

wulst im Norden geschaffen hat, nämlich dem Vorrücken der gesamten Kontinentalmasse gegen Norden. Davon sondert sich aber vollkommen scharf, als ein Bauwerk ganz anderen tektonischen Stiles, der Faltenwulst selbst, d. i. das in sich geschlossene Kontinentalrandgebirge im Norden.

Meine Ansicht über den Bau des Westens, über einen im Rücken der Bretagne abzutrennenden biskayisch-aquitaischen Block, habe ich an anderer Stelle dargelegt. (Bausteine II, S. 171.)

Selbstverständlich soll und kann hier an den reichlichen Beobachtungen Dr. Gaertners keine Kritik geübt werden. Was er im weiteren ausführt, wird aber hier zum Anlaß genommen, um zu zeigen, wie sich aus anderen allgemeineren theoretischen Einstellungen eine andere Auffassung der regional tektonischen Zusammenhänge und damit eine durchaus andere Form des tektogenetischen Geschehens ergibt. Das Schema des zweiseitigen Orogens verblaßt gegenüber den aus dem greifbaren Stoffe zu gewinnenden Unterscheidungen. Dabei handelt es sich nicht nur um ein Abweichen von der durch das zweiseitige Orogen gegebenen „Norm“, nicht nur um stärkeres oder schwächeres Hervortreten oder Ausscheiden einzelner Teilglieder des symmetrischen Orogens, sondern um eine von Grund aus verschiedene Uranlage des tektonischen Bauwerkes, in dem die asymmetrisch einseitig nach Norden gerichtete Gesamtbewegung durch die örtlich beschränkteren Gegenbewegungen im Innern der bewegten Scholle nicht aufgehoben wird.

Hier auf dem knappen Raume kann nur ein kleiner Teil der Argumente vorgebracht werden. Um die gegensätzlichen Auffassungen in allen Bezügen gegeneinander abzuwägen, müßte man vom Grund aus beginnen; denn das ganze ungeheuerliche geologische Geschehen in seinen so vielfältigen Auswirkungen wird nach anderen Maßstäben gemessen. Aber ich hoffe, daß ich mit der Zeit noch genügend Gelegenheit finden werde, um mit wünschenswerter Ausführlichkeit zu zeigen, daß das, was dieses eine Beispiel lehrt, auch für die anderen Orogene gilt; daß, wie ich es schon wiederholt ausgesprochen habe, kein Orogen oder Faltengebirge auf der Erde, wie eine verbreitete Theorie es behauptet, aus einer vorgebildeten Geosynklinale zwischen zwei starren Schollen nach zwei Seiten überquellend symmetrisch herausgepreßt worden ist.

F. E. Sueß.

A. Rittmann: *Vulkane und ihre Tätigkeit.* V + 188 Seiten, 25 Abbildungen und einer Tafel. F. Enke-Verlag, Stuttgart 1936.

Das Buch enthält eine knappe und doch sehr inhaltsreiche Darstellung der vulkanischen Vorgänge nach den neuesten Erfahrungen in den in Betracht kommenden Wissenschaften, der Geologie, der Gesteinskunde, der Chemie und der Physik. Es ist ebenso begrüßenswert für den Lernenden wie für den Kundigeren, der sich rasch über den allgemeinen Stand unserer Vorstellungen von den für das Verständnis der Erdgeschichte so bedeutungsvollen Erscheinungen unterrichten will. Zuerst werden die schwächeren Erscheinungen des Vulkanismus, die Solfataren und Geisern, behandelt. Methodisch recht klare Beschreibungen leiten fortschreitend zu den stärkeren und stärksten Eruptionen und daraus ergibt sich eine neue, reichlicher gegliederte Systematik der Vulkantätigkeit. Ihre wichtigsten Grundlagen sind die diffuse oder zentrale örtliche Bindung, der gleichmäßigere oder wechselnde Verlauf der Ausbrüche, die Art und Menge der geförderteten Stoffe und die morphologischen Wirkungen der Ausbrüche. An Ausbruchdiagrammen wird das Begriffliche der Unterscheidungen erläutert. Anschließend an die Aufzählung der

Förderprodukte der Vulkane werden die Vulkanite in Kürze nach ihren mineralogisch-petrographischen und chemischen Eigenschaften gekennzeichnet.

Den gebräuchlichen Gruppen der Vulkanbauten und -Formen werden weitere zugeordnet. Ob es aber zweckmäßig ist, die eruptiven Lakkolithen und Lagengänge, wie sie von Stark in den Euganeen, von Fenner am Katmai in Alaska und von Robinson in Arizona festgestellt worden sind, als „Eruptionsplutone“ zu bezeichnen, das mag wohl bezweifelt werden. Nach feststehender Begriffsbildung werden mit den Bezeichnungen vulkanisch und plutonisch die magmatischen Gesteine und Vorgänge der Oberfläche und der Tiefe unterschieden, und der Ausdruck plutonisch muß unbedingt den Magmakörpern mit eigentlicher plutonischer Erstarrung vorbehalten bleiben, die nach ihren zumeist viel großartigeren Abmessungen, nach ihren Verhältnissen und vor allem nach ihren Erstarrungsvorgängen weit abstehen von den die Oberfläche erreichenden Magmakörpern, zu denen auch die Eruptionslakkolithen gehören.

Vortrefflich durchgeführt in seiner knappen Klarheit ist der Abschnitt über die physikalisch-chemischen Eigenschaften des Magmas. Es wird gezeigt, wie aus den in der Kristallisation ausgedrückten Erstarrungsvorgängen, aus der eingeschalteten, vorwiegend durch die Schwere geleiteten Kristallisationsdifferentiation, der Aufnahme fremder Stoffe und der Abscheidung leicht flüssiger Bestandteile die verschiedenen Typen der Magmen entstehen können; ferner, wie durch die zunehmende Kristallisation bei sinkender Temperatur und den dadurch gesteigerten Gasgehalt in der Restschmelze eine „thermisch-retrograde“ Dampfdrucksteigerung das Magma erst eigentlich eruptionsfähig macht. Auch der Ablauf dieser Vorgänge wird an scharf umrissenen Diagrammen mit gewundenen Kurven erläutert.

Mißverständlich ist die Berufung auf eine Anschauung von E. Sueß und die Angabe, daß er die Eruptionsfähigkeit des Magmas kategorisch in Abrede gestellt und als die alleinige Ursache des Hervortretens des Magmas das „Herausquetschen“ angesehen hätte. Darin zeigt sich abermals die häufige Wahrnehmung, wie die allgemeinen Anschauungen von Forschern in bestimmte Formen gepreßt, und entsteht in Umlauf gesetzt werden. Ein Blick in den betreffenden Abschnitt des „Antlitz der Erde“, III, S. 641, hätte den Verf. besser unterrichtet. Dort wird das Aufsteigen der Batholithen, das Nachbrechen des Daches und der Austritt des Magmas an die Oberfläche durch die Vulkanschlote geschildert. An der aktiven Wirkung des Magmas in der Nähe der Oberfläche, in dem vulkanischen Bereiche, von dem bei Rittmann allein die Rede ist, hat E. Sueß nicht gezweifelt. Das ergibt sich allein schon aus seinen Darlegungen über die südafrikanischen Eruptionsschlote. Er hatte keinen Anlaß, näher einzugehen auf den Mechanismus im Vulkanschlote und auf die im Magma selbst enthaltenen treibenden Kräfte.

Allerdings war er der Ansicht, daß die Verteilung der Vulkane im großen tektonisch bedingt ist; nur in diesem Sinne wurde das Magma als passiv bezeichnet. Die enge Formulierung der Frage nach der Abhängigkeit der „Vulkane von Spalten“ rührt von Branca selbst her und seine Berufung auf die Vulkanembryonen von Urach geht an dem eigentlichen Probleme vorüber. Solche durch die Zustände in der nächsten Oberfläche bedingten Vorgänge können keinen Aufschluß geben über die in tieferen Strukturen begründeten großtektonischen Zusammenhänge. Die Form der Magmaaustritte in der schwäbischen Alp ist offenbar veranlaßt durch die Fähigkeit der Basalte die oberste Kalkdecke vermutlich unter Zutritt von phreatischem Wasser — zu durchschlagen. Die Zufuhrwege aus der Tiefe, durch das Grundgebirge im Liegenden, sind ohne Zweifel tektonisch vorgebildet; so wie überhaupt

der oligozäne und jungtertiäre Vulkanismus in Mitteleuropa, und auch sonst allenthalben auf der Erde der Austritt atlantischen Magmas, an junge Bruchsysteme gebunden ist. Von einem „Standpunkte, der aufgegeben werden muß“ kann nach dieser Sachlage nicht die Rede sein; denn kaum von irgend jemandem dürfte die Aktivität des Magmas im Vulkanschlott und in der Nähe der Oberfläche geleugnet werden.

Die Darstellung des Verhältnisses zwischen potentieller und kinetischer Ausbruchenergie mit dem beigegebenen Diagramme erklärt in exakter Form, warum bei Verzögerung des Initialdurchbruches die explosive Tätigkeit über den ruhigen Ausfluß den Vorrang gewinnt. Damit kann nun der Verlauf der Ausbruchstätigkeit individueller Vulkane mit den möglichen Abwandlungen und Störungen durch Assimilation und andere Umstände erläutert werden. Hieraus ergibt sich die Grundlage für ein genetisches System der Vulkane. Die älteren Einteilungen in durch bestimmte Eruptionsphasen geformte Gruppen von Vulkangestalten werden aufgelöst. An ihre Stelle treten zwei Hauptgruppen: einfache Vulkanbauten mit gleichbleibender wiederholter Förderung eines qualitativ einheitlichen Magmas und zusammengesetzte Vulkanbauten mit wechselnder Förderung während des Aufbaues; sie bestehen aus ineinander- und übereinandergebauten einfachen Vulkanen. In der ersten Gruppe werden wieder einfache Zentralvulkane und einfache Linearvulkane unterschieden. Die zweite Gruppe gliedert sich in normal, rekurrierend und invers zusammengesetzte Vulkane, je nachdem die einzelne Bauform dem normal fortschreitenden Entwicklungszustande der erstarrenden Restschmelze entspricht, oder in den Bauformen einfach oder mehrfach wiederkehrende, der normalen entgegengesetzte Entwicklungszustände ausgedrückt sind. Der Vesuv gehört zu den inversen Formen, und hier wird die Umkehr auf die Assimilation der Apenninenkalke in der Tiefe zurückgeführt.

Die Tiefenlage der Vulkanherde kann unter Umständen, wie beim Vesuv, aus Xenolithen erschlossen werden, die einer Schichtfolge von abzuschätzender Mächtigkeit im Liegenden des Vulkans entstammen. (Die aufschlußreichen Untersuchungen über die oberflächennahen Stöcke und Gangsysteme auf Rum und Skye könnten hier erwähnt werden.)

Die schon von Becke vermutete Entstehung der pazifischen Magmen aus atlantischen durch Assimilation von Kieselsäure und Tonerde wird auch hier vertreten. Der bevorzugte Verband der pazifischen Magmen mit den Faltenzonen und der atlantischen mit den Bruchgebieten ist ebenfalls bereits von Becke, dem Schöpfer der Begriffe, und nicht zuerst von Niggli und Barri erkannt worden. Den beiden von Becke unterschiedenen beherrschenden Sippen wird von Niggli eine dritte, vorläufig nur durch jungvulkanische Gesteine vertretene Sippe, die mediterrane, zugeordnet. Ihr wird eine Mittelstellung eingeräumt und ihre Entstehung durch Aufnahme von Kalkstein wahrscheinlich gemacht.

Die Schlußfolgerungen stimmen mit dem überein, was die plutonische Tiefe lehrt, wo die Granite von pazifischem Typus über große Flächen hin durch eine Migmatitfront mit der Unterkruste verbunden sind, während die atlantischen Tiefenmassen schärfer umgrenzte Magmakammern ausfüllen. (Siehe auch F. E. Sueß, *Periplutonische und enerogene Regionalmetamorphose*, Fortschr. d. Geologie, Bd. XIII, H. 42, 1937, S. 65.)

Es ist klar, daß ein letztes Verständnis der vulkanischen Vorgänge nicht ohne Bezug auf die großzügige regionale Tektonik gewonnen werden kann; dennoch kann man sagen, daß der Abschnitt „Vulkanismus und vulkanische Struktur“ bereits den eigentlichen Gegenstand des Buches, d. i. die „Darstellung der Vulkane und ihrer Tätigkeit“ überschreitet. Sie führt zu einem Fragen-

komplex, der nicht ohne eingehenderen Bezug auf die großen tektonischen Zusammenhänge und die tieferen Gefüge von weiten Erdräumen erfolgreich behandelt werden kann, wenn auch gewisse auffallende Gesetzmäßigkeiten schon im äußeren Erdbilde sichtbar werden. Zu diesen gehört vor allem die in einem Kärtchen verzeichnete Verteilung der Magmensippen über die großtektonischen Einheiten der Erde, der „Urozean“, über dem vermutlich das Sima fehlt, mit fast ausschließlich atlantischem Basaltvulkanismus, die Kontinentaltafeln mit gemischtem Vulkanismus, denen sich Atlantik und Indik anschließen und über denen eine dünne Sialkruste vermutet wird, und die den Pazifik umrahmenden Orogengebiete mit dem Antillenbogen; hier herrschen fast ausschließlich die pazifischen Magmen, und zwar noch extremer in den asiatischen Inselbögen als in den Kordillerenketten der beiden Amerika. Ein Sonderfall ist, wie gesagt, der nicht ganz richtig als tektischer Typus bezeichnete, durch die Aufnahme von Kalk aus dem Untergrunde geprägte Vulkanismus des Mittelmeers. Der atlantische Vulkanismus des Tertiär in Mitteleuropa ist kennzeichnend für spät zertrümmertes Gebirge und wird wohl zu Unrecht als angeblicher Vorlandvulkanismus mit der alpinen Orogenese in Verbindung gebracht.

Es verdient hervorgehoben zu werden, daß bereits Daly die Umkehr der in den Mengenverhältnissen der Ergußformen und Tiefenmassen der basaltischen und der granitischen Magmen ausführlich behandelt und auf die ungleiche Verbreitungsform eines ursprünglichen, undifferenzierten basaltischen Magmas und dem im Aufsteigen aus der Tiefe durch Differentiation nach der Schwere abgeschiedenem sauren Anteile zurückgeführt hat. Hier wird dem basaltischen „ursprünglichen“ Vulkanismus der „entartete“ Vulkanismus gegenübergestellt; er entspricht dem, was sonst als pazifisches Magma unterschieden wird. Nach der herrschenden tektonischen Theorie wird seine Entstehung vor allem in die Orogene verlegt, wo „die Durchmischung des Magmas mit Sialmassen und Sedimenten am intensivsten“ sein soll. Mit Rücksicht auf die dem tieferen Grundgebirge zu entnehmenden Erkenntnisse wird diese Vorstellung zu berichtigen sein; denn das tiefere Grundgebirge in verbreiteten Erdstrecken lehrt, daß der Migmatitkontakt im Verbands mit dem pazifischen Magma allenthalben an der Berührungsfläche mit der Unterkruste und insbesondere außerhalb der Orogene angetroffen wird, und daß das Magma dort in der Form von Kammvulkanen durchbrechen kann, wo die das Orogen schaffende Scholle an den überwältigten Faltenbau herangepreßt wird, wie das Ref. schon wiederholt ausgesprochen hat. (Siehe u. a. Geol. Rundschau, 1927, S. 149.)

Der letzte kurze Abschnitt über Vulkanismus und Gebirgsbildung kann nur als ein allgemeiner Hinweis darauf angesehen werden, welche Rolle in diesen größten Fragen der geologischen Forschung dem Vulkanismus zukommt. Ein näheres Eingehen darauf würde den Rahmen dieser Schrift weit überschreiten. Das eine kann aber doch gesagt werden, daß die Haarmannsche Oszillationstheorie, der sich der Verfasser anschließt, nicht im Einklange steht mit dem aus den tieferen Strukturen zu erschließenden Bewegungsbilde.

Die hier vorgebrachten Einwände beeinträchtigen nicht das höchst anerkennende Gesamturteil über das Buch, mit dem es dem Verf. gelungen ist, die Erscheinungsformen und die innere Dynamik des Vulkanismus in ihren vielfältigen Zusammenhängen in so knappen Umrissen und dennoch in hinreichender Vollständigkeit und auf exakter chemisch-physikalischer Grundlage dem Verständnisse so leicht zugänglich zu machen. Er hat damit unser Schrifttum über die allgemeineren geologischen Fragen durch einen sehr schätzenswerten Beitrag bereichert.

F. E. Sueß.