

# SEPARAT-ABDRUCK

AUS DEM

## CENTRALBLATT

FÜR MINERALOGIE, GEOLOGIE UND PALÄONTOLOGIE.

Jahrg. 1917. No. 11 u. 12.

(Seite 240—254.)

**Können die Tektite als Kunstprodukte gedeutet werden**

(Eine Bejahung.)

Von

**Friedrich Berwerth.**



**Stuttgart 1917.**

**E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung**

(Erwin Nägele.)

**A. g. XIII.**

## Können die Tektite als Kunstprodukte gedeutet werden?

(Eine Bejahung.)

Von **Friedrich Berwerth.**

In meinem letzten Berichte „Über die Fortschritte in der Meteoritenkunde seit 1900“<sup>1</sup> habe ich eine kurze Inhaltsangabe über die Arbeit von Prof. FRANZ E. SUSS: Rückschau und Neuere über die Tektitfrage<sup>2</sup>, gegeben und derselben folgende eigene Bemerkungen angefügt: „Im allgemeinen hält der Verfasser seine ursprüngliche Auffassung über den meteorischen Charakter der Tektite aufrecht mit der Einschränkung, „daß er vor 15 Jahren, in spekulativen Versuchen alle Einzelheiten der Moldavitskulptur zu erklären, zu weit gegangen ist“ und bekennt, „falls DAUBRÉE'S Piezoglyptentheorie, im Sinne BERWERTH'S, gänzlich hinfällig wird, so wird auch der Deutung der Moldavitskulptur eine wichtige Stütze entzogen“, und fügt dann hinzu, daß mit dem Verlust dieses Argumentes für den kosmischen Ursprung der Tektite noch kein Argument für deren Herleitung von irdischen Vulkanen gewonnen sei. Hierzu möchte der Referent bemerken, daß ihm außer der Annahme von meteorischer oder irdisch vulkanischer Abstammung der Tektite noch ein dritter Weg gangbar erscheint, der Lösung des „Tektitproblems“ näher zu kommen. Ich meine die Vornahme einer fachmännischen Prüfung der Tektite auf „Kunstprodukte“. Eine solche Untersuchung wäre an den gepreßten, Gußformen ähnlich sehenden Australiten und den geflossenen Schlackenketzen gleichenden Queenstowniten zu beginnen. Wenn sich die Aussicht gewinnen ließe, die Tektite der beiden genannten Gruppen als die einzigen Überreste einer auf den australischen Ländern in einer weit zurückliegenden Urzeit bestandenen und durch die Bildung der gegenwärtig bestehenden Oberflächenverhältnisse vernichteten Kulturepoche zu erkennen, so müßte ein solches Resultat im Denken der Urgeschichtsforscher lebhaftere Anregung auslösen. Ich denke nicht daran, die Tektite als für den Gebrauch hergestellte Gläser anzusehen, dazu fehlt ihnen alles, was ein Gebrauchsglas verlangt. Aber man fühlt sich angesichts der merkwürdigen hunderterlei Formen und der schwankenden, stöchiometrischen Gesetzen abgewandten Zusammensetzung der Tektite versucht, besonders die Queenstownite für mögliche Nebenprodukte irgendeines Schmelzprozesses zu halten. Zur Garmachung von Schmelzen wird ja heute noch „Sand“ als Zusatz verwendet. Vergleicht man die Zusammensetzung von Sandsteinen mit den Tektitanalysen, so zeigt sich innerhalb der erlaubten Grenzen zwischen beiden

<sup>1</sup> Fortschr. d. Min., Krist. u. Petrogr., herausgeg. i. Auftrage d. Deutsch. Min. Ges. von G. LINCK. 5. Jena 1916. p. 288.

<sup>2</sup> Mitt. d. Geol. Ges. in Wien. 7. 1914. p. 51—121.

Reihen eine verwandte Zusammensetzung und lassen sich beiderlei Analysen widerspruchslos in Parallele stellen. Damit würden die Tektitanalysen den Ausdruck eines mechanisch gemengten, in Schmelze verwandelten Zufallsgebildes wiedergeben. Es erscheint mir nicht aussichtslos, im Verfolge dieser Betrachtungsweise manche „Zwangsvorstellungen“ in der bisherigen Deutung der Tektite zu beseitigen und einen glatten Zusammenhang zwischen dem äußeren und inneren Wesen der „Tektitgläser“ herzustellen.“

Der Wortlaut der vorstehenden Notiz bezeugt, daß er als eine Anregung dazu gedacht war, es mögen die Queenstownite und in zweiter Linie die Australite nach einer bisher nicht betretenen Richtung hin, nämlich von Urgeschichtsforschern einer fachmännischen Prüfung zugeführt werden, von deren Untersuchungsergebnis ich einen förderlichen Beitrag zur Lösung des Tektitproblems erwarte.

Ich mache dann die positive Angabe, daß die chemische Zusammensetzung der Queenstownitschlacken mit Analysen von Sanden, beziehungsweise Sandsteinen sich in Vergleich bringen lasse, woraus man dann schließen dürfe, daß zu irgendwelchen Schmelzen verwendeter Sand als schlackiges Nebenprodukt abgefallen sei.

Prof. SUESS hat nun meine eng umschriebene Anregung zu einer auf historischer Grundlage zu führenden Spezialuntersuchung der Queenstownite und der Australite mehr als einen Breitangriff auf die kosmische Herkunft der Tektite empfunden, denn er hat meine Notiz mit einer Art Generalverteidigungsschrift seiner Tektitheorie beantwortet, worin er die „alten Gründe z. T. in vervollständigter und, wie er glaubt, in verbesserter Fassung“ zusammengestellt hat<sup>1</sup>. In seinen Ausführungen sucht er zu zeigen, daß ich die „Eigenschaften der Tektite nicht richtig gekennzeichnet habe“, er entrüstet sich über das Ausrufungszeichen hinter dem Satz: „Der Kieselsäuregehalt der Tektite schwankt demnach zwischen 69 und 89 %!“<sup>2</sup>, und findet es ferner verwunderlich, daß ich von einer „schwankenden Zusammensetzung der Tektite spreche“, wo das genaue Gegenteil aus den Analysen zu ersehen sei. Meiner Bemerkung, „es wären die Queenstownite für mögliche Produkte irgend eines Schmelzprozesses zu halten“ und Tektitanalysen mit Sandsteinanalysen in Vergleich zu bringen, wird in der Verteidigungsschrift, ganz gegen mein Erwarten, keine Erwähnung getan.

In einem Vortrage über „Oberflächenstudien an Meteoriten“<sup>2</sup> habe ich in einer Gegenüberstellung der Gestalten und Oberflächenerscheinungen an den echten Meteoriten und der Moldavite zur Tektitfrage Stellung genommen. Da sich seither in meinen Anschauungen nichts geändert hat, verweise ich auf die dort auf-

<sup>1</sup> Dies. Centralbl., Jahrg. 1916. No. 24. p. 569—578.

<sup>2</sup> TSCHERMAK'S Min.-petr. Mitt. 29. 1910. p. 153—168.

geführten maßgebenden Unterschiede in den Formen und Oberflächenerscheinungen zwischen den echten Meteoriten und den Tektiten.

Hier muß ich mich jedoch zu einer kurzen Erwiderung der Auslassungen von Prof. SUSS entschließen, um seine mißverständliche Deutung meiner Bemerkungen über die chemischen Beziehungen der Tektitgruppen zu einander zu beseitigen.

Mein Satz „Der Kieselsäuregehalt der Tektite schwankt demnach zwischen 69 und 89 %!“<sup>1</sup> und meine Erwähnung von der „schwankenden stöchiometrischen Gesetzen abgewandten Zusammensetzung der Tektite“ stützen sich auf das Mißverhältnis, das zwischen der Zusammensetzung der Moldavite, Billitonite und Australite einerseits und den Queenstowniten andererseits besteht. Ein Gestein, das an 90 % Kieselsäure enthält, muß als ein Quarzgestein angesprochen werden. Die Umschau nach einem ähnlichen hochsauren irdischen Eruptivgestein versagt, denn selbst die allersauersten Glieder eines granitischen Magmas (Granit, Quarzporphyr, Liparit) steigen über einen Prozentgehalt von 77 % Kieselsäure nicht hinaus. Da schon in unserm verhältnismäßig sauerstoffreichen Planeten keine solch übersauren, den Queenstowniten gleichenden magmatischen Schmelzflüsse auftreten, so müssen wir unter den auch von SUSS zugegebenen Voraussetzungen, daß die Tektite aus gleicher Quelle wie die echten Meteoriten stammen, unsere Erwartungen auf solche hochsaure meteorische Gesteine tief herabdrücken. WAHL<sup>1</sup> hat unter Benützung der Bildungswärme der Oxyde eine Reihe des Oxydationsgrades der Elemente in den Meteoriten aufgestellt. In der folgenden Reihe würde jedes nachstehende Element mit geringerer Bildungswärme eher reduziert als das vorstehende. Die Reihe der betreffenden Elemente, auf die es ankommt, ist folgende: Mg, Ca, Al<sub>2</sub>, Na<sub>2</sub>, K<sub>2</sub>, Mn, Si, C, Fe, Co, Ni, Cu<sub>2</sub>. Darnach wären die irdischen Magmen bis über das Eisen hinaus und die Steinmeteoriten bis an das Eisen oxydiert. Da uns in den Steinmeteoriten nur basisches bis ultrabasisches Gesteinsmaterial bisher zugekommen ist, verbietet uns die Vorsicht ohne alles Erscheinen irgendwelcher Übergänge ein Vorkommen eines magmatischen 90%igen Kieselsäuregesteins unter dem als normal bekannten Meteoritenmaterial vorauszusetzen. Selbst wenn wir uns eine saure Gesteinshülle, gleich der auf unserer Erde um den basischen Kern des betreffenden Weltkörpers gelegt denken, so besteht bei der herrschenden Sauerstoffarmut, die auf dem zertrümmerten Weltkörper in noch größerem Maße als auf unserer Erde bestanden hat, so gut wie gar keine Aussicht auf die Entstehung hochkieselsaurer Gesteine. Andererseits ist es ganz und gar unbegründet, auf einem kleineren vulkanischen Weltkörper Ab-

<sup>1</sup> Zeitschr. f. anorgan. Chem. 69, 1911. p. 69.

lagerungen von Sanden, Sandsteinen oder Quarziten auch nur für möglich zu halten. Wir müssen also bei der Suche nach dem Herkommen des Tektitmaterials auf unserer Erde bleiben und auf ihr, wo wir uns besser auskennen als auf den Sternen, Umschau halten nach jenen Gesteinen, welche mit einer vielgradigen Wahrscheinlichkeit den Queenstowniten an die Seite gestellt werden können. Zu einer solchen Betrachtung können nur Quarzsande, Sandsteine und Quarzite herangezogen werden.

Wir wollen zunächst die beiden Queenstownitanalysen mit der chemischen Zusammensetzung von Sandsteinen in Vergleich stellen. Eine sehr große Auswahl von Sandsteinanalysen steht uns nicht zur Verfügung. Ich habe aber doch aus einer größeren Zahl von Analysen so viel entnehmen können, daß sie an Kalk und Magnesia sehr arm (Carbonate sind hiebei ausgeschieden) oder davon auch ganz frei sind und von den Alkalien das Kali mit einer ziemlichen Beständigkeit vorherrscht. Ganz dasselbe Verhältnis besteht bei den Queenstowniten. Zur Gewinnung einer deutlichen Übersicht über beiderlei Analysen wähle ich zwei Analysen von mittlerem Buntsandstein Deutschlands herstammend<sup>1</sup>: 1. Vom Mosesbrunnen (Murgbrunnen), 2. Unterer Sand (Buhlbad), 3. und 4. gibt die Zusammensetzung der Queenstownite nach E. LUDWIG:

	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	Glühverlust	Summe
1.	90,00	5,60	0,74	—	0,14	0,12	0,40	2,20	—	0,60	99,80
2.	88,55	6,45	0,85	—	0,23	0,25	1,02	1,68	—	0,95	99,98
3.	88,76	6,12	—	1,23	0,57	0,17	0,13	1,36	1,24	—	99,61
4.	89,81	6,21	0,26	0,89	0,73	—	0,01	1,05	0,86	—	99,82

Das Zusammenstimmen der Queenstownit- und Sandsteinanalysen ist zwar kein absoluter Beweis für die Abstammung des Queenstownitglases von Quarzsanden, da wir ja wissen, daß Absatzgesteine des öfteren zufällig mit der chemischen Zusammensetzung von Eruptivgesteinen übereinstimmen. Der Gedanke an die Möglichkeit auf gleiches Material erhält jedoch immerhin eine starke Bekräftigung, hier noch um so mehr, als wir ja ein solch saueres Eruptivgestein bis jetzt nicht kennen und voraussichtlich auch nicht zu erwarten haben.

In erschwerender Weise beeinflußt auch der amorphglasige Zustand der Tektite überhaupt die Deutung ihrer chemischen Zusammensetzung. In diesem Falle scheint mir nun die körperliche Beschaffenheit der Queenstownitgläser jene genügende Stütze zur Schöpfung eines sicheren Urteils zu bieten, nach welchem die

<sup>1</sup> BLANCK, Petrographie der Bodenverhältnisse der Buntsandsteinformation Deutschlands. Württ. Jahresh. 1910. p. 477.

Queenstownite stofflich tatsächlich von einem der oben genannten Quarzgesteine herzuleiten sind.

Der Freundschaft von Prof. SUESS verdanke ich den Augenschein aller in seinem Besitze befindlichen Queenstownitproben. Außer mir haben auch andere, vor allem auch die Finder, die Queenstownite als ein im Feldfeuer geschmolzenes Glas, d. i. als Schlacke, angesehen. Sämtliche Proben mit allen ihren Abarten geben eine reiche Musterkarte zähflüssiger Quarzschlacken. Erst ihre Einreihung unter die Tektite hat sie in eine, ihnen nicht zukommende Gesellschaft versetzt. Die genaue Beschreibung der Queenstownitformen und ihrer Eigenheiten und ihre Abbildungen sind bei SUESS in seiner Rückschau usw. einzusehen. Nach SUESS wären dann alle Queenstownite durch Aufweichung in der Atmosphäre ausgeformte schlackenähnliche Glasfetzen. Die Erfahrungen an den echten Meteoriten sprechen dagegen, daß ein schwer schmelzbares Tektitglas binnen einer Flugdauer bis zu höchstens 4 Sekunden in der Atmosphäre in einen zähflüssigen Zustand gerate. Mittels Bestimmung der spezifischen Wärme, der Konstante der Wärmeleitungsfähigkeit und der Dichte des Tektitglases könnte hierüber eine nähere Aufklärung erbracht werden. Aufweichungen oder Aufschmelzungen sind selbst an den leichter als die Tektite schmelzbaren Meteoritengemengteilen niemals vorgekommen. Veränderungen spielen sich immer nur an der äußersten Oberfläche ab und auch bei den Eisenklumpen wirkt die Hitze nur auf wenige Millimeter nach innen, wobei aber auch diese erhitzte Zone ihren festen Zustand behält.

Die chemische Zusammensetzung und alle morphologischen Eigenschaften der Queenstownite befürworten deren Abstammung von einem der genannten Quarzgesteine, das auf künstlichem Wege, wahrscheinlich bei irgend einem Schmelzprozeß, als schlackiges Nebenprodukt abgefallen ist.

Die Berichte von LOFTUS HILL und TWELVETREES über die Entdeckung und das Vorkommen der Queenstownitschlacken stärken weiterhin meine Meinung von ihrer künstlichen Entstehung und scheinen mir alle diesbezüglichen Zweifel zu beheben.

Die Queenstownite werden auf jeder Seite des Mt. Darwin auf Tasmanien gefunden, auf der östlichen Seite verteilt in einem  $\frac{1}{2}$  englische Meile breiten Streifen, gelegen zwischen 400—1240 englische Fuß Seehöhe. Oberhalb der oberen und unterhalb der unteren Kote wird kein Glas gefunden. Außer auf dem „Ten Mile Hill“ auf der östlichen Seite werden die Schlacken mit Unterbrechungen am Mt. Jukes und Darwin, westlich des Mt. Sorell und in Flannagan's Flat westlich des Mt. Darwin gefunden. Höchst bedeutsam erscheint mir dann die Mitteilung, daß auf der östlichen Seite des Mt. Darwin Kupferschmelzwerke bestanden haben. Am „Ten Mile Hill“ liegen die Schlackengläser auf einem

Untergrund von Quarzit oder Sandstein von der „West Coast Range Conglomerate Series“. In geradezu zielsicherer Wegrichtung führt die Erforschung der Fundverhältnisse zu dem gesuchten Ausgangsmaterial der Queenstownite. In welcher Form und Absicht der Quarzit oder Sandstein bei den am Mt. Darwin stattgefundenen Kupferschmelzen verwendet worden ist, können wir nicht untersuchen. Wir müssen aber dessen Verwendung notgedrungen annehmen, da ja als Zeuge dessen die unverwüsthlichen quarzigen Schlacken erhalten geblieben sind. Die zu erwartenden Einwendungen, als sei es in jüngeren oder ganz frühen Zeiten unmöglich gewesen, einen Hitzegrad zur Schmelzung von Sand zu erzeugen, halte ich nicht für berechtigt. In einem Tiegel wird der Sand gewiß nicht zur Schmelze angesetzt worden sein. Als pulveriges Garmittel in Metallschmelzen wird er aber wohl in Fluß gekommen sein, um nachher in Schlacken abgeschieden zu werden. Die ersten Eisenerzeuger in unseren Alpen haben das erste Eisen am freien Feldfeuer und auch den ersten Stahl, allerdings einen schlechten, auf diesem Wege hergestellt. Zur Zeit der Herbstwinde legten auf der Windseite einer Wasserscheide die alten Eisenschmelzer ihre Feuergruben eine an der andern an, und wenn der Wind anhub, zündeten sie das Feuer an und schmolzen in dem vom Winde angeblasenen Feuer ihre Erze. Manche Schlacken, die auf unseren Bergen gefunden werden, mögen von solchen einstigen Feuerherden herrühren.

Die Vorstellung von dem Meteoritenkranz, der in bestimmter Seehöhe auf einem abgegrenzten Streifen mit Unterbrechungen rundum am Abhang sich dem Mt. Darwin aufgesetzt haben soll, kann nach den festgestellten Tatsachen keiner ernststen Behandlung mehr unterzogen werden.

Prof. SUSS hat den störenden Unterschied im Kalkgehalt zwischen den Queenstowniten und den übrigen Tektiten lebhaft empfunden. Er hat sich aber nicht entschließen können, die nötigen Folgerungen aus den Tatsachen zu ziehen und seine Entscheidung zugunsten der kosmischen Abstammung der Queenstownite getroffen. Nebenher sei bemerkt, daß SUSS die vollkommene Reinheit des Glases in den Moldaviten, Billitoniten und Australiten als Beweis dafür führt, daß ein solches an Trübungen oder schlackigen Unreinigkeiten freies Glas niemals ein Nebenprodukt eines Schmelzprozesses sein kann. Bei dieser Schlußfolgerung müßte SUSS die Queenstownite als wirkliche Schlacke anerkennen. Die Abscheidung der Queenstownite von den früher aufgestellten drei Tektitgruppen erscheint mir heute als eine unabweichliche Forderung.

Mit dieser kurzen Darstellung wäre die mißverständliche Beanstandung des Ausrufungszeichens und der Bemerkung über die „schwankende Zusammensetzung“ der Tektite genügend aufgeklärt.

Das Material der Queenstownite gehört einem andern Gesteinskreise an, als jenes der Moldavite, Australite und Billitonite, über deren Zusammengehörigkeit und deren erlaubtes Maß im Schwanken des Kieselsäuregehaltes innerhalb jeder einzelnen Gruppe ich auch in meiner Notiz nichts Gegensätzliches vorgebracht und auch jetzt nichts vorzubringen habe. Es ist somit vom Inhalt meiner ersten Mitteilung nichts wegzunehmen oder daran zu ändern.

Außer den Queenstowniten habe ich auch die Australite der Aufmerksamkeit urgeschichtlicher Forschung empfohlen, weil die Australite in viel höherem Grade als die Queenstownite eine gewollt künstliche Tracht an sich tragen. Ich muß darum auch über die Australite einige Bemerkungen machen.

Alle echten Meteoriten sind Bruchstücke. Kein Australit hat die Gestalt eines Bruchstückes. Das ist sehr auffällig. Dieser Mangel scheint mir schon an sich ernste Bedenken gegen die meteorische Abkunft dieser eigenartig geformten Körper wachzurufen.

Von dem Tage an, wo ich zum erstenmal Australite zu sehen bekam, ist mir der starke Eindruck überkommen, daß diese figuralen Objekte „Artefakte“ sind, um einen in der Urgeschichte üblichen Ausdruck zu gebrauchen. Die Zuteilung der Australite an ethnographische oder besser prähistorische Sammlungen hätte den Australiten eine stiefmütterliche Behandlung erspart, wie eine solche ihnen von den Mineralogen notwendigerweise erwiesen werden muß. Die Zuweisung der Australite als meteorische Körper an die mineralogisch-petrographischen Sammlungen ist auch tatsächlich nur auf Grundlage von Spekulationen der Geologen erfolgt, wobei lauter negative Gründe bestimmend mitwirkten. Erst später hat dann SUESS eine wissenschaftliche Beweisführung auf „Glasmeteoriten“ angetreten. Hätten z. B. die Oberflächen der Moldavite einen den Meteoriten ähnlichen Charakter, so hätten PARTSCH, HAIDINGER, REICHENBACH, TSCHERMAK nach meinem Dafürhalten diesen an den in Wiener Sammlungen liegenden „Bouteillensteinen“ gewiß nicht übersehen.

Gestaltlich unterscheiden sich nun die Australite außerordentlich scharf von den Moldaviten und den Billitoniten und haben mit diesen gar keine gemeinsamen äußerlichen Merkmale. Bestimmend für die Vereinigung mit den beiden letzteren ist offenbar die verwandte chemische Zusammensetzung gewesen.

Wer über keinen Australiten verfügt, betrachte die Abbildungen einiger Stücke derselben in SUESS, Rückschau etc. Taf. I Fig. 1 und 2, ebenso in SUESS, Herkunft der Moldavite etc.<sup>1</sup> p. 331, 333 und jene der Hohlkugeln p. 335 und Taf. XVIII, 1. Die einzige all-

<sup>1</sup> Herkunft der Moldavite und verwandter Gläser. Jahrb. d. geol. Reichsanst. Wien. 50. 1900. p. 193—381.



gemeine äußere Eigenschaft aller dieser vielgestaltigen Formen ist ihre glatte Oberfläche, die dann wieder matt ist oder lackartigen Glanz trägt. Die als „sanduhrförmig“ bezeichneten und sehr häufigen Formen werden von SUESS als Rotationskörper angesehen, die sich, wenn ich recht verstehe, ähnlich den Propellern eines Flugzeuges durch die Luft bewegt haben. Das ursprünglich vorausgesetzte Meteoritenbruchstück hat sich dann trotz des kurzen Fluges in der Atmosphäre nicht nur aufgeweicht und aufgeschmolzen, sondern auch Zeit gefunden, sich zu allerlei regelmäßigen und symmetrischen Figuren, also auch zu „sanduhrförmigen Gestalten“ umzuformen. Die beiden dicken Enden der letzteren strebten schließlich auseinander und es bildete sich in der Mitte eine Einschnürung, der Abschleuderungspunkt. SUESS stellt uns diese von den Australiern auch „Glockenschwengel“ genannte Form als „Jacobisches Ellipsoid“, also als Modell für die Entstehung eines Doppelsternes vor.

Es ist ferner bemerkenswert und auffällig, daß die „Sanduhrformen“ in zweierlei Arten sich bilden. Legt man die beiderlei „Sanduhrformen“ der Länge nach vor sich auf den Tisch, so sind bei der einen Art die beiden Hälften oben und unten gleich, also nach ihrer größten Breite symmetrisch gebildet. In der Rundiste, wo die beiden Hälften zusammenstoßen, zieht sich eine Naht hin, die wir für eine durch Pressung entstandene Gußnaht halten müssen. Die andern bestehen aus zwei ungleichen Hälften und sind demnach unsymmetrisch gebaut (siehe SUESS, Rückschau etc. Taf. 2 b.)

Auf keiner dieser „Sanduhrformen“ habe ich bemerkt, daß diese als Rotationskörper gedachten Formen durch das Vortreiben in der Luft windschief gedreht worden wären oder dieser Bewegung angepaßte Oberflächenzeichnungen angenommen hätten, was ja bei ihrem erweichten Zustande hätte geschehen müssen.

Merkwürdig sind auch die als Knöpfe bezeichneten Formen, deren eine Art in SUESS' Rückschau Taf. I Fig. 1 a—e abgebildet ist. In Fig. 1 c sehen wir in der Mitte eine ideale Halbkugel, wie sie von einer entsprechenden Hohlstanze herausgepreßt sein könnte. Am Rande ist sie umgeben von einer haarscharf begrenzten Rinne, aus der durch den Druck ein sich nach außen aufstülpender Wulst aufsteigt. Dieser ist wieder von einer flachen Rinne umgeben, zu der ein dicker Wulst in lappiger Form von der Vorderseite des Knopfes herübergestaut ist. Auf der Vorderseite, nach meiner Ansicht richtiger Oberseite, läuft im Schneckengang eine Linie von der Mitte oben bis zum Rande. Nach der Glasmeteoritentheorie ist diese Schneckenlinie oder Spirale, wie sie SUESS nennt, eine Stauwelle der oberflächlichen Abschmelzung. Der schmale Schneckenwulst ist nach beiden Abfallseiten ganz gleichmäßig symmetrisch gebaut. Ein Schmelzwulst müßte in diesem Falle auf der Vorderseite des Meteoriten einseitig gebaut und nach der Abströmungs-

seite, also gegen den Rand fließende Bewegung andeuten. Wäre diese Vorderseite einer Abschmelzung ausgesetzt gewesen, so wäre erfahrungsgemäß wie auf den echten Meteoriten nicht eine bei diesen nicht vorkommende „spirale“, sondern radial-strahlige Abströmung zu erwarten. Ich halte dafür, daß diese Spirale durch eine schraubenartig sich bewegende scheuernde Pressung entstand.

Die im Bilde veranschaulichten Oberflächenteile machen den Eindruck einer auf künstlichem Wege hervorgebrachten Pressung an dem erweichten, bzw. in Abkühlung begriffenen Glaskörper.

Unter den vielen verschiedenen Formen der Australite machen nur kleine flachgedrückte Tropfen mit einem Läppchen an dem oberen Ende den Eindruck kleiner winziger Bomben, täuschend ähnlich kleinen basaltischen Lavabomben. Auch eine solche Form muß aber nicht notwendig meteorischer Natur sein.

Die in der mineralogischen Sammlung der Bergakademie Freiberg aufbewahrte Australit-Hohlkugel (siehe SUESS, Herkunft der Moldavite. Taf. XVIII) habe ich auch in Augenschein genommen. Über den Vorgang bei ihrer Herstellung wage ich es nicht, ein entscheidendes Wort zu sagen. Ihre Aufblasung in der Atmosphäre kann aber aus den schon erwähnten Gründen wegen kaum zu erwartender Aufschmelzung nicht zugegeben werden. Bei einigem Vertrauen in die Kunst und Technik alter, auch prähistorischer Völker, wird man diese Hohlkugeln trotz ihres schwer schmelzbaren Materials als Menschenwerk ansehen dürfen. Gelingt es, den Spuren menschlicher Arbeit auch auf diesem Gebiete nachzugehen, werden befriedigende Aufklärungen früher oder später gewiß nicht ausbleiben.

Die Moldavite und Billitonite tragen nichts künstlich Ornamentales an sich wie die Australite. Man darf beiderlei Arten als mehr zufällige Gebilde ansehen, bei deren Formung keine bestimmte Absicht bestand. Es ist in diesem Rahmen kein Anlaß vorhanden, sie des näheren zu besprechen. (Siehe BERWERTH's Oberflächenstudien a. a. O.)

Nur zu dem vereinzelt Vertreter der „Schonitgruppe“, gefunden am Hofe Kälna, Kirchspiel Starby in Schweden<sup>1</sup> möchte ich eine ergänzende Bemerkung machen. Nach einem mir zur Verfügung stehenden Modell ist dieses Glasstück ähnlich einem etwas verzerrten Viertelausschnitt eines Brotlaibes geformt. Die beiden Flächen, die den Schnittflächen im Brote entsprechen würden, sind eben, die obere Fläche ist stark gewölbt mit einer starken Rundung übergehend in die untere Fläche, die sich nach innen deutlich konkav aushöhlt und dadurch sich sehr scharf von den beiden andern ebenen Flächen unterscheidet. In der von SUESS übernommenen Beschreibung des Stückes von EICHSTÄDT ist angegeben, die Kanten seien durch

<sup>1</sup> E. SUESS, Notizen über Tektite. Dies. Centralbl. Jahrg. 1909. No. 15. p. 462—464.

Abschmelzung abgestumpft und gerundet. Ein äußerst charakteristisches Merkmal an den Kanten wird nun nicht angegeben und scheinen es EICHSTÄDT, als auch SUËSS übersehen zu haben. Nach dem Modell tragen sämtliche Kanten des Stückes an der Stelle, wo die Flächen normalerweise in einer scharfen Kante zusammenstoßen müßten, eine unscharfe Rinne. Diese Rinne könnte nach ihrer Beschaffenheit mit einem stumpfen Gegenstand in das noch weiche Glas hineingestrichen oder noch eher bei der Herstellung dieser Viertelhalbkugel hineingepreßt worden sein. Eine solche gekurvte Kannellierung der Kanten, bei der jetzt an Stelle jeder der Kanten zwei Kanten vorhanden sind, kann nicht durch Abschmelzung der Kanten erklärt werden. Es trägt also auch der „Schonit“ Merkmale künstlichen Erschaffens an sich. Die Herstellung einer Analyse wäre dringlich, um zu erfahren, ob überhaupt ein „Tektitglas“ vorliegt.

Ich muß aber jetzt an die Verfechter der kosmischen Abkommenschaft der Tektite folgende Frage stellen: Welche Ursachen bewirken es, daß chemisch-physikalisch ganz gleichartige Meteoritenglasblöcke unter sonst ganz gleichen Bedingungen in jedem Fallgebiete ganz verschiedenartige, in Form und Oberflächenerscheinungen miteinander gar nicht vergleichbare Meteoriten liefern?

Die echten Meteoriten, welche stofflich untereinander viel mehr verschieden sind als die Tektitgläser, fallen auf dem ganzen Erdenrund als Bruchstücke herunter, gleichgültig, ob Stein oder Eisen, versehen mit den gleichen Schmelzerscheinungen an der äußersten Oberfläche.

Bei den Tektiten ist das Verhältnis ganz umgekehrt. Man sollte bei ihnen doch erwarten, daß der gleiche Stoff Meteoriten gleicher Formenart liefert. Merkwürdigerweise ist dies aber nicht der Fall, denn jeder neue Tektitfall hat bisher immer eine neue, in ihren Gestalten ganz verschiedene Tektitgruppe geliefert. Hier steht man an der großen Kluft, welche sich zwischen den echten und den angeblichen Glasmeteoriten auftut. Ich habe schon in meinem Vortrag erwähnt, daß die Gestalten und Oberflächen der Tektite eine „Lokalfärbung“ verspüren lassen, da jede Gruppe ihre eigenen Gestalten und Oberflächenmerkmale besitzt. Eine kosmische Abstammung verlangt ganz entschieden eine einheitliche Ausgestaltung der Glasstücke.

Ich habe jetzt noch einige Gedanken über die Fundverhältnisse der Tektite vorzubringen. Bei den Queenstowniten, die ich nicht als Tektite ansehe, sind dieselben schon mitgeteilt worden. Bezüglich der Australite muß ich aus SUËSS, Rückschau etc. p. 59 folgenden zitierten Satz herausheben: „Nach PETERD werden Australite nicht selten in Nestern zu größerer Zahl (17—50) von verschiedener Gestalt und Größe vereinigt aufgefunden.“ Bei einem normalen Meteoritenregen wird stets die große Zerstreung geschil-

dert, in der die Steine niederfallen, so daß kaum je 2 Stücke eng aneinander zu liegen kommen. Aus den großen meteorischen „Glaschauern“, wie EDUARD SUESS Vater die Tektitregen in seinen Vorlesungen zu benennen pflegte, sollen sich aus dem Schauer der Australite kleinere, unglaublich dicht gescharte Schwärme losgelöst haben, welche wie die Eier einer Henne sich zu 17—50 Stück in einem Neste zusammengelegt haben. Ein solcher Vorgang widerspricht allen natürlichen Bedingungen, unter denen ein Meteoritenregen vor sich geht. Da PETERD berichtet, daß derartige Anhäufungen in Nestern gar nicht selten, also bei den Australiten eine gewöhnliche Erscheinung sind, so kann von einer Täuschung keine Rede sein. Ob in diesen Nestern nicht vielleicht Spuren von Asche oder Kohle vorhanden sind, wäre jedenfalls nachzuprüfen oder in Zukunft eine solche Prüfung nicht zu unterlassen. Ich neige mit meiner Meinung über die Australitnester nämlich zu der Ansicht, daß in denselben Spuren alter Arbeitsstätten oder Feuerherde einer frühzeitigen Kultur vorliegen. Man darf diese Kulturspuren mit einiger Berechtigung in eine Zeit zurückverlegen, wo die Menschen begonnen haben, nach Gold zu suchen. Das Schicksal der Australite scheint mir nämlich mit dem Golde verflochten zu sein. Die Finder berichten übereinstimmend, daß die Australitgläser am häufigsten auf den australischen Goldfeldern und auf Tasmania außer in Gold- auch in Zinnseifen gefunden werden. Diese Verknüpfung der Australite mit den Gold- und Zinnfeldern regt nun wieder die Frage nach der Zusammensetzung des Bodens an, auf dem die Australite gefunden werden. Auf p. 238 in Herkunft der Moldavite etc. läßt SUESS in einer unauffälligen Weise den Satz einfließen, daß „die chemische Zusammensetzung der Billitonitkugeln ebenso wie die der Moldavite etwa der eines granitischen Magmas entsprechen“. Diese Ansicht von SUESS mache ich zu der meinigen, nur will ich daraus eine ganz andere Nutzenanwendung ziehen. In den Kreis der Billitonite und Moldavite sind ja auch die Australite einzubeziehen. Ich will nun gar nicht den Beweis antreten, daß die Haupttektitarten in ihrer Zusammensetzung mit Graniten, Gneisen oder Granuliten übereinstimmen. Die Australitanalyse No. 8 in SUESS, Rückschau etc. p. 86 mit 69,80 % Kieselsäure stimmt vorzüglich mit einer Granititanalyse aus dem Distrikt Columbia, Ver. Staaten (siehe ROSENBUSCH, Elemente der Gesteinslehre. 1898. p. 79). Australitanalysen lassen sich aber auch mit Sandsteinanalysen vergleichen, z. B. die Analyse No. 3 in SUESS, Rückschau etc. p. 86 mit 77,72 % Kieselsäure mit der Analyse des untern Buntsandsteins von Aue in Niederhessen (siehe BLANCK, Württ. Jahresh. 1910. p. 452).

Ich will mit diesen Vergleichen nur scheinbar unstimmgiger Analysen mir ein Zeugnis verschaffen, daß ich nicht zu Unrecht von „Zufallsgebilden“ in meiner ersten Notiz gesprochen habe. Es kann also die Zusammensetzung eines Australitglases gelegentlich

mit einem Granit und ein andermal mit einem Sandstein übereinstimmen. Beiderlei Analysen erfüllen mir in diesem Fall denselben Dienst. Der Sand, aus dem ich mir die Australite erzeugt denke, kann einmal mehr granitischer Grus und dann wieder ein mehr reiner Quarzsand gewesen sein. Das angegebene Verhalten der Analysen scheint mir nun für die Tektitfrage eine durchaus nicht auf Zufälligkeiten beruhende Bedeutung zu gewinnen, denn wir finden, daß der Bodengrund der Lagerstätten der Moldavite (Granite, Granulite), der Billitonite (Seifen von Gold und Zinn, beide Minerale des Granites) und der Australite (ebenfalls Goldseifen, und auf Gebieten von Goldquarzgängen Hornblendegranit, Glimmerschiefer, Quarzite, arkoseartige Sandsteine, Grauwacken, Sandstein, Tonschiefer u. a. Sedimente und auf Tasmanien auch Zinnseifen) mit Einschränkung bei den Australiten in ihrem Untergrunde granitischgneisige Gesteine mit ihrem Verwitterungsmaterial sind, also Gesteinsmaterialien, deren Zusammensetzung mit jener der Tektite in durchaus naher Verwandtschaft steht. Mag es Zufall sein, daß die Veränderlichkeit gerade in den Analysen der Australite mit dem Wechsel der Gesteine in den australischen Goldgebieten zusammenfällt? Jedenfalls kann man sich damit begnügen, daß zwischen der Zusammensetzung der Goldböden und der Australite kein Widerspruch besteht.

Ich kann aus diesem Zusammentreffen der chemischen Verwandtschaft zwischen Tektiten und Materialien ihres Fundbodens mir nur die Meinung bilden, daß die Tektite selbst aus Material des Bodens, auf dem sie gefunden werden, hergestellt sind. Es wäre damit auch für die von SUËSS bezweifelte Fähigkeit des primitiven Menschen, „gerade diese und immer nur diese eigenartige chemische Mischung herzustellen“, ein natürlicher Untergrund geschaffen.

In dieser Auffassung muß sich das Tektitproblem aus einem naturwissenschaftlichen zu einem historischen Problem wandeln. Wird der geschichtliche Hintergrund, auf dem sich gegenwärtig das Bild der Tektite nur in wenig scharfen Umrissen abzeichnet, in späterer Zeit durch historische Forschungen mehr und mehr erhellt, so werden die vielerlei, jetzt als rätselhafte Dinge angesehenen Tektitgestalten durch neu erbrachte Tatsachen schließlich auch von Zweiflern als Kunstprodukte anerkannt und als einzige Überreste versunkener Kulturen geschätzt werden. Zu zweimalen sind Moldavite auf prähistorischen Stätten gefunden worden. Im Löß von Willendorf an der Donau in Niederösterreich wurden drei winzige Splitterchen und bei Oslavan in Mähren ein zerkackter und ein „Geschiebe“ von Moldavit gefunden. Beidemale lassen sich die Funde nicht für ortszuständige Erzeugung verwenden, da wir in beiden aus den nahe gelegenen Moldavitlagerstätten zugeschleppte Moldavite vermuten müssen. Der prähistorischen Lagerstätte von Willendorf

wird mindestens ein Alter von 20 000 Jahren zugeschrieben. Es ist daher jedenfalls wichtig, zu wissen, daß der Moldavit zu dieser Zeit schon vorhanden gewesen ist.

Von den zu erwartenden Einwendungen, daß vor 400 Jahren das Feuer in Australien noch nicht bekannt gewesen sei (wofür eine Bestätigung nicht vorzuliegen scheint) und in den menschlichen Urzeiten die nötige Hitze zur Herstellung der Tektitgläser nicht herstellbar gewesen sei, darf man sich jedoch nicht beirren lassen.

Wir dürfen jedenfalls die Gebundenheit der Tektite an Gold- und Zinnreviere (von Moldaviten nur bei Trebitsch bekannt) zu diesen in abhängige Verbindung bringen. Folgender von K. L. REICHENBACH niedergeschriebene Satz tritt mir hiebei immer wieder in die Erinnerung: „Wenn bei einem Schmied das Feuer trocken geht, so wirft er etwas Quarzsand hinein und macht Saft in seiner Sprache.“ Ob prähistorische oder zeitlich alte Siedler ähnliches getan haben, können wir nicht wissen, aber rechtens vermuten. Bei den sicherlich nicht sehr alten Queenstowniten ist es gewiß geschehen, denn hier haben wir die echten Schlackenformen vor uns, wie sie bei Metallschmelzen abzufallen pflegen.

Bei den echten Tektiten vermissen wir die Merkmale echter schlackiger Produkte, und ich möchte darum ihre Entstehung nicht unbedingt aus einer Metallschmelze hervorgehen lassen. Die Moldavite, Billitonite und am ausgeprägtesten die Australite tragen alle Anzeichen eines gleichen, ihretwegen aber unter verschiedenen Verhältnissen unternommenen Verfahrens an sich. Im Zusammenhang mit oder veranlaßt durch den Verhüttungsprozeß der Erze kann ihre Herstellung immerhin gestanden sein, wie sollten wir es uns sonst erklären, daß ihre Funde sich auf Gold- und Zinnseifen verdichten. Ganz indirekt kann die Klugheit und Findigkeit der Metallschmelzer zufällig zur Erzeugung des harten Glases geführt haben. Jedenfalls treten uns die Tektite als die ältesten Glaserzeugnisse in der Menschengeschichte entgegen.

Zur Beantwortung der Frage, wie und zu welchem Zweck die Tektite hergestellt wurden, reicht unsere heutige Erfahrung nicht aus. Ein solcher Versuch führt die Untersuchung naturnotwendigerweise auf transzendentes Gebiet. Aus diesem letzten Grunde bin ich der Besprechung der Tektitfrage bisher absichtlich ausgewichen. Streitbare Auseinandersetzungen nehmen letzten Endes einen dogmatischen Charakter an, der durch neue Behauptungen nur verschärft wird, während er doch nur durch zu erhoffende neue Erfahrungen beseitigt werden kann. Für die historische Behandlung des Tektitproblems scheint mir noch die orographische Lage der Tektitfundstätten, unabhängig von der schon besprochenen Bodenzusammensetzung, einen wichtigen Beitrag zu bieten, den ich geradezu als einen Wegweiser für die irdische Abkunft der Tektite aufstellen möchte.

Prof. SUËSS berichtet: Das südliche Böhmen, wo die Moldavite gefunden werden, ist ein Plateauland mit tief eingeschnittenen Tälern. Er teilt dann ferner mit, daß die Moldavite noch niemals in einem Flußtale, sondern immer nur auf den über der Talsohle gelegenen Höhen gefunden worden sind. Auch DVORSKY schreibt über die auf der Fundstätte am Iglawafusse bei Trebitsch abgesetzten Moldavitgerölle, daß sie immer auf dem hügeligen Plateau in Höhen von 50—100 m über der heutigen Talsohle des Flußbettes, niemals aber sich in der Talsohle selbst vorfinden.

Über die Billitonite und Australite sind mir keine diesbezüglichen Mitteilungen bekannt geworden. Von den Queenstowniten habe ich schon berichtet, daß sich ihre Fundstellen in beträchtlicher Höhe am Fuße des Mt. Darwin befinden.

Aus diesen Mitteilungen über die Art der Ausstreuung einiger Gruppen der Tektite auf ihren Fundgebieten schöpfe ich neue, ganz bestimmte und für die zukünftige Forschung sehr nützliche Anregungen. Einen Meteoritenfall mit vielen Tausenden von Moldaviten bei Budweis und bei Trebitsch, dessen Stücke sich nur auf dem Plateau und einer Flußterrasse niederlassen und dabei den Flußtälern ausweichen, kann ich mir nicht vorstellen. Eine derartige Verteilung der Tektite auf ihren Fundgebieten muß unbedingt Erinnerungen auf urhistorische Siedlungen auslösen.

Nach SUËSS sind die moldavitführenden Schotter älter als das Auftreten des Menschen in Mitteleuropa. Es müßten dann die Flußtäler der in Betracht kommenden Hochflächen jünger, die Moldavite älter, also diese schon vor der Entstehung der Täler dagewesen sein. Mir scheint jedoch die Einstreuung der Moldavite in spätere oder diluviale Schotter durchaus nicht das gleiche hohe Alter für die Moldavite zu bedingen. Die Moldavite können in viel späterer Zeit in die Schotter hineingeraten sein. Für die letztere Ansicht zeugt die meist unversehrte Erhaltung der feinen bis ganz zart zerhackten Moldavitoberfläche. Wie immer die Altersfrage von den Geologen entschieden werden möge, so bleibt die Bindung der Moldavite an Hochflächen und Terrassen unter allen Umständen bestehen, auf welchen Tatbestand ich die Urgeschichtsforschung ganz besonders hingewiesen haben möchte. Es ist ja heute allbekannt, daß die alten Ansiedlungen fast durchwegs auf Anhöhen oberhalb der damals versumpften Talböden angelegt waren.

Alle vorstehenden Ausführungen fußen auf Mitteilungen von SUËSS, welche in seinen beiden großen Publikationen über die „Herkunft der Moldavite“ und in „Rückschau und Neueres über die Tektite“ eingestreut sind, hier aber in den Vordergrund gerückt und dem Sinne nach zur Bewertung der Tektite als Kunstprodukte verwendet wurden.

Bei Zustimmung und weiterer Förderung des hier in aller Kürze skizzierten Versuchs, den Tektiten das stolze Anrecht auf

Menschenwerk zu wahren, scheint mir das Betreten des angegebenen Weges unserem Erkenntnisbedürfnis entgegenzukommen und vollen Erfolg zu verheißen. Meinem geschätzten Freunde SUESS wird aber unter allen Umständen das große Verdienst um die mit so vieler wissenschaftlicher Begeisterung durchgeführte Untersuchung des „Tektit-Mysteriums“ ungeschmälert erhalten bleiben.



**Druck von Carl Grüniger, Stuttgart.**