

# Über einige schweizerische Glaukophangesteine

Von U. GRUBENMANN  
ZÜRICH

Sonder - Abdruck  
aus der Festschrift zum  
siebzigsten Geburtstage  
von Harry Rosenbusch  
gewidm. v. seinen Schülern

# Über einige schweizerische Glaukophangesteine.

VON ULR. GRUBENMANN, Zürich.

(Mit einer Tafel und einer Textfigur.)

---

Im Jahre 1898 erschien von H. ROSENBUSCH die kleine Schrift »Zur Deutung der Glaukophangesteine«\*, in welcher mit der unserm Altmeister eigenen vornehmen Art alles wesentlich Bekannte über diese Gesteinsgruppe zusammengefaßt und mit klarem Blick der Weg zu ihrer genetischen Ableitung eingeschlagen wurde. Zur Erkenntnis von der alleinigen Zugehörigkeit der Glaukophangesteine zu den metamorphen Gesteinen und ihrem beständigen Vorkommen in den obern Horizonten des kristallinen Grundgebirges ist seitdem nichts hinzugefügt worden, ebensowenig zur Aufklärung ihrer Paragenese mit Karbonaten, Glimmerschiefern, Chloritschiefern, Serpentin, verschiedenen Gabbroderivaten und gewissen Gneiß. Doch betont ROSENBUSCH in jener Schrift, wie schon vorher in den »Elementen«, daß zur vollen Aufklärung der Glaukophangesteine die genügende chemische Grundlage fehle.

Diese Lücke wurde dann im Jahre 1901 durch H. WASHINGTON zu einem guten Teile ausgefüllt; in seinem »Chemical study of Glaukophane Schists«\*\*

---

\* Sitzungsberichte der k. preuß. Akad. d. W. 1898.

\*\* American Journal of Sc. Vol. XI. Jan. 1901.

bringt er 15 größtenteils von ihm selbst ausgeführte Analysen von Glaukophangesteinen aus allen Teilen der Erde, aus welchen eine ziemliche Gleichförmigkeit des Chemismus dieser Gesteinsgruppe hervorgeht. Der bei weitem größere Teil ihrer Repräsentanten besitzt den chemischen Charakter von Gabbrogesteinen, Diabasen und deren Tuffen (basische Gruppe WASHINGTONS) und wird nach dem Vorgange ROSENBUSCHS von solchen abgeleitet. Ein kleiner Teil ist kieselsäurereich, wie Quarzsandsteine (saure Gruppe von WASHINGTON), und deriviert wohl von solchen; eine intermediäre Gruppe ist nur durch eine Analyse von unsicherer Deutung vertreten. Die beiden Hauptgruppen treten geologisch verbunden auf. Die Glaukophangesteine aus dem westlichen Teil der ligurischen Alpen wurden darauf im Jahre 1903 von S. FRANCHI chemisch und petrographisch bearbeitet\* und wieder teils von Diabasen, teils von deren durch Sedimente verkitteten Tuffen abgeleitet.

In der Schweiz sind von verschiedenen Lokalitäten Glaukophangesteine bekannt geworden, vielfach erratisch, doch auch anstehend im mittleren Allalengebiet, bei Zermatt und im Val de Bagne im Wallis. Letztere wurden von DUPARC und RITTER erwähnt\*\* und petrographisch skizziert\*\*\*; aber eine eingehendere chemische und petrographische Untersuchung fehlt für alle. Als Zeichen meiner Verehrung und Dankbarkeit für meinen Lehrer und um jenem von ihm empfundenen Mangel an einer genügenden chemischen Grundlage für die Erkenntnis der Glaukophangesteine, so viel an mir liegt, abzuhelfen, habe ich es unternommen, einige Glaukophangesteine meiner schweizerischen Heimat, nämlich die Vorkommnisse im Bagnetal und zwei Erratica aus der Umgegend von Bern zu untersuchen, um so auch ein Kleines beizutragen zur »Deutung der Glaukophangesteine«.

---

\* Contribuzione allo studio delle rocce a glaucofane ec. Boll. R. C. Geol. 1902. n. 4.

\*\* Etude pétrographique des Schistes de Casanna du Valais. Arch. d. sc. ph. et nat. Juillet 1896.

\*\*\* Sur la classification pétrographique des schistes de Casanna et des Alpes valaisannes. C. r. des S. de l'Ac. des sc. Paris. Mai 1901.

## A. Die Glaukophangesteine des Val de Bagne.

Sie liegen in der Zone der »Casannaschiefer«, welche nach DUPARC (l. c.) dort eine Antiklinale bilden, deren zugehörige Synklinalen vom Aostatal nach Nordosten gegen das Rhonetal ziehen, die eine dem Val de Ferret folgend, die andere östlich vom Evolenatal hinüberstreichend. Diese beiden sind wesentlich aus den grauen, seidenglänzenden, phyllitischen »schistes lustrés« gebildet. Die »Casannaschiefer« bestehen aus einem Komplex sehr verschiedenartiger Gesteine, die sich aber alle durch einen höheren Grad von Kristallinität auszeichnen. Trotz ihres auffallend starken Gesteinswechsels weisen sie eine gewisse Einheitlichkeit des Mineralbestandes auf, indem Muskovit, Epidot, Chlorit und Quarz in fast allen »Casannaschiefern« wiederkehren und allen ein hoher Gehalt von Titanmineralien eigen ist. Durchquert man diese Zone im Bagnetal von Norden nach Süden, so trifft man zuerst südlich des Rhonetales auf Phyllite und Muskovitschiefer; ihnen folgen Chlorit-Epidotschiefer, denen granat- und rutilreiche Muskovitgneiße und -schiefer sich anschließen. Die Glaukophangesteine liegen im mittleren Teil des Bagnetales zwischen Lourtier und Fionnay und sind geologisch und petrographisch mit den Chlorit-Epidotschiefern verknüpft. Bei ihnen wird die stark wechselnde Gesteinsbeschaffenheit besonders auffallend und zeigt sich bei manchen Varietäten schon im Handstück. Auch hier ist sie hauptsächlich an Variationen im Mengenverhältnis der Komponenten geknüpft, verbunden mit einem Wechsel der Textur vom massigen bis zum dünn-schieferigen, mit feinen Verfältelungen. — Auf dem Wege von Lourtier nach Fionnay (etwa 4 km in der Luftlinie) lassen sich nicht weniger als 4 Arten von Glaukophangesteinen unterscheiden, deren Zahl sich aber durch Übergangsvarietäten noch sehr vermehren ließe. Es sind dies:

1. Karbonatreiche Glaukophangesteine, anstehend zunächst hinter Lourtier vor den Hütten von Lavintzie, dann wieder östlich der Brücke vor Granges neues.

2. Chlorit-Epidot-Glaukophangesteine, mit den vorigen durch Übergänge verbunden, bei Granges neues und Fionnay.

3. Glaukophan-Muskovitschiefer, mit der ersten Gruppe zusammen vorkommend bei Lavintzie und dann wieder vor Fionnay.

4. Glaukophangneiß, der in Blöcken am Fuße des Gehänges nordöstlich von Fionnay gefunden wurde.

### 1. Die karbonatreichen Glaukophangesteine (Fig. 1).

Es sind im allgemeinen mittelkörnige, richtungslos gefügte Gesteine mit bloß schwacher Andeutung von grober Schieferung; nur bei dem Vorkommnis kurz vor Granges neues wird sie deutlicher. Dort ist der Calcit in Lagern angereichert; dazwischen liegt heller Glimmer, der die Schieferungsflächen bezeichnet, und die Gesteine sind dann verbogen und verfältelt. Die Gemengteile dieser Gruppe lassen sich fast durchgehends schon makroskopisch erkennen als gelbliche Calcitkörner, weißer Glimmer, gelblichgrüner Epidot, mattgrüner Chlorit, dunkelblauer Glaukophan, dazu etwas Quarz und Feldspat; honiggelbe Kristallflächen von Titanit blitzen überall im Gestein zerstreut hervor. Calcit, Glaukophan und Chlorit-Epidot reichern sich in Schlieren und Zügen, zum Teil sogar in allerdings unscharf begrenzten, fast eckigen Brocken an. Dies gilt besonders von den Chlorit-Epidotaggregaten; das Gestein erhält dadurch ein unruhiges, grobfleckiges Aussehen.

Unter dem Mikroskop fällt bei den karbonatreichsten Varietäten zunächst der Calcit als wesentlichster Gemengteil auf. Er ist stets nach (0112) verzwillingt und seine Körner greifen, wie bei gewissen Marmoren, buchtig ineinander. Vielfach ist er von Einschlüssen der andern Komponenten, besonders von Quarz und Glaukophan, durchsetzt, die ihrerseits auch ihn wieder einschließen. Die Frage, ob der Calcit als Zersetzungsprodukt eines der übrigen Gemengteile angesehen werden kann, ihnen gegenüber also sekundär wäre, muß nach der vollkommenen Frische aller, nach seinem quantitativen Überwiegen, nach seiner Formentwicklung und nach den Ein-

schlußverhältnissen entschieden verneint werden; das mikroskopische Bild ist vielmehr dasjenige eines durch reichliche silikatische Beimengungen verunreinigten Marmors. Der kleinblättrige muskovitische Glimmer mit einem optischen Axenwinkel von ca.  $64\frac{1}{2}^{\circ}$  tritt stets zu Butzen und Flatschen zusammen. Er ist auch in ganz massigen Stücken öfter verbogen und gewunden und zeigt, daß auch diese starken mechanischen Einwirkungen unterlagen; auch die rundlichen Quarzkörner haben oft wandernde Schatten. Der Chlorit in seiner gewöhnlichen fetzenförmigen Gestaltung zeigt sehr deutlichen Pleochroismus; grün parallel der Spaltbarkeit, gelb senkrecht dazu. Er ist in karbonatreichen Stücken spärlich und reichert sich mit dem Zurücktreten des Karbonates stark an. Der Epidot tritt in länglichen, öfter zerbrochenen Körnern auf. Seine Auslöschungsschiefe beträgt  $3^{\circ}$  c : a, sein Pleochroismus ist: c gelbgrün, b gelblich, a fast farblos. Ganz farblose Körner von hoher Licht- und Doppelbrechung, sowie gerader Auslöschung dürften dem Lawsonit angehören. Der Glaukophan ist langstengelig ausgebildet; neben der gewöhnlichen prismatischen Spaltbarkeit der Amphibole besitzt er eine sehr regelmäßige Querklüftung. Von seinen Kristallflächen ist stets das Spaltprisma (110) und untergeordnet auch (010) entwickelt, so daß seine Querschnitte in der Regel schöne Rhombenformen zeigen, besonders bei den kleinen, in Calcit und Albit eingeschlossenen Individuen. Mit zunehmender Größe des Glaukophans nimmt die Güte der Formentwicklung im allgemeinen ab. Sein Pleochroismus ist der gewöhnliche: c tiefblau, b rötlichviolett, a gelblich; die Auslöschungsschiefe c : c auf (010)  $4-6^{\circ}$ , die Doppelbrechung  $\gamma - \alpha = 0,017$ . Der Feldspat ist stets ungestreift und wasserklar und würde ohne seine deutliche Spaltbarkeit leicht für Quarz gehalten werden; indessen unterscheidet er sich von letzterem, der immer rein ist, durch seine Durchspickung mit allen andern Komponenten, so daß er das schönste Beispiel liefert für die poikiloblastische Strukturform (Fig. 6). Der Feldspat ist stets annähernd isometrisch und ganz formlos. Seine optische Axenebene ist wenig geneigt gegen die Spaltrisse nach (001); Schnitte

senkrecht dazu mit dem Austritt einer positiven Bisectrix besitzen eine Auslöschungsschiefe von  $16^{\circ}$ ; er ist also Albit. Viele Erze mit dem bläulichen Schimmer des Magnetits, rötliche Eisenglanzblättchen, scharfe winzige Rutil-säulchen, und die oft zu Häufchen versammelten Titanitkriställchen bilden neben Apatit, der zuweilen reichlich vorhanden ist, manchmal aber auch ganz fehlt, die übrigen Gemengteile des Gesteins. — Die Struktur der karbonatreichen Glaukophangesteine muß als kristalloblastisch bezeichnet werden, denn die gegenseitige Formengebung der Komponenten läßt keine Ausscheidungsfolge erkennen. Diese ist einzig durch die Kristallisationskraft bestimmt; auch können alle Gemengteile einander einschließen. Der reichliche Calcit gibt dem mikroskopischen Gesteinsbilde ein granoblastisches Gepräge, das nur durch den lamellaren Muskovit und Chlorit und durch den stengeligen Glaukophan stellenweise etwas beeinträchtigt wird. Albitreichere Stücke nähern sich wegen des Einschlußreichtums dieses Mineralen der poikiloblastischen Strukturform (Fig. 6). — Die kristalloblastische Reihe läßt sich folgendermaßen aufstellen: Rutil, Titanit — Glaukophan — Epidot, Apatit — Erze — Glimmer, Chlorit — Calcit, Quarz — Albit. — Kataklastische Spuren sind nicht gerade häufig; allein die Verbiegungen des Gesteins bei Granges nouvelles, sowie die Knickungen der Muskovite, die undulös auslöschenden Quarze und die zerbrochenen Epidote, selbst in massigen Stücken, beweisen doch, daß es starkem Streß ausgesetzt war. Nur muß sich ein großer Teil der mechanischen Energie in chemische umgesetzt und so die hohe Kristallinität dieser Gesteine hervorgebracht haben; dabei hat wohl die leichte Umkristallisierbarkeit des Karbonates, im Verein mit seiner körnigen Gestalt, die Entstehung einer Paralleltexur verhindert und ein massiges Gefüge begünstigt.

Da Struktur und Textur ohne alle Relikte sind, gestatten sie keinen Rückschluß auf die ursprüngliche Natur des Gesteins. Sein Mineralbestand reiht es in die Gruppe der Kalksilikatgesteine ein; der Karbonatreichtum läßt ein ursprüngliches Sediment vermuten. Die an einem Stück von

mittlerem Karbonatgehalt ausgeführte chemische Analyse\* ergab folgendes Resultat (a):

Karbonatreiches Glaukophangestein, südöstlich Lourtier\*\*

	a	b	
SiO <sub>2</sub>	33.40	50.74	
TiO <sub>2</sub>	5.54	—	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8.36	11.38	Die Umrechnung der Werte unter b
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7.82	—	nach den Angaben von A. OSANN
FeO	7.37	19.26	führte zu nachfolgenden Größen:
CaO	13.99	3.77	s = 56.6
MgO	7.84	10.60	A = 3.8    a = 1.9    n = 7.1
K <sub>2</sub> O	1.16	1.57	C = 3.0    c = 1.4    m = 9.7
Na <sub>2</sub> O	1.98	2.68	F = 34.8    f = 16.7    k = 0.81
H <sub>2</sub> O unter 100 <sup>0</sup>	0.10	—	daraus resultiert
Glühverlust	3.40	—	die Typenformel: s <sub>56.5</sub> a <sub>2</sub> c <sub>1.5</sub> f <sub>16.5</sub> .
CO <sub>2</sub>	8.80	—	
Summe	99.76	100.00	
Spez. Gewicht	2.94.		

Auch nach seinem chemischen Gehalt gehört das Gestein somit in die Kalksilikatgruppe. Berechnet man mittelst des CO<sub>2</sub> den Karbonatgehalt des Gesteins, so ergibt sich eine Mischung von 20% Calciumkarbonat mit 80% silikatischem Anteil. Doch ist dieses Verhältnis wohl nicht genau zutreffend, weil das Karbonat wegen seiner gelblichen Färbung etwas Eisen und daneben wohl noch etwas Magnesia enthält. Der silikatische Anteil wurde wasserfrei auf 100 umgerechnet, dabei die Titansäure zur Kieselsäure und das Eisenoxyd zum Eisenoxydul gezogen und ergab so die unter b aufgeführten Beträge.

Der aus jenen Zahlen resultierende Chemismus scheint sich am meisten dem der Gabbrogesteine zu nähern. Die Typenformel stimmt indessen am

\* Sämtliche Analysen wurden von meiner Assistentin Fr. Dr. L. HEZNER ausgeführt.

\*\* Entspricht Nr. 254 der Sammlung von Gesteinen der Schweizeralpen, zusammengestellt von Prof. Dr. C. SCHMIDT, Basel.



meisten überein mit derjenigen der Nephelinbasanite vom Typus Rosengärtchen:  $s_{50.5}$   $a_{2.5}$   $c_1$   $f_{10.5}$ . Bei echten Gabbrogesteinen ist  $c$  fast durchgehends größer als  $a$ . — Die karbonatreichen Glaukophangesteine des Bagnetales sind demnach wahrscheinlich Mischungen von karbonatischen Sedimenten und eruptivem Material theralithischer Natur, am ehesten basanitischen Tuffen. Die ursprünglich tufföse Natur des Gesteins wird durch die starke und oft fleckig wechselnde Gesteinsbeschaffenheit bestätigt, wobei die vorhandenen Schlieren wohl als ummineralisierte, durch den Streß breitgedrückte Trümmer zu deuten sein dürften.

Durch Abnahme des Karbonates bei relativer Anreicherung der übrigen Komponenten, besonders des Chlorits, gehen die Gesteine dieser ersten Gruppe in die der zweiten Gruppe über. Eine andere nahe verwandte Abzweigung ist nur in einem losen Block der Höhe von Plan de Louvie (2250 m) gefunden worden. Es ist dies ein schieferiges, blauschwarz und gelbgrün geflecktes Gestein, das wesentlich nur aus Schlieren gleichgerichteter Glaukophansäulchen und solchen von Epidotkörnern besteht, welche mit etwas hellem Glimmer und Chlorit vermischt sind. Calcit, dazu etwas Quarz und Albit, treten nur interstitiell zwischen den genannten Gemengteilen auf. Es ist viel Rutil vorhanden, aber der sonst so reichlich auftretende Titanit fehlt. — Zur Analyse war das Gestein wegen seiner Unfrische nicht geeignet.

## 2. Die Chlorit-Epidot-Glaukophangesteine (Fig. 2).

Es sind wenig schiefrige, zum Teil sogar ganz massige, dunkle Gesteine, von grünblauer oder blaugrüner Farbe, je nach dem Vorherrschen von Glaukophan oder Chlorit-Epidot. Die Gemengteile sind hier viel gleichmäßiger verteilt als bei der vorigen Gruppe. Die Fleckigkeit nimmt mit dem Karbonatgehalt ab. Strukturell schließt sich ein Teil der Repräsentanten dieser Gruppe ganz an die karbonatreichen Varietäten an und fehlt ihnen der Calcit nie vollständig. Auch die Formen der Komponenten und ihr optisches Betragen sind ganz wie in der ersten Gruppe; nur ist der Glau-

Glaukophan zuweilen zonar gebaut; ein dunkler Kern hat die oben angegebene Doppelbrechung von 0.017, eine hellere Randzone 0.020; dagegen existiert in der Auslöschungsschiefe kein merklicher Unterschied. Quarz kann bis zum Verschwinden zurücktreten. Durch den reichlicher vorhandenen, schön durchwachsenen Albit nähert sich das Strukturbild viel mehr dem polikloblastischen und die kataklastischen Phänomene sind ähnlich wie bei der ersten Gruppe, nur ist hier auch der Glaukophan zuweilen zerbrochen.

Ein anderer Teil der Chlorit-Epidot-Glaukophangesteine (Vorkommen vor der Brücke von Granges nouvelles) ist ganz massig, und auch nach der geologischen Lagerung anscheinend intrusiv. Von allen Komponenten sind Chlorit und Glaukophan am reichlichsten vorhanden und ganz gleichmäßig im Gestein verteilt. Zu ihnen tritt viel Epidot, während Quarz und Calcit ganz fehlen und der Albit in kleineren, einschlußärmeren Körnern nur die Lücken zwischen den Hauptgemengteilen ausfüllt. Der Muskovit ist hier Nebengemengteil geworden; von den Accessorien haben sich viel Titanit und Erz, darunter Pyrit, erhalten; dazu tritt spärlicher, rotbrauner Granat.

Der Glaukophan hat seine eigene Gestalt ganz verloren; er ist eng mit Chlorit verknüpft, so daß in ungeformten fetzigen Körnern der Glaukophan die Mitte einnimmt, der Rand aber aus Chlorit besteht. Diese Formenverhältnisse lassen einen genetischen Zusammenhang zwischen beiden Mineralien annehmen und möchte man vermuten, daß der Glaukophan aus Chlorit entstanden sei, weil die Gestalt des Ganzen (Glaukophankern + Chloritzone) die des letzteren Minerals ist. Manches spricht indessen doch auch wieder dagegen; der Glaukophan zeigt nämlich den Habitus eines sich zersetzenden Minerals; er ist ganz ausgeblaßt und besonders das Rötlichviolett der  $\beta$ -Richtung ist kaum mehr zu erkennen. Daneben gibt es (z. B. bei Fionnay) ganz ähnliche, nur etwas albitreichere Chloritschiefer, in denen noch hie und da ein ganz hellblaues Glaukophanfetzchen zwischen den Chloriten erhalten ist, mit hellgelblichem Ton nach  $\beta$  und  $\alpha$ . Es findet also in diesen Gesteinen umgekehrt eine Umwandlung von Glaukophan in Chlorit statt. —

Merkwürdig ist, daß auf den mit Muskovit bekleideten Rutschflächen jener Chloritschiefer oft schön geformte, dunkelblaue Glaukophane kreuz und quer zerstreut liegen. — Das Strukturbild der massigen Chlorit-Epidot-Glaukophangesteine ist durch eine schlechte gestaltliche Entwicklung aller Komponenten gekennzeichnet; nur Titanit und Granat sind davon ausgenommen. Es ist daher nicht möglich, eine kristalloblastische Reihe aufzustellen; auch sind kataklastische Spuren, Verbiegungen am Chlorit, Brüche an Glaukophan und Epidot recht häufig. Es wurde von jeder Art der Gesteine dieser Gruppe eine Analyse ausgeführt:

### Chlorit-Epidot-Glaukophangesteine

	2. etwas carbonathaltig*		3. massig	
	südöstlich von Lourtier		östlich der Brücke von Granges neuves	
		Molekular %		Molekular %
SiO <sub>2</sub>	45.96	} 55.9	47.66	} 55.6
TiO <sub>2</sub>	4.68		4.26	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12.77	8.5	12.12	7.9
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6.00	} 12.9	5.12	} 11.4
FeO	8.14		7.90	
CaO	5.99	7.2	7.55	8.9
MgO	4.87	8.2	6.06	9.9
K <sub>2</sub> O	0.98	0.7	1.83	1.3
Na <sub>2</sub> O	6.06	6.6	4.57	5.0
H <sub>2</sub> O unter 100°	0.07	—	0.07	—
Glühverlust	3.42	—	3.24	—
CO <sub>2</sub>	1.37			
Summe	100.31	100.0	100.38	100.0
	Spez. Gewicht 2.94		Spez. Gewicht 3.13.	

s = 55.9

A = 7.3    a = 4.1    n = 9.0

C = 1.2    c = 0.7    m = 8.0

F = 27.1    f = 15.2    k = 0.76

Typenformel: s<sub>56</sub> a<sub>4</sub> c<sub>1</sub> f<sub>15</sub>.

s = 55.6

A = 6.3    a = 3.5    n = 8.0

C = 1.6    c = 0.9    m = 7.4

F = 28.6    f = 15.6    k = 0.80

Typenformel: s<sub>55.5</sub> a<sub>3.5</sub> c<sub>1</sub> f<sub>15.5</sub>.

\* Nr. 253 der Sammlung von Prof. C. SCHMIDT, Basel.

Die beiden Analysen zeigen nicht mehr das charakteristische Kennzeichen von Sedimenten; ihre Verhältnisse scheinen vielmehr auf basische Eruptivgesteine hinzudeuten, die wegen ihres relativ hohen Alkaligehaltes der foyaitisch-thermalithischen Reihe angehören dürften. Die Verrechnung und Projektion nach OSANN bestätigt dies. Der Analysenort für Nr. 2 im OSANN'schen Dreieck liegt entschieden im Felde der  $\mathfrak{J}$ -Magmen. Das Gestein nähert sich am meisten den Nephelintephriten vom Typus Schichenberg mit der Formel:  $s_{54.5} a_{4.5} c_1 f_{14.5}$ . Es ist also wohl als ursprünglicher Nephelintephrituff mit ganz geringfügiger karbonatischer Beimischung anzusprechen. — Auch Nr. 3 fällt ganz wie das vorige unter den Typus Schichenberg und sein Analysenort liegt nahe bei dem von Nr. 2. Seine gleichmäßige Gesteinsbeschaffenheit und seine intrusive Lagerung, sowie das Fehlen aller Anzeichen von sedimentärer Beimischung rechtfertigt die Annahme, daß in ihm das dem Tuff zugehörige metamorphosierte Effusivgestein vorliege.

### 3. Die Glaukophan-Muskovitschiefer (Fig. 3).

Es sind dünnschieferige, vielfach gefaltete Gesteine, in welchen unter allen Gemengteilen der Muskovit zur Vorherrschaft gelangt. Seine Lagen wechseln mit solchen eines schönen, tiefblauen Glaukophans, während die übrigen Gemengteile Chlorit, Epidot und Albit nur zwischengestreut sind. In manchen Stücken treten noch Quarzlagen ein, die in anderen fehlen. Die stengeligen Komponenten liegen streng parallel und haben sehr gestreckte, spießige Formen; dies gilt sogar für einen Teil des gewöhnlich ziemlich klobig geformten Epidotes, während ein anderer Teil mit dem Albit kleine Linsen bildet, die von Glimmer-Chlorit und Glaukophan umschmiegt werden. Der Albit ist in der Schieferungsebene ausgeschwänzt und von allen Seiten wachsen Glimmer in ihn hinein, so daß er ganz gezackte Ränder erhält; die Einschlüsse durchziehen ihn in der Schieferungsebene. Als neuer Komponent tritt bei manchen Glaukophanglimmerschiefern Turmalin hinzu; der

auch in Reihen angeordnet ist. Er zeigt schöne trigonale Querschnitte und hat O dunkelblaugrün, E hellbraun. Zuweilen ist noch spärliches Karbonat vorhanden, das durch seine Anreicherung wieder den Übergang in die erste Gruppe vermittelt.

Diese Gesteine sind schöne Beispiele typischer Kristallisationsschieferung, weil offenbar der Streß die Formgebung vieler Komponenten insofern beeinflusste, als sie in der Richtung des kleinsten Druckes ihre größte Erstreckung und zugleich ihre parallele Lage erhielten. In Stücken mit »Knettextur« zeigen selbst Glaukophane und Epidote leichte Biegungen ohne Bruch, während sie einer stärkeren Beanspruchung durch eine Reihe von Brüchen nachgaben. — Die kristalloblastische Reihe weicht nicht wesentlich von der früher aufgestellten ab und lautet: Titanit, Rutil—Turmalin—Glaukophan—Erz, Epidot—Muskovit, Chlorit—Quarz—Karbonat, Albit.

Die Analyse (4) eines Glaukophan-Muskovitschiefers von Lavintzie ergab:

		Molekular %	
SiO <sub>2</sub>	47.95	} 58.4	Die Analyse läßt sich nach OSANN auf folgende Werte verrechnen: s = 58.4 A = 7.4    a = 4.6    n = 5.9 C = 2.1    c = 1.3    m = 8.5 F = 22.6    f = 14.1    k = 0.82 Typenformel: s <sub>58.5</sub> a <sub>4.5</sub> c <sub>1.5</sub> f <sub>14</sub> .
TiO <sub>2</sub>	4.28		
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14.10	9.5	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8.59	} 12.1	
FeO	4.95		
CaO	4.38	5.4	
MgO	4.24	7.2	
K <sub>2</sub> O	4.12	3.0	
Na <sub>2</sub> O	3.97	4.4	
H <sub>2</sub> O unter 100°	0.08	—	
Glühverlust	3.29	—	
Summe	99.95	100.0	
Spez. Gewicht	2.95		

Der Chemismus der Glaukophan-Muskovitschiefer weicht in bezug auf Säuregehalt und Menge an RO und R<sub>2</sub>O<sub>3</sub> sehr wenig von dem der 2. Gruppe ab; auch die Summe der Alkalien ist nur wenig größer; aber infolge des im Gestein reichlich vorhandenen Muskovits überwiegt hier K<sub>2</sub>O wenigstens

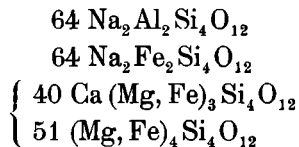
in Gewichtsprozenten das  $\text{Na}_2\text{O}$ . Der Analysenort (4) im OSANN'schen Dreieck fällt mit dem der Analyse 2 beinahe zusammen, da darin eben das Verhältnis der Alkalien (n) nicht zum Ausdruck kommt. Dies in Betracht gezogen, dürfte dem Gestein eher leucittephritischer Charakter zuzuschreiben sein. Es wird sich in den Glaukophan-Muskovitschiefern wieder um Tuffe eines solchen Magmas handeln, die zum Teil durch Karbonat verunreinigt sind.

Der schön dunkelblaue Glaukophan des Glaukophan-Muskovitschiefers von Lavintzie wurde zur Analyse isoliert. Nachdem das geschlemmte und gesiebte Gesteinspulver durch mehrere Fraktionen schwerer Flüssigkeiten geführt worden war, zeigte es sich, daß ein Teil des Epidots genau dieselbe Dichte besitzen muß, wie der Glaukophan; er war auch bei der sorgfältigsten Einstellung des Gewichtes der Flüssigkeiten nicht von diesem zu trennen. Darum mußten mit der Pinzette möglichst epidotfreie Splitterchen aus dem zertrümmerten Schiefer ausgesucht und unter dem Mikroskop nachgeprüft werden. Auf gleiche Größe gebracht und wieder mit THOULET'scher Lösung und Methylendijodid behandelt, lieferten sie brauchbares Analysenmaterial, das folgende Zusammensetzung ergab:

#### Glaukophan von Lavintzie

	Mittel	Umrechnung auf 100	berechnet
$\text{SiO}_2$	52.76	54.19	54.64
$\text{TiO}_2$	0.94		
$\text{Al}_2\text{O}_3$	6.80	6.88	6.78
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	10.38	10.50	10.63
$\text{FeO}$	8.45	8.57	8.67
$\text{CaO}$	2.25	2.28	2.32
$\text{MgO}$	9.38	9.49	8.71
$\text{K}_2\text{O}$	1.11	8.09	8.25
$\text{Na}_2\text{O}$	7.20		
$\text{H}_2\text{O}$ unter 100°	0.08	—	—
Glühverlust	0.44	—	—
Summe	99.79	100.00	100.00
	Spez. Gewicht 3.155.		

Aus der Analyse resultierte für den Glaukophan die Formel:



aus deren Anwendung obenstehende prozentuale Werte berechnet wurden.

Das Verhältnis der Alkali amphibol-Moleküle zur Summe der Aktinolith-Moleküle ist somit annähernd 2:2:3.

Von den übrigen in der Literatur vorhandenen Glaukophananalysen unterscheidet sich diese durch einen außergewöhnlich hohen Gehalt an Eisen, besonders an  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , die sich auch in dem hohen spezifischen Gewicht bemerkbar macht. Am meisten nähert sich der Chemismus dem des Crossits von Costa Hills, Berkeley (Kalifornien); aber die Auslöschungsschiefe des Glaukophans von Bagnetal erreicht nicht die des Crossits, welche von MURGOČI\* auf (010) für  $b:c$  mit  $16^\circ$  angegeben wird.

#### 4. Der Glaukophangneiss (Fig. 4).

Er ist makroskopisch ein ziemlich helles, schuppigschiefriges Gestein, in welchem weiße, scheibenförmige Aggregate von Sandquarz und Albit mit rundlichen Flatschen eines feinblättrigen, silberglänzenden Muskovits abwechseln; besonders diese sind reichlich von dunkelblauen Glaukophansäulchen durchzogen. Schmutzig ölgrüne Stellen in den Muskovitaggregaten bezeichnen Beimischungen von Epidot und Chlorit. — Das Mikroskop bestätigt die Diagnose des Quarzes als Sandquarz, dessen Körner überdies stark undulös auslöschten. Auch der Albit ist manchmal in mehrere Stücke zerbrochen, oder besitzt einen schwachen randlichen Mörtelkranz; aber im allgemeinen ist doch sein früher beschriebener Habitus gut erhalten. Er ist wieder poikiloblastisch von Einschlüssen besonders an Quarz durchspickt; Muskovit wächst von außen in ihn hinein und zerteilt seinen Rand. Der Muskovit

\* ROSENBUSCH, Mikroskop. Physiographie, 4. Aufl., I. Bd. 2. Hälfte, pg. 395.

erscheint sehr gequält, verbogen und zerrieben, viel weniger der Chlorit. Auch Epidot und Glaukophan sind in Stücke zerbrochen, ohne daß jedoch ihre ursprünglich vielfach gute, kristallographische Entwicklung verwischt worden wäre. Der Epidot hat in der Regel einen Kern von Orthit, mit deutlichem Pleochroismus von dunkelbraun nach hellbraun und einer Auslöschungsschiefe von  $30^\circ$  für  $a : c$ . Zu den gewöhnlichen Accessorien, Titanit und Magnetit (dieser in schönen Oktaedern) treten hier vereinzelt braunroter Granat und Turmalin von derselben Art, wie in den Glaukophan-Muskovitschiefern, auf.

Gegenüber den drei ersten Gruppen von Glaukophangesteinen fällt im Glaukophangneiß das starke Hervortreten von Zertrümmerungsphänomenen auf. Das Gestein stellt strukturell eine Mischung von kristalloblastischen und kataklastischen Formen dar: den mechanischen Einwirkungen konnte die Umkristallisation nicht genug tun; ummineralisierte Komponenten wurden nachträglich noch zerbrochen. Indessen blickt doch die folgende kristalloblastische Reihe deutlich durch: Titanit—Magnetit, Glaukophan—Turmalin, Granat—Epidot—Glimmer, Chlorit—Quarz—Albit. Durch Zurücktreten von Quarz-Albit geht der Glaukophangneiß in die Glaukophan-Epidot-Chloritgesteine über; durch Anreicherung von Muskovit in die Glaukophan-Muskovitschiefer. Die Analyse (5) des Glaukophangneißes von Fionnay ergab:

	Mittel	Molekular %	
SiO <sub>2</sub>	61.68	} 71.4	
TiO <sub>2</sub>	1.43		
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17.28	11.6	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.77	} 6.1	Die Berechnung nach OsANN lieferte folgende Werte:
FeO	3.96		
CaO	0.91	1.1	s = 71.5
MgO	1.90	3.3	A = 6.5    a = 6.2    n = 5.5
K <sub>2</sub> O	3.94	2.9	C = 1.1    c = 1.0    m = 10
Na <sub>2</sub> O	3.23	3.6	F = 13.4    f = 12.8    k = 1.31
H <sub>2</sub> O unter 100°	0.08	—	
Glühverlust	3.00	—	Typenformel: s <sub>71.5</sub> a <sub>6</sub> c <sub>1</sub> f <sub>13</sub> .
Summe	100.18	100.0	
Spez. Gewicht	2.83		



In den Analysenresultaten sind die Proportionen der Oxyde nicht die irgend eines Massengesteins:  $\text{SiO}_2$  tritt zu reichlich auf neben der großen Menge RO und  $\text{R}_2\text{O}_3$ . Auch der Tonerdeüberschuß weist auf ursprüngliches Sediment hin. Trotzdem wurde, um dies schärfer hervortreten zu lassen, die Analyse nach OSANN verrechnet. Da bei der Projektion im Dreieck (5) nur die Posten  $a_6$   $c_1$   $f_{13}$  in Betracht kommen, fällt der Analysenort des Glaukophangneißes wieder in das Feld der theralithischen Magmen, in große Nähe der Punkte für Gesteine der 2. und 3. Gruppe; aber s und k sind viel zu hoch. — Doch liegt nach diesen Verhältnissen, sowie nach dem Vorhandensein von Übergangsgliedern zwischen Gneiß und den Tephritderivaten die Annahme nahe, daß es sich hier wieder, wie in der ersten Gruppe, um einen durch sedimentäre Beimengung verunreinigten tephritischen oder basanischen Tuff handeln werde. Das Sediment müßte wegen des hohen  $\text{SiO}_2$ -Gehaltes und des Tonerdeüberschusses von sandig-toniger Art gewesen sein. Darum fehlt aber auch hier leider die stofflich sicher trennende Individualität im Sediment, wie sie in der ersten Gruppe durch  $\text{CO}_2$  gegeben ist und läßt sich daher das prozentuale Verhältnis von Tuffen und sedimentärer Beimengung nicht herausrechnen.

Nach allem Vorstehenden geht durch die vier Arten der Glaukophangesteine des Val de Bagne ein gemeinsamer Zug, sowohl nach Mineralbestand und Struktur, als auch nach ihrem Chemismus. In hohem Maße ist ihnen die für die kristallinen Schiefer charakteristische geringere Abhängigkeit des Mineralbestandes vom Gesamtchemismus des Gesteins eigen, die sich in der Paragenesis verschiedener Komponenten offenbart: Freier Quarz erscheint trotz großer Basizität des Gesteins, Muskovit neben Gliedern der Amphibolgruppe. Der Mineralbestand ist der typomorphe der obersten Zone\* mit Epidot, Chlorit, Glau-

\* U. GRUBENMANN. Kristalline Schiefer, 1. Teil, Berlin 1904.

kophan, Muskovit, und Albit als einzigen Feldspat; dazu die »Durchläufer« Quarz, Calcit, Magnetit, Titanit und Rutil. Es ist der gleiche, der in den meisten bekannt gewordenen Glaukophangesteinen getroffen wurde. Dies gilt besonders vom Epidot, dann auch vom Chlorit und Muskovit, welche die beständigsten Begleiter des Glaukophans zu sein scheinen. Auch die Accessorien, vor allem Titanit, Rutil und Granat werden fast überall erwähnt. Neu hinzugekommen sind hier nur der Turmalin und Orthit.

Die kristalloblastische Struktur ist überall deutlich und variiert nur je nach dem Vorherrschen der körnigen, lamellaren oder stengeligen Komponenten. Durch Kataklase ist sie zuweilen mehr oder weniger beeinträchtigt, nie aber ganz verdeckt. Am augenfälligsten wird die strukturelle Ähnlichkeit aller Gruppen durch die schönen poikiloblastischen Erscheinungen, welche an den Albit geknüpft sind. Dieselben kehren auch in den mit den Glaukophangesteinen verbundenen Chloritschiefern von Fionnay wieder.

Der Chemismus der 2. und 3. Gruppe der Glaukophangesteine ist derjenige tephritischer oder basanitischer Eruptivgesteine. Derselbe blickt auch noch bei der 1. und 4. Gruppe durch, wo er nur durch Beimengung von Sedimenten beeinträchtigt ist.

Die Glaukophangesteine des Bagnetales sind demnach in nicht allzu großer Tiefe der Erdrinde unter Streß umkristallisierte Eruptivgesteine theralithischer Natur oder Tuffe derselben, welche letztere zum Teil mit sedimentärem Material von einerseits kalkiger, andererseits kieselig-toniger Natur mehr oder weniger vermischt waren.

Die meisten der bis jetzt untersuchten Glaukophangesteine wurden im Gegensatz hiezu genetisch von Gliedern der Gabbrogruppe abgeleitet. Um einen direkten Vergleich zu haben, wurde ein Teil der von WASHINGTON und FRANCHI (l. c.) gegebenen Analysen nach OSANN verrechnet und dabei zeigte es sich, daß auch manche dieser Gesteine Annäherung an theralithischen Charakter aufweisen, indem bei ihnen  $a > c$  ist, während den

typischen Gabbrogesteinen gerade umgekehrt kleines  $a$  und großes  $c$  eigentümlich ist. So hat der von WASHINGTON analysierte Epidot-Glaukophanschiefer von Roseburg (Oregon) die Typenformel:  $s_{53.5} a_3 c_{2.5} f_{14.5}$ , die sich nicht sehr weit vom Typus Vesuv I entfernt. Der Natronamphibolit von Comba Grande (FRANCHI l. c. Analyse III) ergibt  $s_{57} a_4 c_{3.5} f_{12.5}$ , was etwa dem tephritischen Typus Eichberg entspricht. Der glaukophanführende Prasinit (FRANCHI Analyse V) mit der Typenformel  $s_{62} a_6 c_{3.5} f_{10.5}$  stimmt beinahe vollkommen mit dem Typus Kolmer Scheibe überein, dem ein Sodalit-tephrit zugrunde liegt. — Aber ein großer Teil der von den genannten Autoren gegebenen Analysen hat entschieden Gabbrocharakter und unterscheidet sich in nichts von den Analysen der andern Gabbroderivate, besonders der Orthoamphibolite (Prasinite). Es entsteht daher die Frage, von welchen Faktoren es abhängen mag, ob aus der Metamorphose eines gegebenen Diabases ein Amphibolit hervorgehe, oder ein Glaukophangestein.

ROSENBUSCH (l. c.) zieht zu ihrer Lösung das Bildungsniveau des Gesteins herbei; WASHINGTON schließt aus der lokalen Verteilung der Glaukophangesteine auf lokal wirkende Ursachen physikalischer Art. FRANCHI glaubt, daß das Vorhandensein weniger und basischer Feldspate im Ausgangsgestein zur Glaukophanbildung führe. — In der Literatur sind nur wenige Beispiele bekannt geworden, bei welchen die Umwandlung eines Gabbrogesteins in einen Glaukophan direkt beobachtet werden kann. BONNEY\* berichtet von einem Glaukophangabbro von der Riviera und LEPSIUS\*\* beschreibt und analysiert einen Gabbro, in welchem der Pyroxen in Umwandlung zu Glaukophan und Hornblende begriffen ist.

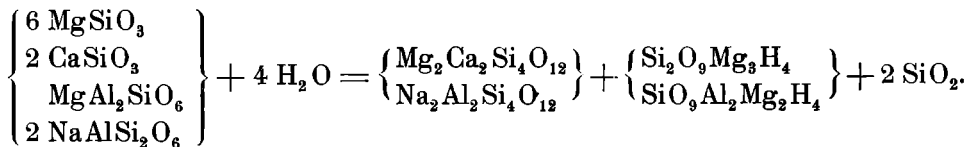
Die Glaukophanbildung knüpft sich also, wie es fast selbstverständlich ist, an den augitischen Gemengteil. Darum liegt der Gedanke nahe, daß dieser wohl eine Beimengung des Jadëitmoleküles besessen haben wird und daß aus den Gabbrogesteinen dann Glaukophangesteine sich bilden, wenn

\* BONNEY. Geol. Magaz. 1879, Dez., II. 6. 362.

\*\* LEPSIUS. Geologie von Attika. Berlin 1893, pag. 101 u. 102.

ihr Pyroxen schon ursprünglich einen gewissen Gehalt an Natronaugit isomorph beigemischt enthält, dagegen Amphibolite, wenn dies nicht der Fall ist. Unterstützt wird diese Vermutung durch die Beobachtung, daß in sehr vielen, von Diabasen abgeleiteten Glaukophangesteinen das Verhältnis a : c relativ hoch ist. Ihre Projektionspunkte rücken dann gegen den theralithischen Bezirk hinaus und natronhaltige Augite sind in ihnen leichter möglich. So haben z. B. die beiden glaukophanführenden Gabbro von LEPSIUS (l. c.)  $a_3$ ,  $c_4$  und  $a_{2.5}$ ,  $c_{3.5}$ . Als selbstverständliche Bedingung muß vorausgesetzt werden, daß die Umwandlung des natronhaltigen Augits innerhalb des Existenzgebietes des Glaukophans stattfindet, also in nicht allzu große Tiefe der Erdrinde fällt. In größerer Tiefe wird wahrscheinlich Feldspat-Uralitisierung an ihre Stelle treten. Der Vorgang der Glaukophanbildung kann durch folgende Gleichung veranschaulicht werden:

Na-haltiger Augit + Wasser = Glaukophan + Chlorit + Quarz.



Die Projektion der im Vorhergehenden behandelten Glaukophangesteine im OSANN'schen Dreieck gestaltet sich in Verbindung mit den im Nachstehenden noch angefügten zwei Erratica wie folgt: (vgl. pg. 20).

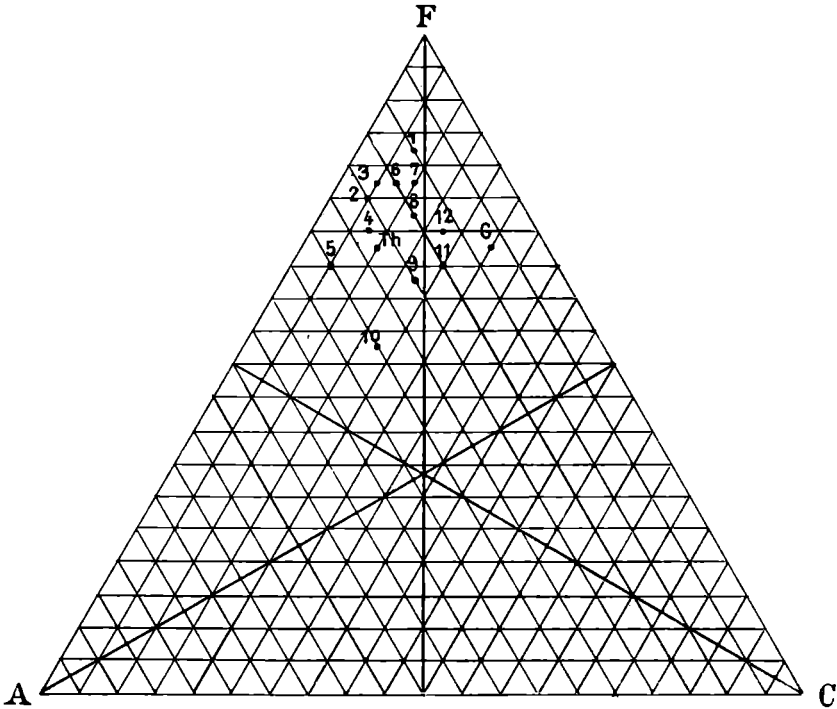
## B. Erratica aus dem Kanton Bern.

### 1. Der Glaukophan-Chloritschiefer von Langnau.\*

Dieser Glaukophan-Chloritschiefer ist ein feinkörniges, dunkelblaugrünes, weiß gesprenkeltes, fast massiges Gestein, das den Chloritschiefern von Fionnay (siehe pag. 9) genau gleicht. — Auch mikroskopisch ist die Ähnlichkeit eine fast vollkommene. Die grünen Stellen des Gesteins sind

\* Probe, aufbewahrt im naturhistorischen Museum der Stadt Bern.

## Projektion im OSANN'schen Dreieck.



- 1 Karbonatreiches Glaukophangestein (berechnet ohne Karbonat).
- 2 Chlorit - Epidot - Glaukophangestein, etwas karbonathaltig.
- 3 Chlorit - Epidot - Glaukophangestein, massig.
- 4 Glaukophan - Muskovitschiefer.
- 5 Glaukophan - Gneiß.
- 6 Glaukophan - Chloritschiefer, errat. Langnau.
- 7 Glaukophan - Eklogit, errat. Lüscherz.
- 8 Epidot-Glaukophangestein, Roseburg, WASHINGTON l. c., pg. 53.
- 9 Natron-Amphibolit, Comba Grande; FRANCHI Anal. III. l. c.
- 10 Glaukophanführender Prasinit; FRANCHI l. c., Anal. V.
- 11 Glaukophanführender Gabbro, Kypriano; LEPSIUS l. c.
- 12 Glaukophanführender Gabbro, Malje Kuki, LEPSIUS l. c.
- Th Mittel aus allen theralithischen Typen, nach OSANN.
- G Mittel aus allen gabbroiden Typen, nach OSANN.

von Chlorit, Glaukophan, etwas Strahlstein und Epidot gebildet; die weißen Flecken rühren von poikiloblastisch von allen übrigen Gemengteilen durchspicktem Albit her. Ebenso häufig wie dort, ist schöner Titanit und auch etwas Muskovit vorhanden. Unterscheidend ist nur das reichlichere Auf-

treten von Glaukophan, der in den Chloritschiefern von Fionnay nur in spärlichen Resten erscheint. Für die gestaltliche und strukturelle Ausbildung der Komponenten müßte alles das wiederholt werden, was über die Glaukophangesteine des Bagnetales gesagt wurde. Der Glaukophan ist ganz blaßblau mit verschwindendem Violett in der b-Richtung. Er ist randlich von Chlorit umhüllt, in welchen er offenbar übergeht; auch seine Verknüpfung mit Strahlstein ist eine sehr innige. In einem und demselben Säulchen kann die eine Hälfte aus bläulichem Glaukophan, die andere aus bläulichgrünem Amphibol bestehen; die Auslöschungsschiefe des Glaukophans ist  $c:c = 5^{\circ}$ , die des Strahlsteins  $15^{\circ}$  auf (010). Die Doppelbrechung beträgt bei beiden 0,020 für  $(\gamma - \alpha)$ .

Die Analyse (6) des Gesteins ergab folgende Werte:

Glaukophan-Chloritschiefer von Langnau (Emmenthal).

	Mittel	Molekular %	
SiO <sub>2</sub>	46.25	} 53.2	
TiO <sub>2</sub>	3.52		
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12.72	8.2	Durch Berechnung nach OSANN resultierten:
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4.30	} 11.8	
FeO	9.04		
CaO	6.59	7.7	s = 53.2
MgO	8.42	13.7	A = 5.4    a = 2.8    n = 8.9
K <sub>2</sub> O	0.86	0.6	C = 2.8    c = 1.5    m = 8.4
Na <sub>2</sub> O	4.58	4.8	F = 30.4    f = 15.7    k = 0.78
H <sub>2</sub> O unter 100 <sup>o</sup>	0.14	—	Die Typenformel ist also:
Glühverlust	3.56	—	$s_{53} \quad a_3 \quad c_{1.5} \quad f_{15.5}$
Summe	99.98	100.0	

Spez. Gewicht 3.06

Die chemische Übereinstimmung mit den Glaukophangesteinen der zweiten Gruppe des Bagnetales ist eine sehr weitgehende, wie aus der Gesteinsformel ersichtlich. Sie entspricht dem nephelinbasanitischen Typus Rosengärtchen. Der Projektionspunkt fällt in die größte Nähe der Orte für die Glaukophangesteine des Bagnetales.

## 2. Der Glaukophan-Eklogit von Lüscherz (Fig. 5).\*

Dieses Gestein ist mineralogisch ganz anders geartet als alle vorhergehenden. In einem bläulichgrünen, feinfaserigen Grundgewebe liegen dunkelbraunrote Granaten einsprenglingsartig zerstreut. — Das Mikroskop enthüllt dieses Grundgewebe als inniges Gemenge eines leuchtend grünen Augites mit dunkelblaugrüner Hornblende, blauem Glaukophan und sehr wenig Quarz. Der Augit, nach seiner Farbe ein Omphacit, hat eine Auslöschungsschiefe für  $c:c$  auf (010) von  $45^{\circ}$  und eine Doppelbrechung  $(\gamma-\alpha) = 0,022$ . Sein Pleochroismus zeigt  $c$  und  $b$  smaragdgrün,  $a$  gelblichgrün; die Absorption ist kaum verschieden in den drei Richtungen. Er bildet ohne Zweifel das Ausgangsmaterial für die beiden Amphibole; denn er geht randlich, und auch von Sprüngen und Löchern in der Mitte aus, in gefaserte grüne Hornblende über. Innerhalb dieses feinen Hornblendegewebes, das hie und da auch ein größeres Korn aufweist, liegen die meist größeren Glaukophanindividuen, die fast immer einen Rand von grüner Hornblende besitzen. Oft sind sie nicht scharf von der Hornblende getrennt; ein und dasselbe Individuum zeigt wolkige, blaßgrüne Flecken und manche Körner nehmen ihrer Farbe nach eine Mittelstellung ein zwischen dem Blau des Glaukophans und dem Grün der Hornblende. Pleochroismus und Auslöschungsschiefe des ersten sind die gewöhnlichen: die Doppelbrechung  $(\gamma-\alpha) = 0,020$ . Die Hornblende hat eine Auslöschungsschiefe von  $21^{\circ}$  für  $c:c$  auf (010). Die Doppelbrechung  $(\gamma-\alpha)$  beträgt 0,017, und die Absorption ist  $c > b > a$ ; der Pleochroismus  $c$  blaugrün,  $b$  grün,  $a$  grünlichgelb. — Sowohl die beiden Hornblenden, als auch der Omphacit, siedeln sich auch in Rissen des Granates an. Die Art des Auftretens und die Entwicklung der grünen Hornblende aus dem Augit bieten genau das Bild der Feldspaturalitisierung dar, wie es an den meisten Eklogiten beobachtet wird. Doch liegt die Ähnlichkeit hier nur in der Form; denn die

\* Großer Block, aufbewahrt im naturhistorischen Museum der Stadt Bern. Orientierungstafel Nr. 22.

wasserklare Zwischenmasse, welche die Räume zwischen den Hornblende-fasern ausfüllt, ist nicht ein Feldspat, sondern konnte wiederholt im konvergenten Lichte als Quarz nachgewiesen werden. Zu diesem einfachen Mineralbestand tritt noch sehr reichlicher Rutil, dessen Säulchen gewöhnlich zu gebogenen Reihen aggregiert sind, die wieder von viel Magnetit umhüllt werden.

Die Struktur des Gesteins ist porphyroblastisch, mit teils diablastischem, teils granoblastischem Grundgewebe; alle Komponenten sind gelegentlich zerbrochen, oder zeigen wandernde Schatten, wie dies bei den Eklogiten die Regel ist. Die kristalloblastische Reihe lautet: Rutil—Granat, Erz—Omphacit—Glaukophan—Hornblende—Quarz. — Die Analyse (7) ergab:

Glaukophan-Eklogit von Lüscherz am Bielersee.

	Mittel	Molekular %	
SiO <sub>2</sub>	44.31	} 54.3	Die Berechnung nach OSANN lieferte die Werte:  s = 54.3 A = 4.5    a = 2.4    n = 8.7 C = 3.9    c = 2.1    m = 6.9 F = 28.9    f = 15.5    k = 0.85  Daraus die Typenformel: $s_{54} a_{2.5} c_2 f_{15.5}$
TiO <sub>2</sub>	6.38		
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12.68	8.4	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	9.83	} 15.5	
FeO	8.72		
CaO	9.54	11.5	
MgO	3.42	5.8	
K <sub>2</sub> O	0.82	0.6	
Na <sub>2</sub> O	3.60	3.9	
H <sub>2</sub> O unter 110°	0.02	—	
Glühverlust	0.94	—	
Summe	100.26	100.0	
Spez. Gewicht	3.46		

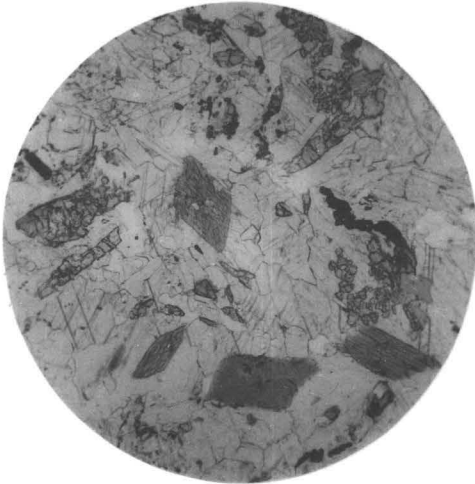
Gegenüber den Analysen der Glaukophangesteine des Bagnetales hat hier die Summe der Alkalien etwas abgenommen und nähert sich darum mehr den Gabbromagmen; indessen zeigt die Typenformel doch so große Annäherung an die Verhältnisse des Gesteins von Langnau, daß eine große chemische Verwandtschaft unverkennbar ist. Sie stimmt am besten mit demselben Typus des Nephelinbasanites vom Rosengärtchen überein.



Auch der Ort 7 im OSANN'schen Dreieck fällt mit dem 6 des Glaukophan-Chloritschiefers von Langnau nahe zusammen. Leider bleibt die Herkunft dieses Glaukophan-Eklogits unsicher, da im Bagnetal solche Gesteine nicht gefunden werden und die in der Literatur vorhandenen Beschreibungen der Glaukophangesteine von Zermatt und vom Allalengebiet eine Identifizierung nicht ermöglichen.

### Erklärung der Tafel.

- Fig. 1. Karbonatreiches Glaukophangestein, südöstlich Lourtier. In der farblosen granoblastischen Calcitmasse des Gesteins liegen Glaukophankristalle [mit (110) und (010)], Epidotsäulchen, Titanite und Magnetite eingestreut.
- Fig. 2. Chlorit-Epidot-Glaukophangestein, (massig), Granges nouvelles. Das Gesteinsgewebe besteht hauptsächlich aus xenoblastischem Glaukophan, der von Chlorit umrandet ist. Epidot und reichlicher Titanit treten durch höheres Relief hervor.
- Fig. 3. Glaukophan-Muskovitschiefer, Lavintzie. Der langsäulige, quergegliederte, parallel liegende (Kristallisationsschieferung) Glaukophan läßt Streifen von farblosem Muskovit zwischen sich erkennen.
- Fig. 4. Glaukophan-Gneiß, Fionnay. Die aus Quarz und Albit bestehende Hauptmasse des Gesteins wird von Muskovitflantschen durchzogen. Kataklastischer Glaukophan und Epidot, sowie Chlorit und etwas Erz bilden den dunklen Bestand.
- Fig. 5. Glaukophan-Eklogit, Lüscherz. Zwischen den großen, zerklüfteten Granaten liegen Omphacit, grüne Hornblende und Glaukophan innig vermengt; Erz mit Rutilzentrum erscheint in gebogenen Zügen.
- Fig. 6. Poikiloblastische Struktur. Große, von Einschlüssen durchspickte Albite bilden ein scheinbares Grundgewebe, in welchem alle andern Gesteinskomponenten einsprenglingsartig hervortreten. Chlorit-Epidot-Glaukophangestein, Granges nouvelles (polarisiertes Licht).



1.



2.



3.



4.



5.



6.

O. Fischer phot.