

Zu Wing Eastons Versuch einer Lösung des Tektiträtsels.

Von **Franz Ed. Suess.**

Solange nicht der Fall tektischer Gläser aus dem Weltraume unmittelbar beobachtet wurde, bleibt die kosmische Herkunft dieser eigenartigen Naturkörper eine Hypothese. Es ist nicht zu erwarten, daß ein solcher Fall in absehbarer Zeit eintreffen wird, und jeder Versuch, der Hypothese andere Möglichkeiten entgegenzustellen und auf ihren Wahrscheinlichkeitswert zu prüfen, kann als wahrheitsfördernd begrüßt werden, auch in dem Falle, daß er zurückgewiesen

¹ Nähere Angaben über den Gang der Analyse usw. finden sich bei A. EICHLER, l. c.

werden muß. Einen solchen Versuch hat kürzlich N. WING EASTON unternommen¹. Seine Ansicht bezieht sich auf alle Arten der Tektite; sie wird aber vorwiegend an den Billitoniten erläutert. Zwei schöne Tafeln und genaue Beschreibungen der Formen und Skulpturen der Billitonite suchen die Darlegungen zu unterstützen.

Indem ich hier zu der neuen Anschauung Stellung nehme, folge ich einer Einladung der Schriftleitung dieser Zeitschrift.

Die Meinung WING EASTON'S ist in Kürze folgende: Die Tektite sind keine aus Schmelzfluß erstarrte Gläser, wie man bisher glaubte, sondern erstarrte Kolloide, die durch allmähliches vollständiges Eintrocknen in Glassubstanz umgewandelt („vitrified“) worden sind. Diese Körper wären deshalb besser als Xerolithe zu bezeichnen; der Bequemlichkeit halber wird aber der gebräuchliche Name Tektite beibehalten. In Gebieten mit besonders reichlicher Humusentwicklung bleibt ein Rest der Humusstoffe im Boden unzersetzt. Er entnimmt dem Boden Alkalien ohne sich damit zu sättigen, und bildet mit Wasser ein Humussol, das auf die unorganischen Bestandteile der Unterlage stark zu wirken und sie als kolloidale Lösungen fortzuführen imstande ist. Auf Granit und verwandten Gesteinen wird wahrscheinlich eine ausgesprochen silikatische Kolloidlösung entstehen. Derartige anorganische Kolloidlösungen sind in der Regel unbeständig und koagulieren bei Zutritt eines Elektrolyten schon in sehr geringer Konzentration. Es ist aber auch möglich, daß im vorliegenden Falle die Konzentrationen nicht unbedeutend gewesen sind. Solche Gele sind reversibel, solange die Feuchtigkeit erhalten bleibt; der Niederschlag kann, bevor er ausgetrocknet ist, neuerdings absorbiert und zur Schwellung gebracht werden.

Das Humussol wurde an gewissen bevorzugten Stellen gesammelt und in jahreszeitlichen Schwankungen abwechselnd unvollkommen eingetrocknet und durch neuerlichen Zuschub in feuchter Zeit wieder aufgequollen und angereichert. Eine sehr feine Blätterung der Masse zeigt diesen Vorgang an. Die einzelnen Zuwachslagen besitzen aber die gleiche chemische und physikalische Beschaffenheit. Eine schwache und verwaschene Schichtung, die in größeren Schriffen sichtbar ist, wird auf diese Weise erklärt.

Bei gleichartigen Ausgangsstoffen soll keine Veranlassung gegeben sein zu besonderer Abwechslung in der Zusammensetzung dieser Lösungen. Dies mag es erklären, daß die Vorkommnisse der einzelnen Tektitgebiete einen chemischen Haupttypus beibehalten.

¹ Sr. N. WING EASTON, The Billitonites (an attempt to unravel the Tektite puzzle). Verh. d. Koninkl. Akad. v. Wetenschappen te Amsterdam. (Tweede Sectie.) Deel XXII. No. 2. p. 1—32. 1921. — Autoreferat im N. Jahrb. 1922. I. 2. Heft.

Örtlich ungleiche klimatische Bedingungen innerhalb dieser Gebiete sollen gewisse Ungleichheiten innerhalb der einzelnen Tektitgruppen, z. B. der in Australien und im böhmisch-mährischen Gebiete verständlich machen.

Die löcherige Oberfläche der Tektite wurde nach WING EASTON'S Meinung durch das Entweichen der Gase aus dem erstarrenden Gel erzeugt. Die verschiedenen sehr kennzeichnenden Skulpturformen der Billitonite, die Furchen und Rinnen, die nabelförmigen und trichterförmigen Vertiefungen u. a. werden durch verschiedenartige Abwandlungen und örtliche Beeinflussungen des Entgasungsvorganges erklärt, je nachdem die Gase in der Nähe der Oberfläche oder im Innern ausgeschieden wurden, je nachdem Sprünge vorgebildet waren, je nach der stärkeren oder schwächeren Krümmung der Oberfläche usw.

Folgende sind die wichtigsten unter den Gründen, die mich veranlassen, diesen neuen Versuch einer Lösung des Tektiträtsels abzulehnen.

In ihrer physikalischen Beschaffenheit stehen die Tektite weit ab von allem, was an kieselsauren Gelen bekannt ist. Gele findet man kaum je in so vollkommener, klar durchsichtiger, glasartiger Reinheit. Vor allem aber haben durch Austrocknung von Silikat-kolloid entstandene Gele stets eine größere oder geringere Menge von Wasser zurückbehalten, und es scheint nicht möglich, daß auch die größte Trockenheit und bedeutendste Erwärmung im irdischen Klima imstande wäre, einem im Boden ruhenden Gel das Wasser vollkommen zu entziehen. Das wäre vermutlich nur durch Glühen oder durch Umschmelzen im Glasofen zu erreichen. Es haben ja auch die aus dem Schmelzflusse erstarrten Obsidiane eine nicht unbeträchtliche Menge von Gas und Wasser zurückbehalten, so daß die meisten von ihnen vor dem Lötrohre, im Gegensatze zu den ruhig aufschmelzenden Tektiten, zum Schäumen gebracht werden. Dem Fehlen des Wassers, dem geringen Gehalt an Alkalien und dem hohen Tonerdegehalte ist es wohl zuzuschreiben, daß die Tektite im Gegensatz zu den Obsidianen keine Neigung zu Entglasungen zeigen und nur geringe Spuren von Mikrolithen ausgeschieden haben¹.

Örtliche Ansammlungen aus Verwitterungsrückständen sollten doch von örtlichen Zufälligkeiten abhängig sein. In dem großen Verbreitungsgebiete der Moldavite finden sich granitische Gesteine und kristalline Schiefer von recht verschiedenartiger Zusammensetzung. Noch weit größere Mannigfaltigkeit an verschiedenen Gesteinstypen umfassen die großen Verbreitungsgebiete der Billitonite von der malayischen Halbinsel bis Borneo und bis Java und der

¹ F. E. SUESS, Die Herkunft der Moldavite und verwandter Gläser. Jahrb. d. geol. Reichsanst. 50. 1900. p. 248.

Australite quer über die ganze Längsausdehnung des australischen Kontinentes. Es ist doch sehr auffällig und mit der hier besprochenen Vorstellung nicht erklärbar, daß die einzelnen Tektitgebiete trotz kleiner Schwankungen einen sehr bezeichnenden chemischen Gesamttypus bewahren, der nicht über die Verschiedenheiten innerhalb eines einheitlichen Eruptivkörpers hinausgeht. Noch weniger aber läßt sich mit WING EASTON'S Vorstellung die Wahrnehmung in Einklang bringen, daß die Tektite stets als abgesonderte einzelne Körper, niemals als Krusten auf anderen Gesteinen oder auf Spalten gefunden werden, und daß sie niemals irgend eine Trübung oder sonstige Einschlüsse enthalten, wie das für Bodenkolloide anzunehmen wäre. Sie bestehen ausnahmslos aus vollkommen klarem und reinem Glase.

F. E. WRIGHT¹ untersuchte die inneren Spannungsverhältnisse von Moldaviten aus ihrem optischen Verhalten und verglich sie mit isländischen Obsidianen. Sie verhalten sich nicht spannungslos wie das Innere großer Obsidianströme oder wie künstliches Glas. Sie sind nicht als Trümmer einer großen gleichmäßig ausgekühlten Glasmasse anzusehen. Ebenso wie die kleineren lose abgespritzten Fetzen und Trümmer von Obsidian zeigen sie starke innere Spannungen, die auf rasche Abkühlung der einzelnen hochoerhitzten Bruchstücke schließen läßt.

Auch zu der eigenartigen und höchst bezeichnenden Skulptur der Moldavite und der Billitonite wird auf der Oberfläche bekannter Gele kaum etwas Vergleichbares zu finden sein. Die tiefen, scharfkantigen Rinnen, Gruben und Kerben sind nach der übereinstimmenden Auffassung verschiedener Beobachter durch Einwirkungen von außen her erzeugt worden. Die halbmondförmigen gebogenen sehr gestreckten Rinnen und Furchen auf der Oberfläche vieler Obsidiane sind ihnen sehr ähnlich. Auf isländischen Obsidianen sind sie begleitet von Hyalitausscheidungen und entstanden, nach WRIGHT, durch die Einwirkung von heißen, vermutlich sehr beweglichen und gasreichen Lösungen. MERRILL erzeugte Ähnliches durch Einwirkung von Flußsäuredämpfen auf Obsidian und künstliche Gläser. Falls die Moldavitskulptur während der Lagerung der Körper im Boden entstanden ist, so konnte sie gewiß nicht durch Flußsäure oder irgendwelche heiße oder gasreiche Lösungen bewirkt werden. Solche standen auf der alten schotterbedeckten Rumpffläche nicht zur Verfügung. Es fehlt in dem ganzen Moldavitgebiete jede Spur vulkanischer Erscheinungen. Am ehesten könnte noch an die ätzende Wirkung von Humusstoffen gedacht werden. Dabei bleibt es aber sehr auffällig, daß die Innenflächen auf-

¹ F. E. WRIGHT, Obsidian from Hrafnatinnuhryggur, Iceland, its lithophysae and surface markings. Bull. Geol. Soc. America. Washington. 27. 1915. p. 280. The Moldavites.

gebrochener großer Blasenräume und auch kleinerer Blasen vollkommen glatt geblieben sind, obwohl diese Körper in ihrer gegenwärtigen Gestalt gewiß lange Zeit in dem humusreichen Boden gelegen sind, und daß auch die Abspaltungsflächen paläolithisch bearbeiteter Moldavite keine Spur einer Ätzung und kaum eine Trübung des Glasglanzes zeigen¹.

Die Moldavitskulptur überzieht auch alle Flächen scherbenförmiger Bruchstücke, deren scharfe Kanten bezeugen, daß sie zur Zeit der Ausbildung der Skulptur vollkommen starr und glasartig gewesen sind, daß der Überschuß der in Lösung vorhandenen Gase schon zu dieser Zeit in Blasen festgehalten war und nicht mehr Austritt an die Oberfläche erzwingen konnte.

Wie WING EASTON richtig hervorhebt (p. 10), gehören die verschiedenen Arten von Tektiten zu einer einzigen Gruppe von Körpern, die gleichen Ursprung haben müssen, und es geht daher nicht an, daß ein Versuch, ihre Herkunft zu erklären, nur auf einzelne Arten Bezug nimmt, und die Eigenschaften der übrigen außer acht läßt. Das muß auch bei der Beurteilung ihrer Gestalten im Auge behalten werden. Nierenförmige, traubige, ästige, stalaktitische Gebilde, überhaupt die Formen, in denen Gele am häufigsten auftreten, finden sich nicht unter den Tektiten. Unter den Billitoniten finden sich in großer Zahl kugelige, gestreckte, birnförmige und mehr oder weniger unregelmäßige Formen, die bei konkretionsartigen Gelen wohl vorkommen können. Es ist aber schwer denkbar, wie erstarrte Kolloide die außerordentlichen Mengen scherbenförmiger Bruchstücke liefern konnten, die über den Südrand der Budweiser Ebene ausgestreut ist. Die Australite aber sind fast immer gut ausgebildete, geometrische Gestalten. Sie umfassen alle denkbaren Typen von freien Rotationsformen. KERR GRANT hat darauf hingewiesen².

Am interessantesten sind die glockenschwengelförmigen Stücke; sie werden vereinzelt auch unter den Billitoniten gefunden. Hier ist die Natur dem Wunsche der Physiker entgegengekommen und hat dargestellt, was theoretisch abgeleitet, aber nicht durch das Experiment zu erreichen war³. Formen gleicher Art, aber viel kleiner, finden sich unter den tropfenförmigen Auswürflingen eines Spratzkegels des Kilauea. F. A. PERRET hat sie aufgefunden und als „Pelee's Tränen“ beschrieben. Ich habe bereits auf die Analogie mit den Australiten hingewiesen⁴.

¹ F. E. SUESS, Rückschau und Neueres über die Tektitfrage. *Mitteil. d. Geol. Ges. Wien.* 1914. p. 72. — J. BAYER, Zur Frage der Herkunft der Tektite. *Ebenda.* 1919. p. 248.

² *Proceed. Royal Soc. Victoria.* 21. 1909. p. 444.

³ Siehe Herkunft der Moldavite etc. p. 339 Anm.

⁴ Rückschau und Neueres. p. 78 Anm.

MOOR¹ hat den Vergleich eingehender fortgeführt und aus diesem Gebilde ebenfalls die Lehre gezogen, daß die verschiedenen Formen der Australite durch freie Rotation einer erstarrenden Flüssigkeit in der Atmosphäre entstanden sind. Die stoffliche Beschaffenheit von Pelee's Tränen ist sehr verschieden von der der Australite. Sie bestehen aus dunklem, schaumigem, sehr basischem Glase (nach der von MOOR angeführten Analyse 49,94 % SiO₂).

Es mag unentschieden bleiben, ob die Australite ihre Rotationsformen, wie KERR GRANT vermutete, durch Aufschmelzen in der irdischen Atmosphäre erworben oder bereits aus dem Weltraume mitgebracht haben. Die Umformung aus Rotationskörpern aber zu knopfförmigen Gestalten, den sehr kennzeichnenden Rückstauwulst und die spiralen Stauwellen an der Unterseite haben die Australite gewiß während eines sehr raschen Falles durch die Luft erworben. In bezug auf die Einzelheiten: die eigentümliche Fluidalstruktur und die dunklere Färbung im Glase des Rückstauwulstes, als Zeugnisse einer Aufschmelzung an der Stirnseite des Glases, auf den spiralen Verlauf der Stauwellen an der Unterseite und auf die eigentümliche Asymmetrie der Glockenschwengel als Zeugnisse einer raschen Drehung der erstarrten Körper während des Falles, muß hier auf bereits Gesagtes verwiesen werden². Der Versuch, diese mit großer Regelmäßigkeit an verschiedenen Stücken wiederkehrenden Merkmale durch zufällige Pressungs- und Quellungsvorgänge an Gelen zu erklären, kann nicht befriedigen.

Die eigentümliche Verbreitung der Tektite, die strenge Scheidung der einzelnen so scharf gekennzeichneten Arten in drei gesonderte, wenn auch sehr ausgedehnte Verbreitungsbezirke, ihr bisheriges Fehlen in den größten Strecken des Festlandes, ist ebenfalls eine so auffallende Tatsache, die auch durch weitere von WING EASTON erhoffte Funde ihre entscheidende Bedeutung für die Beurteilung der Naturerscheinung nicht verlieren würde³. Sie läßt sich kaum vereinbaren mit der Auffassung der Tektite als örtliche Produkte der Verwitterung und ist am besten zu begreifen durch die Annahme, daß drei gesonderte Schwärme nur dem Zufalle gehorchend über die Gebiete mit so verschiedenartigem Untergrunde ausgestreut wurden.

¹ E. S. MOORE, „Pele's Tears“ and their bearing on the origin of Australites. Bull. Geol. Soc. America. 27. 1916. p. 51.

² Rückschau und Neuere über die Tektitfrage. p. 78 ff.

³ WING EASTON erwähnt unter den Tektitarten auch Americanite. Ich bin nicht der Meinung, daß die von JEZEK und WOLDRICH abgebildeten Stücke zu den Tektiten gehören (Bull. internat. de l'Acad. des sciences de Bohême. Prag 1910). Die matte Oberfläche mit sichtlich durchgreifender, ebenflächiger Fluidalstruktur und einzelnen, meist halbmondförmigen Ätzungsgruben findet sich in gleicher Ausbildung an abgerollten und angewitterten Trümmern größerer Obsidianströme. Eine chemische Analyse würde die Frage entscheiden.