

Schollen unseres Gebietes sind der Siebengebirgsgraben, der Hardthorst, der Graben des Rheintals, der Kreuzberghorst, der Duisdorfer Graben, der Bornheimer Horst, der Adendorfer Graben. Auf den Blättern Godesberg und Bonn sind keine Bruchlinien verzeichnet, wohl deshalb, weil sie meist unter jungen Aufschüttungen verborgen liegen. Aus diesem Grunde sind auch gewisse Ungleichheiten in der Auffassung von Fliegel und Rauff wohl verständlich.

Seitdem Alexander von Humboldt seine erste Publikation dem Basaltbruch am Unkelstein widmete und seit der ältesten geologischen Beschreibung unserer Gegend durch den Engländer Horner, seit Zehlers Untersuchung des Siebengebirges, Thomae's Arbeit über den Rodderberg, v. Dechens unermüdlicher Durchforschung der Sieben Berge und des Landkreises Bonn bis auf unsere Tage, in der die mit der größten Hingebung aufgenommenen Karten unserer engsten Heimat von der Preußischen Geologischen Landesanstalt herausgegeben sind, hat die Umgegend von Bonn der geologischen Wissenschaft immer wieder Anreiz gegeben, sich mit ihr zu beschäftigen, und sie bietet auch heute noch genug Probleme, um ihr noch für lange Zeit als ein Feld der Tätigkeit zu dienen.

### **Sitzung vom 4. Juni 1924.**

Vorsitzender: Herr Steinmann. Herr Wanner, Koernicke, Hesse: „Geologie, Botanik, Zoologie des Krakataus“.

### **Sitzung vom 9. Juli 1924.**

Vorsitzender: Herr Steinmann. 1. Herr Simon: „Über Mutationen bei Pflanzen“. 2. Herr Schmidt: „Über einen der Muskelkontraktion ähnlichen Vorgang“.

### **Sitzung vom 21. Juli 1924.**

Vorsitzender: Herr Pfeiffer. 1. Herr Steinmann: „Über den Chemismus in der Wüste“. 2. Herr Rheinboldt: „Bestandteile und Funktion der Galle“.

Prof. Steinmann sprach unter Vorführung von Lichtbildern

### **Ueber den Chemismus in der Wüste,**

besonders auf Grund seiner Beobachtungen in der Atacama-Wüste. Wenn auch grundsätzlich die Vorgänge in diesem extremen Wüstengebiet nicht von denen anderer Wüsten abweichen, so treten doch gewisse Besonderheiten hervor, die durch außergewöhnliche örtliche Einflüsse bedingt werden. Dahin gehören die ungewöhnlich reichen Vorkommen der Haloidverbindungen von

Schwermetallen im Ausgehenden der dortigen Erzlagerstätten sowie die ihrer Entstehung nach noch umstrittenen Salpeterlager und die Boronatrokalzit-Vorkommen.

Schon die beschränkte Verbreitung dieser sonst in der Natur verhältnismäßig seltenen Stoffe und die Tatsache, daß ihre Verbreitungsgebiete im Wesentlichen zusammenfallen, deuten auf einen örtlich bedingten und zugleich gemeinsamen Ursprung. Ihr Vorkommen kann nicht dem Wüstenklima als solchem allein zugeschrieben werden, da ein nur schwach gemildertes Wüstenklima auch den nördlich an Atacama grenzenden Küstenstrich Perus beherrscht und im Amotapegebiete des nördlichsten Peru sogar ein extremes Wüstenklima wieder auftritt, ohne daß jene Stoffe hier wieder erschienen.

Die Verbreitungsgebiete gestalten sich folgendermaßen:

Die Boronatrokalzitlager reichen aus der Breite von Copiapó (Maricunga 27°) bis O Arequipa (Salinas 16° 20'), die Haloidverbindungen der Erzlagerstätten von rund 28° 30' bis rund 18° und die Salpetervorkommen von Maricunga (27°) bis an die heutige Südgrenze Perus unter 18°. Sie verteilen sich also auf eine Strecke von rund 12 Breitengraden oder 1300 km, und alle füllen diese Strecke nahezu vollständig aus. Während die Boronatrokalzitlager auch über die Westkordillere nach N.-Argentinien etwas hinübergreifen, beschränkt sich die Verbreitung der anderen Stoffe auf den schmalen Steifen des pazifischen Abhanges des Gebirges von rund 100 km Breite.

Für die borsäuren Salze ist die Herkunft unbestritten, da wir nur eine Quelle für so große Mengen kennen, die vulkanische. Mit dieser Deutung harmoniert auch in ausgezeichneter Weise die Verbreitung der tätigen oder erst vor Kurzem erloschenen Vulkane der mittleren Vulkanzone der Kordillere, die aus der Breite von Copiapo (27° 30') bis etwas N Arequipa (16° 10') reicht. Hier wird der Zusammenhang zwischen jungvulkanischer Tätigkeit und der oberflächlichen Verbreitung eines ausgesprochen vulkanischen Exhalationserzeugnisses ganz offenkundig. Wo die Vulkanzone im N und S endigt, verschwinden auch die Boronatrokalzitlager, obgleich zu ihrer Erhaltung nicht einmal ein extremes Wüstenklima notwendig erscheint, da die Borsäure sich mit Kalzium und Natrium zu einem in Wasser unlöslichen Doppelsalze verbindet. Wenn also S und N der Vulkanzone von Atacama die Borate fehlen, so kann das nur mit dem Verschwinden ihrer Quelle zusammenhängen. Wie schon bemerkt, beschränkt sich das Vorkommen des Borats nicht auf den Westabhang des Gebirges, sondern es findet sich auch in erheblicher Menge im O der Vulkanzone im nördlichen Argentinien, bleibt aber in seinem Auftreten doch streng an die Nähe der Vulkanzone gebunden.

Von allen Theorien, die zur Erklärung der Entstehung des Chilesalpeters aufgestellt worden sind, kann nur die vulkanische befriedigen. Von einer jungen Meeresbedeckung der Salpetergebiete kann keine Rede sein,

und das gelegentliche Vorkommen ziemlich reinen Salpeters in dem jungvulkanischen Tuff von El Toro bei Maricunga liefert den sicheren Beweis für die Richtigkeit dieser Erklärung. Begreiflicher Weise hat denn diese Deutung auch in der letzten Zeit bei Forschern der verschiedensten Nationen Boden gewonnen; für mich stand sie fest, seitdem ich vor über 40 Jahren die Lagerstätte im vulkanischen Tuff bei Maricunga kennen lernte. Während fast alle Forscher, die einen vulkanischen Ursprung annehmen, die Quelle in den jungen Vulkanen der Kordillere suchen, hat Whitehead (Economic Geology, 15, 1920, 187), einer Anregung Lindgrens folgend, ihn in den Effusivgesteinen (Diabasen, Melaphyren, Porphyriten) der sog. Porphyritformation (Jura und Kreide) finden wollen, die in weiter Verbreitung den Untergrund der Salpetergebiete zusammensetzt. Hiergegen spricht aber, ganz abgesehen von dem klassischen Vorkommen von Maricunga, die Schwierigkeit oder Unmöglichkeit, daß sich so leicht lösliche N-Verbindungen wie Salpeter oder Ammonsalze, aus denen er entstanden sein könnte, in vulkanischen Tuffen seit der mesozoischen Zeit hätten erhalten können; ferner die Tatsache, daß keineswegs überall die mesozoischen Effusivgesteine den Untergrund der Salpetergebiete bilden. Und schließlich wäre nicht einzusehen, weshalb der Salpeter dort fehlt, wo die fraglichen Gesteine außerhalb der Salpetergebiete vorkommen und ebenfalls ein Wüstenklima herrscht. Der organische Ursprung des Salpeters, häufig aber meist in unklarer Weise begründet, erscheint völlig unzureichend in Anbetracht der gewaltigen Menge des Stickstoffs und der Tatsache, daß in einem Trockenklima, wie es zur Erhaltung des Salpeters nötig ist, die nötigen Mengen von Mikroorganismen überhaupt nicht gedeihen können.

Andererseits wird die vulkanische Entstehung des Salpeters durch das mehrfach festgestellte Zusammenvorkommen mit Borat gestützt.

Die ungewöhnlich großen Mengen von Jod (in der Form von jodsauren Salzen), die den Salpeter auszeichnen, können ebenfalls ungezwungen auf vulkanischen Ursprung zurückgeführt werden, zumal nachdem die oft herbeigezogene andere Quelle, die Tangmassen aus einer früheren Meeresbedeckung, sich als unmöglich erwiesen hat.

Erscheint ein vulkanischer Ursprung sowohl für das Borat als auch für die N-Verbindungen und das Jod ganz begreiflich und mit der Verbreitung dieser Stoffe im Einklang, so bleiben doch noch verschiedene andere Fragen, die sich damit verknüpfen, schwer lösbar. Ein derartiges Problem besteht in Art des heutigen Vorkommens des Salpeters am Rande der bolsonartigen Becken. Dieses rein örtliche Problem möge hier unerörtert bleiben, Whitehead hat sich mit ihm eingehend befaßt. Es mag nur betont werden, daß eine äolische Herkunft des Salpeters (oder wenigstens der N-Verbindungen) und eine durch geringe Niederschläge bewirkte Konzentration am Rande der Becken die tatsächlichen Verhältnisse hinreichend gut zu erklären scheint.

Weit schwieriger ist eine andere Frage zu lösen. Wenn Borat, N-Verbindung und Jod Exhalationen der Vulkanzone von Atacama sind, so können diese Stoffe aus den Vulkanen wohl nur in der Form von Borsäure, Jod und Ammoniak ausgestoßen sein. Die Borsäure brauchte sich nur mit den weit verbreiteten Natriums und Kalziums Salzen umzusetzen, um den Boronatrokalzit zu liefern. Aber die Stickstoffverbindung kann nach Analogie mit den Exhalationsprodukten heutiger Vulkane doch nur als Ammoniak oder als Ammonsalz gefördert worden sein. Um Salpeter daraus zu erzeugen, bedarf es einer sehr energischen Oxydation und diese kann im vorliegenden Falle unmöglich durch Bakterienwirkung erzeugt sein. Diese muß sich ja in einem Trockenklima rasch totlaufen. Bekanntlich tritt aber nicht nur der Stickstoff in stark oxydierter Verbindung auf, sondern im Salpeterstein findet sich auch Jod, ganz überwiegend als jodsaures Salz, und es ist darin auch ein wechselnder, aber oft recht beträchtlicher Gehalt an überchlorsauren Salzen festgestellt. In Anbetracht der bekannten allgemein reduzierend wirkenden Beschaffenheit der vulkanischen Exhalationen wie des Magmas überhaupt liegt hier also ein allgemeiner und sehr starker Oxydationsprozeß vor, und dieser ist schwer zu verstehen.

Versuchen wir uns zu vergegenwärtigen, auf welche Weise die Exhalationen dem Boden zugeführt worden sind, so können dafür nur entweder stärkere episodische Niederschläge verantwortlich gemacht werden, wie sie heute in der Wüste des südamerikanischen Westens fallen. Diese würden gerade nur ausreichen, um die alleroberste Bodenschicht zu befeuchten und ihr die ausgehauchten und durch den Wind fast ausschließlich gegen W zugeführten Stoffe zuzuführen. Oder sind es Nebelmassen, ähnlich den weit verbreiteten heutigen Garuas oder Camenchacas der Westküste gewesen, die die Exhalationsprodukte kondensierten und zu Boden schlugen? Weitere Fragen erheben sich. Hat sich die Oxydation in der Luft, auf dem Wege der Stoffe zum Boden vollzogen, vielleicht mit Hilfe dauernder stiller elektrischer Entladungen? Oder vollzog sich die Oxydation erst nachdem die Stoffe auf den Boden gelangt waren, vielleicht unter Mitwirkung gewisser Katalysatoren, die im Boden vorhanden waren?

Hier stehen wir vor Fragen, die wohl nur auf experimentellem Wege beantwortet werden können, und das wird um so leichter möglich sein, je sorgfältiger dabei die in den Salpetergebieten vorhandenen Stoffe und die besonderen Bedingungen des Gebietes berücksichtigt werden. Möglicherweise ergibt sich dabei eine neue, für die Herstellung von Salpeter auch technisch verwertbare Methode der Oxydation von Ammoniak.

Die Haloïdhüte der Erzgänge in Atacama mit den örtlich gewaltig angereicherten Mengen von Jod-, den seltenen Brom- und den weitverbreiteten Chlorverbindungen von Silber, Kupfer, Blei erfahren durch die Vorstellung vom vulkanischen Ursprunge der Haloïde eine einfache und befriedigende Erklärung. Nur der Vorgang der Umwandlung der ursprüng-

lich geschwefelten Erze zu Haloidverbindungen sollte auch experimentell genauer erklärt werden, als es Moesta getan hat, dem die Umbildung nur bei höheren Temperaturen gelang. Solche können schwerlich in Frage kommen, wo die Umbildung in größere Tiefen geht und eine durch Wüstenklima bedingte Temperaturerhöhung fortfällt. Eher wäre an Massenwirkung konzentrierter Lösungen zu denken. Zusammenfassend können wir sagen: Das beschränkte gemeinsame Auftreten einer Anzahl von sonst nicht allgemein verbreiteten oder gar seltenen Stoffen auf den Wüstenstreifen von Atacama erscheint in erster Linie bedingt durch das Vorhandensein einer besonderen Gesteinsprovinz (zwischen 16° und 28° S. Br.), dem Bereiche der mittleren Vulkanzone der Kordillere, die in gleicher Breite liegt. Das Magma dieser Gesteinsprovinz war besonders reich an Borsäure, Ammoniak, Jod, vielleicht auch an Chlor und Schwefeldioxyd, und diese Stoffe wurden teils in unmittelbarer Nähe der Vulkane selbst, teils durch westlich gerichtete Luftbewegungen verbreitet und durch periodische Niederschläge oder durch Nebel dem Boden zugeführt. Die Borsäure verband sich mit dem allgemein verbreiteten Kalzium und Natrium zu unlöslichem Boronatrokalzit, der in einzelnen größeren Becken (Salares) anreicherte. Die Haloide wandelten das Ausgehende der Lagerstätten geschwefelter Erze in Haloidverbindungen um, die gelegentlich bis über 100 m unter die Oberfläche hinabreichen, meist aber nur einen wenig mächtigen Hut bilden. Das Ammoniak und ein Teil der Haloide erfuhr durch besonders starke Oxydationswirkungen, deren Ursachen noch zu ermitteln sind, Umbildungen zu Salpetersäure, Jodsäure und Ueberchlorsäure, und diese verbanden sich mit den im Boden vorhandenen Alkalien und alkalischen Erden. Die Umbildung der geschwefelten Erze zu Haloiden sowie die Oxydation der Haloide und des Ammoniaks sind als besondere Wirkungen des Chemismus des Wüstenklimas zu werten. Für die heute vorhandene Konzentration vieler dieser Stoffe in besonderen Becken kommen die örtlichen Verhältnisse und die besonderen Niederschlagsvorgänge im Wüstenklima in Betracht.

Alle diese Vorgänge haben sich in einem geologisch sehr jungen Zeitabschnitte, wir dürfen wohl sagen im Alluvium, abgespielt, zu einer Zeit, wo die jetzt im Erlöschen begriffenen Vulkane sich in einer ungewöhnlich starken Exhalationsperiode befanden. Die Jugendlichkeit der Vorgänge wird weiterhin bezeugt durch die ganz oberflächliche Lagerung der im Wasser sehr leicht löslichen Salze; nirgends finden sie sich unter, stets nur auf diluvialen Absätzen. Die auch in diesen Gebieten vermehrten Niederschläge der Diluvialzeit hätten sie auch zum größten Teil beseitigen müssen.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen des naturhistorischen Vereines der preussischen Rheinlande](#)

Jahr/Year: 1925

Band/Volume: [81](#)

Autor(en)/Author(s): Steinmann Gustav

Artikel/Article: [Ueber den Chemismus in der Wüste, unter Vorführung von Lichtbildern A008-A012](#)