
SITZUNGSBERICHTE

1898.

XLV.

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

Gesamtsitzung vom 10. November.

Zur Deutung der Glaukophangesteine.

Von H. ROSENBUSCH.

Zur Deutung der Glaukophangesteine.

Von H. ROSENBUSCH.

In meinen Elementen der Gesteinslehre sagte ich S. 521: »Die Glaukophangesteine bilden eine höchst eigenthümliche und nach mancher Richtung hin der Aufklärung besonders im chemischen Sinne bedürftige Gruppe, deren einzelne Glieder vom Horizont der Glimmerschiefer aufwärts zur Phyllitformation und in die dynamometamorphen Facies mancher Sedimentformationen hinein verfolgt werden können. Den tieferen Lagen der krystallinen Schiefer, den eigentlichen Gneissen, fehlen Glaukophangesteine anscheinend vollständig. . . . Geologische Verknüpfung zeigen die Glaukophangesteine mit Glimmerschiefern und körnigen Kalken in diesen oder mit phyllitischen Gesteinen oder endlich mit Serpentin. In körnigen Kalken und Glimmerschiefern, sowohl Muscovitals Paragonitschiefern, reichert sich der Glaukophan oft so an, dass förmliche Übergänge in Glaukophangesteine entstehen. Mit Serpentin ist die Association eine mehr locale, Übergänge liegen nicht vor. — Die nahe Beziehung zu normalen Amphibolgesteinen wird beleuchtet durch den Umstand, dass Glaukophan und Strahlstein sehr gern und in oft schwankender Menge mit einander associirt sind«. Und am Schluss des Abschnittes über diese Familie krystalliner Schiefer heisst es: »Zu einer irgendwie sicheren Deutung der Glaukophangesteine fehlt jede chemische Grundlage«.

Diese Sätze enthalten das Thatsächliche über den geologischen Verband und die verwandtschaftlichen Beziehungen der echten Glaukophangesteine, soweit es z. Z. nach meiner Überzeugung feststand. In dem letzten der angeführten Sätze muss das Wort »jede« ersetzt werden durch »die ausreichende«.

Es gibt eine grosse Anzahl blauer Amphibole ausser dem Gastaldit, Glaukophan und Crossit, denen sämmtlich gemeinsam ist, dass unfern der Verticalaxe in der Symmetrie-Ebene die Axe kleinster Elasticität liegt, und die sich theils durch diesen Umstand, theils durch die geringe oder nicht wahrnehmbare Bissectricendispersion und den Pleochroismus, theils durch ihr niedrigeres Eigengewicht von dem ebenfalls blauen Arfredsonit, Riebeckit, Hastingsit u. s. w. unterscheiden

lassen. Ich will die Glieder der ersten Gruppe als Glaukamphibole der Kürze halber zusammenfassen, die der zweiten als Arfredsonitamphibole. Dann kann man, soweit meine Erfahrungen heute reichen, den Satz aufstellen, dass die Arfredsonitamphibole nur in Eruptivgesteinen, die Glaukamphibole dagegen nie als ursprüngliche Gemengtheile solcher auftreten. Dass die Glaukamphibole eine weite Verbreitung in dynamometamorphen Gabbro- und Diabasgesteinen und den Tuffen der letzteren haben, ist eine von zahlreichen Autoren, die sich mit derlei Vorkommnissen beschäftigten, festgestellte Thatsache. Und dennoch ist meines Erinnerens niemals die Vermuthung ausgesprochen worden, dass die eigentlichen Glaukophangesteine mit Gabbro, Diabas, Schalstein und Verwandtem zusammenhiengen. Oder vielmehr diese Vermuthung ist wohl geäußert worden, aber in dem gerade umgekehrten als dem hier angedeuteten Sinne. GEO. F. BECKER¹ leitet bekanntlich in seinem inhaltsreichen Werke »Geology of the Quicksilver Deposits of the Pacific Slope«. U. S. Geol. Survey Monograph XIII. Washington 1888. die dort sehr verbreiteten Glaukophangesteine, ebenso wie die mit ihnen zusammen auftretenden »Pseudodiabase«, »Pseudodiorite« und andere Gesteine aus den Sandsteinen jenes Gebietes mit *Aucella mosquensis* ab. Als wirkendes Agens bei der Metamorphose denkt er sich aufsteigende Minerallösungen, welche aus dem, die ganze Formation unterlagernden, Granit stammen würden. — H. W. TURNER, dem wir so viel Aufschlüsse über die Geologie des Westens der Vereinigten Staaten verdanken, spricht sich gleichfalls in einem Aufsätze: The Geology of Mount Diablo, California, with a supple-

¹ Ich möchte bei dieser Gelegenheit einen Irrthum corrigiren, der sich in meiner Physiographie der massigen Gesteine, 3. Aufl., S. 896, findet und auf welchen Hr. GEO. F. BECKER mich in freundlichster Weise aufmerksam machte. Dort ist gesagt worden, dass den Angaben von HAGUE und IDINGS, wonach die Eruptivgesteine in der Umgebung des Comstock Lode bei Virginia City, Washoe, Nevada eine einheitliche Eruptivmasse darstellen, welche der Hauptsache nach zum Hypersthenandesit zu stellen wäre, aus dem sich local die Biotit- und Amphibolandesite einschliesslich der Diabase und Diorite BECKER's, sowie die Dacite und Rhyolithe (Quarzporphyre BECKER's) entwickelt haben, nicht widersprochen worden sei. GEO. F. BECKER hat allerdings und zwar ausführlich in einem Aufsätze: The Washoe rocks. California Acad. of Sc. Bull. 1886. II. 6 und dann wieder in dem Aufsätze: The texture of massive rocks. Amer. Journ. 1887. XXXIII. 50 seine Auffassung der Verhältnisse unter Beibringung neuer Thatsachen aufrecht erhalten und vertheidigt. Er anerkennt die Verbreitung des Hypersthens in den Washoe-Gesteinen und die Möglichkeit eines früh tertiären Alters seines Quarzporphyrs, hält aber die geologische Selbständigkeit des Pyroxenandesits, des Diabas und des Diorits aufrecht und leitet diese Gesteine von wenigstens drei zeitlich weit aus einander liegenden Eruptionen ab. Man findet ein vorzügliches Referat über den ersten Aufsatz in dem Neuen Jahrb. f. Min., Geol. u. Palaeont. 1890. I. 428. Er ist danach nicht berechtigt, zur Zeit die Eruptivmasse der Umgebung von Virginia City zur Deduction der Abhängigkeit der Strukturverhältnisse von den Verfestigungsbedingungen heranzuziehen, ohne des Widerspruchs von GEO. F. BECKER zu gedenken.

ment on the chemistry of the Mount Diablo rocks by W. H. MELVILLE. Bull. Geol. Soc. of America II. 385. Rochester 1891. über die genetischen Beziehungen der Glaukophangesteine aus: »Glaucophane schist is rather abundant, usually near serpentine. It occurs nowhere in any large body, forming only isolated croppings or narrow streaks. . . . About a mile and a half southward of the main peak, near the edge of the metamorphic area and not far west of the road from the Railroad Ranch to the Mountain House, there is some glaucophane schist so related (in part interbedded) with the shale about it as to lead one to suppose it to have been formed from the shale by action of mineralizing solutions«. Also auch hier die Vermuthung einer genetischen Beziehung zwischen Glaukophanschiefern und ursprünglichen Sedimenten. Ich kann nur hinzufügen, dass auch ich solche Vermuthungen lange getheilt habe und daher nach chemischen und structurellen Beweisen für dieselben suchte. Besonders die nicht seltene Verknüpfung mit Kalken und ihren Derivaten, sowie die häufige Association des Glaukophans mit einem Sprödglimmer beeinflusste meine Auffassung. Der letztangeführte Umstand verlor an Bedeutung, als R. W. SCHÄFER (Über die metamorphen Gesteine des Allalingerbietes u. s. w. T. M. P. M. 1895. XV. 91) einen Sprödglimmer in den Allaliniten und Serpentinien des Allalingerbietes nachgewiesen hatte.

Die ungeheure Verbreitung der Glaukamphibolgesteine in Californien, ihre häufige locale Verknüpfung mit Eruptivserpentinien und Ergussformen gabbroider Magmen, die gewöhnlich als Diabase bezeichnet werden, ihr stets sehr geringes Volumen gegenüber den unverkennbaren Sedimenten, denen sie eingeschaltet sind, wurde mir im persönlichen Verkehr mit Hrn. Prof. LAWSON ebenso bestätigt, wie durch die Litteratur. Dass eine genetische Beziehung zwischen den Eruptivgesteinen und den Glaukamphibolgesteinen bestehe, sprach Hr. LAWSON mehrfach als seine Ansicht aus, ohne sich über die Natur dieser Beziehungen und ihre Begründung entscheidend zu äussern. Seine Stellung zu dieser Frage erhellt aus seiner Sketch of the Geology of the San Francisco Peninsula. 15th Annual Report U. S. Geol. Survey 1893/4, Washington 1895, p. 431 ff. Als wenig veränderte Glieder der »metamorphic schists« dieser Halbinsel führt er auf: 1. schwach schiefrige Gesteine, welche nicht wesentlich verschieden sind von dem San Francisco-Sandstein und welche oft in glimmerige Schiefer, seltener bläuliche, einen Glaukamphibol führende Schiefer übergehen; — 2. bläuliche shales, offenbar ident mit den normalen shales, welche dem genannten Sandstein untergeordnet sind und in denen sich ein Glaukamphibol entwickelt hat; — 3. vulcanische Tuffe, wie sie häufig in der Franciscan Series auftreten, in denen sich eine unvollkommene, oft

kaum wahrnehmbare Schieferung zeigt und denen neugebildete Glaukamphibolnadelchen einen bläulichen Schimmer verleihen; — 4. massige basische Gesteine, wahrscheinlich zu den Basalten und Diabasen der Franciscan Series gehörig, in denen reichliche Neubildung von Glaukamphibolen und eine oft sehr geringe Schieferung wahrnehmbar ist. Diese Gesteine gehen über in 1. hochmetamorphe typische »Glaukophanschiefer« und in 2. verschiedene glimmerige, chloritische und amphibolitische Schiefer mit oder ohne accessorischen Glaukamphibol. In allen diesen ist jede Spur von dem ursprünglichen Gestein verwischt. LAWSON ist geneigt, diese Umwandlungsvorgänge zur Gruppe der Contactmetamorphose zu zählen und in den Serpentinien des Gebiets die Verursacher derselben zu sehen, obschon er auch die Einwirkung anderer Eruptivgesteine keineswegs ausschliessen möchte. — Es ist schwer, einen durchaus adaequaten Auszug aus der gedrängten und äusserst objectiven Mittheilung LAWSON's zu machen, aber ich hoffe, den wesentlichen Inhalt richtig wiedergegeben zu haben. Wie zutreffend die Angaben LAWSON's über die wenig und hoch veränderten metamorphic schists sind, zeigt mir eine Suite von Handstücken aus den Hügeln nördlich von Berkeley, welche ich der Güte von Hrn. CH. PALACHE¹ verdanke.

Neuerdings wendet sich nun TURNER in gewissem Sinne gegen die Auffassung LAWSON's, obschon er die Richtigkeit seiner geologischen Beobachtungen durchaus bestätigt. TURNER kommt zu dem Resultat (Notes on some igneous, metamorphic and sedimentary rocks of the Coast Range. Journal of Geology, Chicago 1898, 490): Glauco-phane schist is found near some of these serpentine croppings (d. h. hier in dem Mount Diablo-Gebiet); in some cases exactly alongside of them; in other cases, it is not at the contact, but forms isolated croppings along with green amphibole schists and micaceous schists. It would be unwise to insist that these schists have not resulted from the metamorphism of igneous material, by intrusive igneous masses, but it appears to me, in view of the foregoing facts, that it is yet to be demonstrated that these schists are the result of contact metamorphism of the peridotite intrusions. In any case, it seems clear that the glaucophane schists and the green amphibole, garnet and micaceous schists associated with them, are all caused by the same kind of metamorphism.

¹ In meinen »Elementen der Gesteinslehre« ist auf S. 523 Hr. CH. PALACHE allein als der Entdecker des Lawsonits genannt worden. Das Verdienst, dieses wichtige Mineral entdeckt zu haben, gebührt den Herren CH. PALACHE und F. C. RANSOME gemeinschaftlich; seine Analyse verdanken wir Hrn. RANSOME allein, der zugleich eine vorzügliche Beschreibung seiner morphologischen und physikalischen Eigenschaften gab, unterstützt durch Mittheilungen von CH. PALACHE.

Diese Anregungen der californischen Geologen veranlassten zu eigenem Studium der mir zugänglichen californischen Vorkommnisse und zu wiederholter Durchforschung der einschlägigen Litteratur. Ich theile daraus kurz mit, was von allgemeinerem Interesse sein kann. Eine genauere Beschreibung der Gesteine scheint mir unnöthig, sie wird besser von den verdienstvollen Geologen jenes Landes geliefert werden können.

In dem oben angeführten umfangreichen Werke GEO. F. BECKER's findet sich auf p. 104 die von W. H. MELVILLE ausgeführte Analyse eines grünlich grauen schiefrigen Glaukophangesteins von Sulphur Bank, östlich vom Clear Lake, Cal., welches nach der Beschreibung wesentlich aus Glaukophan und Zoisit mit geringen Mengen von Quarz, Albit, Titanit und Muscovit besteht. Ich theile sie unten auf zwei Decimalen reducirt unter I mit. — Ebenso enthält der erstgenannte Aufsatz H. W. TURNER's eine Analyse desselben Chemikers auf p. 413. Sie gibt die Zusammensetzung eines wohlgeschieferten blauen, grün gestreiften Glaukophangesteins mit zahlreichen zimmetbraunen Granaten von einem losen Block am Pine Cañon am Wege nach dem Gipfel des Mount Diablo, 27 miles NO von San Francisco. Die Analyse — sie folgt unten unter II — führt noch $0.17\text{H}_2\text{O}$ an, welches unter 100°C . entweicht und in die Summe 100.48 eingerechnet ist. Beide Analysen sind wiederholt in der höchst willkommenen und werthvollen Zusammenstellung von CLARKE und HILLEBRAND über die chemischen Arbeiten der geologischen Landesanstalt der Vereinigten Staaten (Bull. U. S. Geol. Survey Nr. 148, Washington 1897, p. 222 und 224); hier ist in der ersten Analyse $\text{MgO} = 6.26$ statt 6.27 angegeben, wohl in Folge anderer Reduction der ursprünglich dreistelligen Decimalen.

	I	II
SiO_2	49.68	47.84
TiO_2	1.31	
Al_2O_3	13.60	16.88
Fe_2O_3	1.86	4.99
FeO	8.61	5.56
MnO	0.04	0.56
MgO	6.27	7.89
CaO	10.97	11.15
Na_2O	3.09	3.20
K_2O	0.12	0.46
H_2O	3.84	1.81
P_2O_5	0.21	0.14
	<hr/> 99.60	<hr/> 100.48

Diess ist die charakteristische und normale Zusammensetzung gabbroider Magmen, und die beiden Analysen könnten in gleicher Weise einen frischen, basishaltigen Basalt oder Melaphyr, einen unfrischen

Gabbro, einen Epidiorit oder anderen Grünschiefer oder auch einen nicht ganz frischen Amphibolit darstellen. Man wird also zugeben müssen, dass gewisse Glaukophangesteine stofflich identisch sind mit den Eruptivgesteinen der gabbroiden Magmen, bez. also auch mit gewissen ihrer Tuffe. Die Richtigkeit der Analysen wird, ganz abgesehen von der Autorität des Chemikers, noch erwiesen durch die Einfachheit ihrer Berechnung. II deutet sich zwanglos auf rund 43 Procent eines Glaukamphibols von der Zusammensetzung des Zermatter Vorkommens, aus 2 Procent Muscovit und 55 Procent Epidot von der Zusammensetzung des Untersulzbacher Pistazits nebst gemeinem Granat.

Dass alle Glaukophangesteine aus Diabasen oder stofflich verwandten Felsarten hervorgegangen seien, wäre eine unberechtigte Behauptung. Es liegt aus chemischen Gründen auf der Hand, dass die Glaukophangesteine dieses Ursprungs nothwendig einen beträchtlichen Gehalt an Epidot, Zoisit, Lawsonit, Prehnit, Margarit oder Granat, bez. eine Combination dieser Mineralien und daneben nicht ganz unwesentliche Mengen von Rutil oder Titanit führen werden. Das ist nun in Wirklichkeit der Mineralbestand einer grossen Gruppe von Glaukophangesteinen. Die nahe Verwandtschaft dieser mit den Ortho-Amphiboliten bedarf keiner Betonung. Das Unterscheidende dieser beiden genetisch und stofflich zum Theil identischen Glieder der krystallinen Schieferreihe liegt darin, dass in den Glaukophangesteinen das Natron der Muttergesteine im Amphibol, in den Amphiboliten im Feldspath seinen Platz gefunden hat. Daher sind denn auch die Glaukophangesteine — man würde wohl besser Glaukamphibolgesteine sagen — wesentlich feldspathfrei, die Ortho-Amphibolite wesentlich feldspathhaltig. Man wird die Vermuthung aussprechen dürfen, dass dieser Unterschied nicht ohne Beziehung zu der Stellung der beiden Gesteinsgruppen in dem Verticalprofil der krystallinen Schieferformation und den dadurch gegebenen Bildungsbedingungen sei. — Die Entwicklung eines farblosen Glimmers ist beiden Gesteinsgruppen gemeinsam, scheint aber häufiger bei den Glaukamphibolgesteinen zu sein.

Für die Glaukamphibolgesteine, denen die genannten Kalkalumosilicate fehlen — und ihre Zahl ist eine beträchtliche, ihr Mineralbestand ein sehr wechselnder — ermangelt zur Zeit die Kenntniss der chemischen Zusammensetzung zur sicheren Beantwortung der Frage nach ihrem Ursprung. Doch möchte ich ein Beispiel herausgreifen, bei welchem sich dieser Mangel bis zu einem gewissen Grade ausgleichen lässt: es ist das Crossit-Albitgestein von den San Pablo-Hügeln nördlich von Berkeley in Californien, welches CH. PALACHE (On a rock from the vicinity of Berkeley containing a new soda-amphibol. Bull.

Dep. of Geol. Univ. California. 1894. I. 181) beschrieben hat. Hier wäre es nicht schwer, durch eine mechanische Trennung der beiden fast ausschliesslich das Gestein aufbauenden Mineralien ihre relativen Mengen und damit ziemlich genau die Zahlen der Bauschanalyse zu finden. Mir fehlt es hierzu an dem erforderlichen Material. Das einzige mir zu Gebote stehende Handstück besteht aus helleren gröberkörnigen und dunkleren feinerkörnigen Lagen. Das spezifische Gewicht der dunkleren Lagen wurde mit der WESTPHAL'schen Wage an einer Probe zu 2.748 gefunden, wovon das der helleren nur in der dritten Decimale und hier kaum merklich abwich. Sicher liegt das spezifische Gewicht des Gesteins zwischen 2.74 und 2.75. Bei Annahme der ersten Zahl berechnet sich mit $d = 2.62$ für Albit, $d = 3.14$ für Crossit das Gestein als ein Gemenge von 77 Procent Albit mit 23 Procent Crossit, bei Annahme der zweiten Zahl ergeben sich 75 Procent Albit und 25 Procent Crossit. Legt man nun der Berechnung der chemischen Zusammensetzung des Gesteins die Normalzusammensetzung des Albits und die von PALACHE mitgetheilte Analyse des Crossit zu Grunde, so findet man für den chemischen Bestand des Crossit-Albitgesteins die folgenden Verhältnisse:

	Ab ₇₇ Cr ₂₃	Ab ₇₅ Cr ₂₅
Si O ₂	65.5	65.2
Al ₂ O ₃	16.2	15.8
Fe ₂ O ₃	2.5	2.7
Fe O	2.2	2.4
Mg O	2.1	2.4
Ca O	0.5	0.6
Na ₂ O	10.9	10.8
K ₂ O	0.1	0.1
	100.0	100.0

Mir ist kein Gestein der Welt — sei es eruptiv, sei es schichtig — bekannt, welches man unmittelbar als chemisch nahe verwandt bezeichnen könnte. Doch besitzt nach den oben berechneten Analysen das Albit-Crossitgestein chemisch und mineralogisch den Charakter der Spilosit-Adinolreihe. Der höhere Gehalt an Eisen und Magnesia, der geringere an Kieselsäure würden auf eine nicht unbeträchtliche Beimengung von Diabastuff in dem ursprünglichen Thonschiefersediment bezogen werden können. Der niedrige Kalkgehalt steht dem keineswegs entgegen; es ist charakteristisch für die noch recht räthselhafte Spilosit-Adinol-Metamorphose, dass der Kalkgehalt des ursprünglichen Sediments verschwindet, das Natron sich stark anreichert. Ich will nicht behaupten, dass das Albit-Crossitgestein der San Pablo-Hügel die Adinole eines Thonschalsteins sei, ich weise nur auf die Möglichkeit dieser Deutung hin und gebe diesen Erklärungsversuch gern für jeden besseren auf.

Dass aber die gebotene Deutung nicht so ganz grundlos sei, möchte doch wohl aus folgenden Beschreibungen hervorgehen. Mit der Etiquette »Tuff with beginning alteration to Glauco-phane rock. Hills north of Berkeley« erhielt ich von Hrn. PALACHE ein andeutungsweise und plump schieferiges, im Ganzen schmutzig graulichgrünes, im Einzelnen graulichweiss, graulichgelb und graulichblau geflecktes, von zahlreichen sehr schmalen Klüften und einem grösseren, im Maximum 5^{mm} breiten Trum durchzogenes Gestein. Manche der Klüftchen sind leer, andere zum Theil, andere vollständig gefüllt und zwar mit einem Glaukamphibol, dessen Nadelchen senkrecht oder wenig schräg zur Klüftwand stehen. Das breitere Trum zeigt auf beiden Wandungen einen höchstens 1^{mm} starken Saum von Glaukamphibolnadeln, auf die nach innen eine lockerkörnige, weisse Füllung folgt, die in der Mitte des Trums noch unerfüllten Raum lässt. Alle Klüftchen sind kurz und verlaufen in den verschiedensten Richtungen. Auf der verwitterten Oberfläche des Handstücks und auf polirten Schnittflächen erkennt man deutlich mit Auge und Loupe, ganz vorzüglich mit dem von ZEISS nach Angabe von DRÜNER und BRAUS gebauten binocularen Praeparir- und Horizontalmikroskop den Aufbau des Gesteins aus eckigen bis rundlichen verschiedenartigen Brocken. Sie bedingen die fleckige Färbung des Gesteins. An dem grössten Brocken — er stellt einen Ausnahmefall dar — maass ich 10^{mm} grössten Durchmesser, dazu senkrecht 7^{mm}. Die Dimensionen bleiben meistens weit unter 5^{mm} und sinken bis zu mikroskopischen Werthen herab. Ein Cäment kann ich nicht mit Sicherheit constatiren und, wo ich es zu sehen glaube, nicht sicher deuten. Die Zahl der Klüftchen nimmt beträchtlich zu bei mikroskopischer Betrachtung; dann zeigt sich auch eine gelegentliche Füllung mit Calcit und Quarz.

Einzelne Brocken lassen sich mikroskopisch sicher als Diabas- oder Spilit-Lapilli, z. Th. vielleicht Porphyrit-Lapilli, andere als Feldspath in durchweg hochgradig unfrischem Zustande erkennen; die meisten aber bestehen aus so trüben und so feinkörnigen Aggregaten, dass ich sie nicht sicher mineralogisch zu deuten vermag. Andere Brocken erweisen sich als ein Aggregat von Strahlstein und Epidot, und wieder andere sind voll von Glaukamphibolnadeln mit etwas Strahlstein, Epidot und mit farblosen Mineralien in mannigfachem Wechsel. Die farblosen Mineralien sind hier kaum sicher zu bestimmen, dürften aber identisch sein mit der lockeren farblosen Füllmasse des vorher erwähnten breiten Trums. Hier sind sie sicher nach Brechungs-exponenten, Doppelbrechung, Auslöschungsschiefe in Schnitten senkrecht zu einer Ebene polysynthetischer Zwillingsbildung und in Schnitten, die keine Zwillingsbildung, aber den Austritt einer positiven Bis-

sectrix zeigen, als Albit nebst sehr kleinen Beimengungen von Mikroklin zu erweisen. In local wechselnden Mengen gesellt sich zu diesen Feldspathen ein farbloses, in meistens unregelmässig umgrenzten Täfelchen krystallisirendes Mineral. Auf der Tafelfläche tritt senkrecht die positive Bissectrix eines grossen Axenwinkels aus; die Täfelchen zeigen nicht allzu selten eine polysynthetische Zwillingsbildung nach einer oder auch nach zwei auf der Tafel senkrechten Ebenen, die symmetrisch gegen die Richtung β liegen und mit dieser beiderseits einen Winkel von $33-34^\circ$ bilden. Wo die Tafeln eine idiomorphe Begrenzung zeigen, sind die Umriss parallel den Zwillingslamellen. Der Durchschnittsbrechungssexponent ist etwas höher als bei dem Glaukamphibol, etwa 1.67; die Interferenzfarbe der Schnitte nach der Tafelfläche etwa wie bei dem Mikroklin, während sie in den hierzu senkrechten Schnitten bis zum Orange steigt. Alle Eigenschaften deuten jede für sich und in ihrer Gesamtheit auf Lawsonit in tafelförmigen Individuen nach $OP(OOI)$ und mit Zwillingsbildung nach $\infty P(110)$. — Es liegt hiernach ein in beginnender Umbildung zu Glaukamphibolgestein befindlicher diabasischer Brockentuff vor.

Ein anderes Handstück mit der Etiquette: »Grünschiefer with glaucophane, further stage of altered tuff. Hills north of Berkeley« lässt ebenfalls bei im Ganzen graulichgrüner Farbe mit im Einzelnen gelblichgrünen, schmutzig grauen und bläulichen Flecken sofort den fragmentaren Charakter erkennen. Die Brocken gehören zum grössten Theil denselben Arten an, wie im vorigen Handstück, sind aber durchweg kleiner und spärlicher. Daneben treten Bröckchen recht zahlreich auf, die aus homogenen oder mit Carbonaten gemengten Feldspathaggregaten bestehen und deren Feldspath augenscheinlich eine Neubildung ist. Vereinzelt zeigten sich recht frische Fragmente von Diabasaugit. Die aus dem vorigen Handstück beschriebenen Klüfte werden hier erst unter dem Mikroskop erkennbar. Sie sind wenig zahlreich, öfter mit Calcit, bisweilen mit Glaukamphibol, nie mit Feldspath oder Lawsonit erfüllt. Neben und zwischen den Brocken findet sich in unregelmässiger Vertheilung, hier recht spärlich, dort die Brocken fast verdrängend, ein trübes Cäment, welchem wesentlich die für das Auge schmutzig grauen Flecken des Handstücks zugehören. Es ist auch bei starken Vergrösserungen nur zum Theil auflösbar, wenig lichtdurchlässig und von körnig-schuppiger Textur. Man kann darin mikroskopisch folgende Substanzen sicher erkennen: 1. ziemlich gleichmässig verbreitete, aber nicht eben reichliche Glaukamphibolnadeln und -körner; — 2. ziemlich reichliche Körner, Stacheln und Sphaerokrystalle von Epidot; — 3. ein hellgrünes bis fast farbloses Chloritmineral in Schüppchen und Rosetten in local recht wechselnder Menge; — 4. ein

farbloses Mineral in Schüppchen und Blättchen vom Habitus des Sericits, aber in den stark doppelbrechenden Querschnitten deutlich bis recht schief auslöschend und mit negativem Charakter der Doppelbrechung, bezogen auf die Längsrichtung, vermuthlich Hydrargillit; — 5. in local recht wechselnder Menge, aber allverbreitet glitzernde Körnchen und Putzen vom Habitus der rhomboëdrischen Carbonate und des secundären Titanits. Nach Abzug aller dieser Dinge bleibt noch ein nicht sicher auflösbarer trüber Rest, der wesentlich aus einem Aggregat schwach doppelbrechender, theils bräunlicher, theils farbloser Theilchen besteht.

Behandelt man einen Splitter des Gesteins mit kalter Salzsäure, so braust er sofort, aber nur kurze Zeit; nach Erwärmung der Säure bis zur Siedhitze erfolgt eine länger anhaltende, kräftige Effervescenz. Ist diese vorüber, so findet man in der Lösung neben Kalk, Magnesia und Eisenoxyden eine überraschende Menge von Thonerde. Diese Erscheinung veranlasste eine quantitative Bestimmung. Zwei Proben des Gesteins wurden fein pulverisirt und mehrere Stunden mit Salzsäure auf dem Wasserbade behandelt. Die Ausscheidung von Kieselsäureflocken war sehr deutlich. Von der einen Probe giengen 31.45 Procent, von der andern 30.71 Procent in Lösung; in Wirklichkeit ist die Menge des Gelösten grösser, da ja die frei gewordene Kieselsäure zum grössten Theil bei dem Ungelösten verblieb. In den abfiltrirten Lösungen wurde bestimmt:

	I	II
SiO ₂	1.07	1.86
Al ₂ O ₃	6.86	8.53
FeO	6.94	6.61
MgO	2.50	3.53
CaO	6.89	6.15
CO ₂ +H ₂ O	7.19	4.03
	<u>31.45</u>	<u>30.71</u>

Kohlensäure und Wasser wurden aus der Differenz gefunden und sind um ein Geringes zu hoch, da auch Spuren von Alkalien in der Lösung vorhanden waren. Die angeführten Thatsachen und Zahlen lassen schliessen, dass neben etwas Calcit, einem schwer löslichen rhomboëdrischen Carbonat und einem Chloritmineral auch ein in Salzsäure lösliches Kalkalumosilicat im Gestein vorhanden sein muss. Welches es sei, ist nicht zu erweisen; es steckt offenbar in dem schwer auflösliehen Theile des Cäments. — In dem 69.29 Procent betragenden ungelösten Rückstande der Analyse II fanden sich:

	II a
SiO ₂	40.73
Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃	15.13
MgO	1.57
CaO	4.65
Alkalien und H ₂ O	7.21
	<u>69.29</u>

In einer besonderen Portion des Gesamtgesteins wurde der Gehalt an Alkaliën bestimmt zu:

Na ₂ O	4.16
K ₂ O	1.01

Hieraus und aus II und IIa ergibt sich für das Gesamtgestein die Zusammensetzung zu:

SiO ₂	42.59
Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃ + FeO	31.00
MgO	5.10
CaO	10.80
Na ₂ O	4.16
K ₂ O	1.01
CO ₂ + H ₂ O	5.34
	<hr/>
	100.00

Das entspricht einem mit kleinen Mengen thoniger und carbonatischer, also mergeliger Sedimente verunreinigten Diabastuff oder Spilituff.

Ein drittes Handstück mit der Etiquette: »Glaucophane schist still further stage of alteration of tuff(?). North of Berkeley« ist kaum erkennbar plattig, hat uneben höckerigen Bruch und lässt bei im Grossen ausgeprägt blauer Gesamtfarbe deutlich einen Aufbau aus verschiedenartigen Bruchstücken wahrnehmen, die theils intensiv blau, theils graulichgrün, theils gelblichgrün, theils grünlichweiss bis grauweiss sind. Das Fragezeichen der Originalaetiquette ist unnöthig; es liegt zweifellos ein hoch umgewandeltes, den Glaukamphiboliten zuzählendes, aus einem ursprünglichen, fast ganz cämentfreien Lapillituff durch Metamorphose entstandenes Gestein vor. — Die im Ganzen vorherrschenden, stellenweise aber sehr zurücktretenden blauen Theile bestehen aus einem äusserst feinfaserigen Glaukamphibolfilz mit wechselnden, meist kleinen Mengen von Epidot und Titanit, zum Theil auch mit reichlichem Strahlstein, die grau- und gelblichgrünen Theile zeigen ein weit gröberkörniges Gefüge und bestehen wesentlich aus einem fast farblosen bis gelblichgrünen monoklinen Epidotmineral mit starker Dispersion der Bissectricen, die grünlich- bis grünweissen Theile erweisen sich zusammengesetzt aus wirr gelagerten, seltener roh parallel geordneten Täfelchen von Lawsonit mit kleinen Beimengungen von Epidotkörnern und Titanitstaub und verkittet bald durch ein optisch negatives fast farbloses bis hellgrünliches blätteriges Silicat (Chlorit? Margarit?) in Schüppchen und Schuppenaggregaten, bald durch Feldspath. Der Lawsonit ist in diesem Gestein besser idiomorph als in den früher beschriebenen Handstücken und erlaubte daher oft sehr scharfe Messungen des Prismenwinkels. Die Täfelchen zeigen trotz ihrer geringen Dimensionen — die grössten hatten 0^{mm}.06 längsten Durchmesser bei 0^{mm}.008

Dicke, während die Durchschnittsdicke etwa $0^{\text{mm}}001$ betragen dürfte — oft deutlich die Spaltung nach dem Prisma. — Im Interesse der Gesteinsdeutung ist hervorzuheben, dass auch ein grösseres Bruchstück eines Diabasaugits beobachtet wurde, welches ringsum mit einem Bart von Glaukamphibolnadelchen besetzt war.

Die Structur dieses Glaukamphibolits gewinnt einen flaserigen Charakter dadurch, dass die ursprünglich und zum Theil noch wohl erkennbaren eckig rundlichen Brocken und Lapilli von verschiedenem stofflichen Bestande linsenförmig ausgezogen und an einander gepresst und gefügt sind und von einer hier dünnen, dort dickeren Epidermis aus einem titanitstaubreichen Glaukamphibolfilz umwoben werden. So zeigt sie in aussergewöhnlich deutlicher Weise, wie von GÜMBEL diese bei Schalsteinen und Grünsteinen des geschieferten Gebirges häufige Art des Gewebes als Migrationsstructur bezeichnen konnte. Der Name ist recht zutreffend, wenn man unter Migration nicht etwa eine chemische Wanderung, sondern eine mechanische Verschiebung der Bestandmassen des Gesteins versteht. Die Wirkung der verschiebenden Kräfte zeigt sich auch vielfach in der Biegung der Glaukamphibolnadelchen, sowie in Knickungen der Lawsonittäfelchen und treppenartiger Anordnung ihrer Bruchtheile.

Ausgegeben am 24. Novembér.
