliessen, dass der Vulkanherd in einer Tiefe von gegen 50 km liegt. Sein Tiefe ist wahrscheinlich viel geringer, vielleicht nicht einmal 10 km, denn hier wie überall, wo Vulkane vorkommen, ist die Erdrinde stark gefurcht, so dass das Magma an gewissen Stellen, wo eben gerade die Vulkane sich befinden, der Erdoberfläche viel näher kommt, als anderswo."

Es erübrigt nur noch auf den sehr geistreichen Erklärungsversuch des französischen Geologen A. de Lapparent, wie das Magma die feste Kruste durchbrechen kann, einzugehen. Unter dem Bestreben sich der Volumverminderung des Kernes anzupassen, muss es in der starren Rinde, infolge der eintretenden Zerrungen, zu Dislokationen kommen. *)

*) Das Senkungsbestreben der starren Kruste wird bedingt einmal durch die fortschreitende Kondensation des Gaskernes, was eine Volumverminderung bedeutet. Dann kommt aber der Wirkung einer Volumverminderung des Erdkernes noch folgender Umstand gleich. Infolge der beständigen Temperaturabnahme des Gaskernes wegen Wärmeausstrahlung wird die Spannkraft des Gases vermindert. Gesetzt nun in einer Periode habe diese Spannkraft der starren Rinde nebst der feuerflüssigen Zone das Gleichgewicht gehalten oder: die Zentrifugalkraft des Gases war gleich der Zentripetalkraft von Magmazone, Litho-, Hydro- und Atmosphäre; es musste dann aber durch die Herabsetzung der Spannkraft der Gase eine Störung in diesem Gleichgewicht eintreten, welche in der Wirkung mit einer Volumabnahme

An diesen schwachen Stellen wird das unter gewaltigem Druck stehende Magma, infolge der hier eintretenden lokalen Entlastung, emporzudringen versuchen. Dieses Aufsteigen wird noch dadurch gefördert werden, weil infolge der Druckentlastung das Magma hier leichtflüssiger wird. Auf diese Weise wird es klar, warum eben die Vulkane in langen Reihen den noch heute lebendigen Dislokationszonen unseres Planeten aufsitzen. Wo, wie z. B. am Pazifik, aus gewaltiger Meerestiefe Gebirgsketten unvermittelt aufsteigen, übt der eingesunkene Teil, der vom Meer eingenommen wird, einen ungeheuern Druck auf das Magma aus; das Mittelglied, welches den hochaufragenden Kontinentalrand mit dem tiefgesunkenen Teil verbindet, ist natürlich infolge der Zerrung stark gelockert und da hier infolge der fortdauernden Spannung die Lockerung lang anhält, wird an diesen Stellen die Lava am leichtesten austreten können. Es ist nun Tatsache, dass da, wo die Kontinente am unvermitteltsten aus bedeutender Meerestiefe aufsteigen, sich mächtige Vulkanreihen befinden. De Lapparent kommt also wie Arrhenius zu dem Schluss, dass sich infolge der Schrumpfung der starren Rinde Furchen bilden, wo das Magma höher steht als an den andern Teilen und wo es auch zum Durchbruch kommt. Um zu beweisen, dass das Niederbrechen von Erdschollen genügt um die von den Vulkanmassen geförderten Lavamassen zum Aufsteigen zu bringen, erinnert de Lapparent daran, dass bei einem Druck, welcher den Halbmesser des heissen Kernes blos um 1 mm verringern würde, eine Lavamasse zum Ausbruch käme, welche genügte, um 510 Eruptionen zu speisen, von denen jede 1 Kubikkilometer Lava fördern könnte, während Ausbrüche wo $^1/_8$ Kubikkilometer Material ausgeworfen wird, schon aussergewöhnlich selten sind. Aber auch die Verschiedenheit in der Zusammensetzung des geförderten Materials lässt sich nach de Lapparent erklären, ohne dass man zu den isolierten, peripherischen Herden zurückzugreifen braucht.

Obwohl alle Vulkane aus einem gemeinschaftlichen Bassin gespeist werden, sind doch die in den einzelnen Furchen höher steigenden Massen von einander getrennt; die einzelnen Vulkane können aus Lagen gespeist werden, welche in bezug auf Tiefe stark variieren und da die Massen nach dem Dichteverhältnis gelagert sind, müssen die Laven

identisch ist. Da die Rinde als ungeheures Kugelgewölbe zu schwach ist um sich selbst zu tragen, musste sie dem schrumpfenden Kerne nachsinken; da sie sich aber doch nicht wie ein vollkommen plastischer Körper verhält, kam es bei diesem Nachsinken zu Falten, Brüchen und Zerrungen, welche Störungen man als Dislokationen bezeichnet.

demgemäß nach ihrer mineralogischen Zusammensetzung Verschiedenheiten aufweisen. Dann ist auch zu bemerken, dass die Laven unregelmässig verlaufende, Tausende von Metern sich erstreckende Spalten durchdringen müssen, ehe sie bis zur Oberfläche gelangen. Dass sie dabei das Nebengestein anschmelzen, Teile desselben in sich aufnehmen und so ihre Zusammensetzung ändern, ist leicht begreiflich.

Es ist Tatsache, dass die Vulkane, welche schweres, leichtflüssiges, basisches Material fördern, im Meere liegen, während die Vulkane der hohen Gebirgskette, welche den Pazifik umsäumen, leichtes, zähflüssiges, saueres Material auswerfen. Wenn man nun bedenkt, dass der Sockel der marinen Vulkane mehrere Tausende Meter tiefer liegt als die Basis derjenigen Feuerberge, welche die Kontinentalränder umsäumen, so ist es klar, dass letztere mit silikatreichem, leichtem Material, welches die oberste Schicht bildet, gespeist werden, während erstere das in tiefern Lagen sich befindende basische und schwerere Material fördern.

Neben diesen Theorien, welche den Vulkanismus in direkten oder indirekten Zusammenhang mit dem heissen Erdinnern bringen, hat es aber nicht an Versuchen gefehlt, denselben als eine Folgeerscheinung der in den Tiefen vor sich gehenden chemischen Prozesse zu erklären. Alle diese Ansichten haben indessen wenig Anklang, weil sie allzu sehr zu fruchtlosen Spekulationen führten; so hat man als bedeutende Wärmequellen die Oxydationen angesprochen, welche im Innern der Erde infolge der Infiltration des Wassers vor sich gehen. Pfaff aber hat in seiner Schrift „Geologie als exakte Wissenschaft" berechnet, dass wenn aller Sauerstoff, den die Sickerwasser enthalten, in den obersten tausend Meter die für die Erzeugung von Wärme vorteilhaftesten Verbindungen einginge, die Wärme noch nicht um 1° gehoben würde. So hat auch seiner Zeit der englische Chemiker Davy die Meinung ausgesprochen, dass im Innern der Erde gewaltige Massen von Alkalien und alkalischen Erden in unoxydiertem Zustand aufgestapelt seien, wo dann bei gelegentlichem Zutritt von Wasser eine gewaltige Entwicklung von Gasen und grosse Wärmemengen erzeugt werden. Fouqué hat ihm nun aber nachgerechnet, dass für einen einzigen grösseren Ausbruch des Aetna 7 Millionen cbm Natrium nötig wären; neben andern chemischen Gründen die gegen Davy's Theorie sprechen, erscheint eine solche Anhäufung dieser Stoffe nicht annehmbar.

Grösseres Aufsehen hat die thermodynamische Theorie des Engländers Sir Robert Mallet gemacht, die er im Jahre

1873 aufstellte und die noch heute hin und wieder ins Feld geführt wird, so dass etwas näher auf seine Ansichten eingegangen werden soll. Mallet selbst weist die „chemische Theorie“ zurück und spricht sich für die „mechanische Theorie“ aus, welche voraussetzt, dass die Erde als flüssige Masse zu betrachten sei, die von einer festen bei der Abkühlung sich zusammenziehenden Rinde umgeben ist. Er betrachtet die geologische Gegenwart als „eine Epoche einer außerordentlich dicken und starren Kruste mit verhältnismässig langsam fortschreitender Erkaltung der Erdkugel, die Herrschaft der Vorgänge, wie sie noch fortdauern, des Spieles der durch fortschreitende Erkaltung bewirkten Kräfte der Kontraktion, von denen wir zu zeigen hoffen, dass aus ihnen vulkanische Tätigkeit ihren Ursprung nimmt und anscheinend unverändert, wenn auch mit stets abnehmender Kraftäußerung sich erhält.“ Beim Beginn der Erkaltung wurde die Kruste durch die Kontraktion stark deformiert und es bildeten sich durch die Faltungen Zonen geringsten Widerstandes, in denen das Gestein bis zu grosser Tiefe in eng aneinander gepresste Bruchstücke verwandelt wurde. Auch gegenwärtig noch zieht sich die Kruste wegen der Abkühlung zusammen, und durch den Druck der bei dieser Kompression zu stande kommt, wird das Material längs der Linien geringsten Widerstandes zerquetscht. Diese Arbeitsleitung wird in Wärme umgesetzt, die sich an den Druck- und Zerquetschungsstellen bis zur Rotglut und Gesteinsschmelze steigern kann. Mallet definiert die vulkanische Tätigkeit demnach so: „Die Wärme, aus der die vulkanische Tätigkeit der Erde gegenwärtig sich herleitet, wird in der festen Erde durch Umsetzung der mechanischen Arbeit der Zusammendrückung oder der Zerquetschung der Teile dieser Rinde lokal erzeugt, Diese Zusammendrückungen und Zerquetschungen werden durch die schnellere Kontraktion des heissen Erdkernes infolge der Erkaltung oder durch das mehr oder weniger freie Nachsinken der Kruste durch ihre Schwere bewirkt. Die vertikale Wirkung der Kontraktion löst sich hierbei in tangentiale Pressungen und Bewegungen im Innern der Erdrinde selbst auf.“ Wie wohl also Mallet die vulkanische Hitze nicht durch Verbindung mit dem heissen Erdinnern oder durch peripherische Herde ableitet, sondern durch die bei der Zerquetschung der Kruste in Wärme umgesetzte mechanische Arbeit, so bemerkt doch de Lapparent treffend, dass er, statt die Temperaturzunahme nach der Tiefe direkt mit dem flüssigen Erdinnern in Verbindung zu bringen, dies doch auf einem Umwege tue, durch die Vermittlung der Kontraktion der Erde, welche doch nur eine

Folge des sich abkühlenden, heissen Kernes sei. Statt einer muss er zwei Wärmequellen annehmen: die Eigenwärme und die durch die Umsetzung der mechanischen Arbeit bei der Gesteinszermalmung erzeugte. Die durch die Gesteinszermalmung entstehende Wärme wird nun folgendermaßen verbraucht:

„1. Wärme wird in Erhebungs- und Auswurfsarbeit umgewandelt.

2. Wärme wird zum Schmelzen oder zur Erhitzung von festen Auswurfsmassen verwendet.

3. Wärme wird in der Form von Dampf etc. an den vulkanischen Ausbruchsstellen verzehrt und ausgestrahlt."

Die Berechnung Mallets ist folgende:

Zuerst berechnet er, dass die Schwere der nicht unterstützten festen Erdrinde genügt um die festesten Gesteine zu Pulver zu zermalmen. Dann will er an speziellen Untersuchungen nachweisen, dass die Zerdrückung von 1 cbm festem Gestein genug Wärme hervorbringt, um 300 kg Eis zu schmelzen. Indem er das spezifische Gewicht des den Vesuv zusammensetzenden Materials zu 2 annimmt, ergibt sich ein Gewicht von 48 133 730 304 Tonnen.

Für die Erhebungs- und Auswurfsarbeit (sub 1°) dieser Masse ist eine Wärmemenge nötig, die bei der Zerdrückung von $^8/_9$ Kubikmeilen Gestein entsteht. Zur Erhitzung und Schmelzung dieser Massen (sub 2°) werden $15^2/_3$ Kubikmeilen zerdrückten Gesteins verbraucht; für die Wärmeverluste (sub 3°) sind $2^2/_3$ Kubikmeilen erfordert, so dass rund 19 Kubikmeilen zerdrückten Gesteins für einen Vulkan nötig sind, was für die 400 tätigen Vulkane 7600 Kubikmeilen ausmachen. Da nach Mallet 987 Kubikmeilen zermalmten Gesteins dem jährlichen Wärmeverlust der Erde entsprechen, so genügten 8 Jahre um sämtliche heutige Vulkankegel zu bilden, wenn alle durch die Gesteinszermalmung geschaffene Wärme auf die vulkanische Tätigkeit verwandt wird.*)

Damit die durch die Gesteinszermalmung gelieferte Wärme ausreicht, muss die Zerdrückung plötzlich und ohne Fortführung von Wärme geschehen, im Gegensatz zu den säkularen Senkungen, welche grosse Länderstriche um Tausende von Fuss in vertikaler Richtung verschieben, ohne dass es aber zur Bildung von Vulkanen kommt, wie auch

*) In Wirklichkeit nimmt Mallet an, dass von der von der Erde abgegebenen Wärme nur $^1/_{1000}$ für vulkanische Erscheinungen verwendet werden und für diesen geringen Bruchteil nimmt er grade eine eigene Wärmequelle an; die $^{1999}/_{1000}$ die durch Strahlung an den kalten Himmelsraum abgegeben werden und für die Thermen nötig sind, stammen vom heissen Erdkerne.

ganze Bergketten durch solche langsame Verschiebungen im vertikalen Sinne geschaffen werden, ohne dass diese gebirgsbildenden Erscheinungen von vulkanischen Ausbrüchen begleitet sind. Diese Gesteinszermalmung als lokale Erscheinung soll das Verlöschen und die Nichtperiodizität der Vulkane erklären, und weil sie nur an Stellen geringsten Widerstandes erfolgt, deshalb ist die Anordnung der Vulkane eine reihenförmige. Wasser und hohe Temperatur müssen auch nach Mallet zusammentreffen, damit die vulkanischen Erscheinungen zustande kommen, und er verlegt die zur Bildung der ausbrechenden Massen nötige Wärme nur in diese Zonen der Gesteinszermalmung, weil er es für unmöglich hält, dass Wasser bis zum heissen Kern vordringen kann, da die Kruste 300—800 Meilen dick sein müsste. Wie diese Schwierigkeit heute gelöst wird, haben wir anderorts erwähnt. Würden sich aber die Laven auf diese Weise bilden, müssten sie auch gleiche Zusammensetzung mit den dort vorkommenden Sedimenten haben, was aber nicht der Fall ist. Aber auch die Lokalisierung der Zermalmung auf einige Punkte bleibt unerklärt. Der Tangentialdruck in der Rinde ist eine allgemeine Erscheinung und die durch denselben hervorgebrachte Zermalmung kann nicht auf einige Punkte beschränkt bleiben, zumal auch die Wärme nach dem Innern universal zunimmt. Allgemeine Wärmezunahme und lokale Ursache dieser Zunahme sind doch unvereinbare Dinge.

Dann müssten auch gewaltige Senkungen das Charakteristikum der vulkanischen Gegenden sein, wenn auf einem engbegrenzten Raum solche Massen aus den Tiefen befördert würden. Auf den ganzen Magmaherd verteilt, bedeutet dies eine verschwindend kleine Volumenabnahme, aber bei der Anschauung Mallets müssten sich gewaltige Hohlräume bilden, und die Zusammenbrüche müssten die Regel sein, während sie jetzt die Ausnahmen bilden. Diese willkürliche Konzentration der durch Kontraktion geschaffenen Wärme lässt sich durch kein Argument beweisen, und die Mallet'sche Theorie leidet an demselben Fehler, der denjenigen Ansichten anhaftet, welche die Erde einfach als starre, kalte Masse betrachten und aber glauben, der Druck der übereinandergelagerten Schichten verbunden mit den im Erdinnern vor sich gehenden chemischen Umsetzungen genüge, um den Vulkanismus zu erklären. Wie unbedeutend die Erhitzung durch Oxydation ist, ist bereits dargetan worden, und für die Zusammendrückbarkeit infolge der auflagernden Schichten weist Pfaff an der Hand von Experimenten nach, dass aus dieser Ursache allein, in einer Tiefe

von 800 m blos eine Wärmezunahme von $^1/_{113}$ Grad erfolgt. All diese schwerwiegenden Argumente haben die meisten der heutigen Geologen dahin gebracht, den Schmelzfluss der vulkanischen Gesteine mit der Entwicklungsgeschichte unseres Planeten in Zusammenhang zu bringen und darin einen Rest jenes Aggregatzustandes zu sehen der dem Erdkörper ursprünglich in seiner Gesamtheit zukam. In diesem Sinne schliesst auch Roth in der Zeitschrift der deutschen geol. Gesellschaft eine Kritik der Mallet'schen Arbeit mit dem Satze: „Fasst man alles zusammen, so erscheint es weder bewiesen, dass durch die Zerdrückung der Gesteine und durch die daraus vermittelst Umsetzung gewonnene Wärme die vulkanische Tätigkeit bedingt werde, noch ist der Nachweis geliefert, dass die bisherigen Theorien so unzureichend seien, um die Annahme einer neuen Ursache notwendig erscheinen zu lassen. Die hohe Temperatur des Erdinnern und der Zutritt des Wassers zu demselben mittelst Kapillarspalten genügen, wenn auch nicht alles auf genaue Zahlen zurückgeführt werden kann, zur Erklärung der explosiven vulkanischen Erscheinungen.“ (Forts. folgt).

Die der Landwirtschaft schädlichen Insekten,

deren Lebensweise und Bekämpfung,

von **Victor Ferrant,** Präs. der zool. Sektion der Ges. Lux. Naturfreunde.

(Fortsetzung.)

2. Unterfam. **Scolytini.** *Splintkäfer.* Bauch vom 2. Ring an steil aufsteigend; Flügeldecken, flach aufliegend, den Hinterleib nicht bedeckend; Kopf schnauzenförmig zugespitzt, vorstehend; Schienen an der Außenseite weder gesägt noch gezähnelt, drittes Fußglied zweilappig. — Umfaßt nur eine Gattung, deren Arten ausschließlich auf Laubhölzer angewiesen sind. Die Brutgänge sind einarmige Längs- seltener Quer- oder Diagonalgänge. Die Generation ist eine einfache.

9. Gatt. **Scolytus** Lac. (= **Eccoptogaster** Hbst.) Splintkäfer. Fühlergeißel 6 gliedrig, mit eiförmigem Endknopfe; Flügeldecken an der Spitze gerade, nicht nach abwärts gewölbt; Vorderschienen an der Spitze mit einem großen, hornigen Haken. — Mit zwei für den Obstbau besonders schädlichen Arten, weil sie nicht nur kränkelnde, sondern auch gesunde Bäume angreifen. Fünf weitere Arten verteilen sich auf Ulme, Eiche, Birke und Hainbuche.

1. *Scolytus pruni* Rtzb. (=*piri* Rtzbg. = *castaneus* Rtzb.) Grosser Obstbaum-Splintkäfer. Länge 4 bis 4,5 mm. Schwarz, glänzend, Vorder- und Hinterrand des