

Zeitschrift: Eclogae Geologicae Helvetiae
Herausgeber: Schweizerische Geologische Gesellschaft
Band: 18 (1923-1924)
Heft: 1

Artikel: Die Casannaschiefer des oberen Val de Bagnes (Wallis)
Autor: Tschopp, Hermann
Kapitel: D: Die chemischen und genetischen Verhältnisse der Casannaschiefer des Val de Bagnes mit besonderer Berücksichtigung ihrer Ophiolitheinlagerungen
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-158250>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 17.05.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

phyllite (pag. 123 u. ff.), wo diese Umwandlungsart eine eingehende Beschreibung erfahren hat.

Diese eben beschriebenen Fälle stellen typische Zersetzungsvorgänge des Glaukophanes dar. Die Umwachsung des Glaukophanes mit der blaugrünen Randhornblende kann mit diesen Erscheinungen nicht auf die gleiche Stufe gestellt werden. Die mikroskopische Untersuchung zwingt vielmehr, die Auskristallisation des Glaukophanes und die Randhornblendenbildung als zeitlich direkt aufeinanderfolgende Vorgänge anzusehen. Ob nun die blaugüne Hornblende eine blosser Umwachsung des Glaukophanes darstellt als Folge des mit der Glaukophanausscheidung sich ändernden Chemismus des werdenden kristallinen Schiefers oder ob es sich um eine frühzeitige Umwandlung des Glaukophanes in Hornblende handelt, kann mit Sicherheit nicht entschieden werden. Im letzteren Falle drängt sich uns die Frage auf, warum die Metamorphose des Glaukophanes bald blaugüne Hornblende, bald Chlorit lieferte. Dies ist wohl in erster Linie eine Frage der bei der Umwandlung zur Verfügung stehenden Wassermenge. Da der Chlorit zu seiner Bildung einer erheblich grösseren Wassermenge bedarf als die Hornblende, so ist somit seine Entstehungsmöglichkeit erst dann gegeben, wenn ein Minimum des zu seiner Bildung notwendigen Wassers vorhanden ist. Dieses Minimum wird aber folgerichtig um so leichter unterschritten, einerseits je weniger das Gestein der Oberflächenverwitterung ausgesetzt ist und andererseits in je tieferen Zonen die Bildung des betreffenden kristallinen Schiefers vor sich geht. Wir kommen damit zur Annahme, dass die Randhornblende sich in grösserer Tiefe als der Pseudomorphosenchlorit gebildet hat und erhalten auf diese Weise eine neue Stütze für die Ansicht, dass der Mineralbestand der Casannaschiefer des oberen Val de Bagnes für die Basis der obersten Tiefenzone GRUBENMANN'S typomorph ist.

D. Die chemischen und genetischen Verhältnisse der Casannaschiefer des Val de Bagnes mit besonderer Berücksichtigung ihrer Ophiolitheinlagerungen.

Wie ich schon in der Einleitung bemerkte, haben GRUBENMANN, MILCH und WOYNO nacheinander das genetische Problem der Glaukophangesteine des mittleren Val de Bagnes bzw. ihrer Begleitgesteine zu lösen versucht. GRUBENMANN leitete sie von theralitischen Ergüssen und deren Tuffen ab. Dagegen erhob MILCH Einspruch. Den teilweise intermediären

Charakter dieser Gesteine erkennend, möchte er sie als Derivate lamprophyrischer Ganggesteine betrachten. Die Ansicht GRUBENMANN'S wurde hierauf neu vertreten durch seinen Schüler WOYNO, der die Glaukophangesteine nach ihrem Chemismus zwischen Trachydolerite und Basalte stellte und sie allgemein den *Alkaligesteinen* zurechnete (vgl. Lit. 37, pag. 199), trotzdem er die viel grössere Verbreitung der „Chloritprasinite“ mit $c > a$ gegenüber den „Glaukophanepidotgesteinen“ mit $a > c$ des öfteren betont.

Diese gegenüber allen anderen Ophiolithen bedeutend grössere Verbreitung der Epidotchloritschiefer („Chloritprasinite“ im Sinne WOYNOS) sowie die Auffindung von Glaukophaniten und Amphiboliten mit $c > a$ und endlich die innige, gegenseitige Verbindung all dieser Ophiolithe durch zahlreiche Übergangsformen haben mich veranlasst, die Ophiolithe des Val de Bagnes als In- und Extrusionen bzw. Tuffe ein und desselben gabbroiden (pazifischen) bis essexitisch-gabbroiden (schwach atlantischen) Magmenbassins anzusehen. Die Hauptmasse der Ophiolithe aber trägt gabbroiden Charakter.

Während bei den unveränderten Eruptivgesteinen gewisse Alkalimineralien, so besonders die Alkalipyroxene und Alkalihornblenden, als Leitmineralien der atlantischen Sippe die Zuteilung zu einer der beiden grossen Magmengruppen schon auf mineralogischer Basis erlauben (vgl. OSANN),¹⁾ muss, wie besonders STARK²⁾ darauf hingewiesen hat, „die Bildung blauer Hornblende in metamorphen Gesteinen mit Reserve für die Entscheidung, ob pazifische oder atlantische Gesteine vorliegen, beurteilt werden“. Dass nun aber tatsächlich Glieder beider Magmengruppen den Ophiolithen der Casannaschiefer zugrunde liegen, soll im folgenden aus ihrem Chemismus abgeleitet werden.

Vergleicht man die in der Analysentabelle (pag. 204) zusammengestellten Ophiolithanalysen nach ihren Gruppenwerten, so ergibt sich für gewisse Gruppen (I—VIII, bzw. IX—XIII) ein mehr oder weniger übereinstimmendes Bild. Der Wert S schwankt zwischen 51,40 und 62,89; k bewegt sich zwischen 0,78 und 0,99, eine vollkommene Absättigung der übrigen Oxyde durch SiO_2 wird aber nirgends erreicht. Ähnlich verhält es sich mit der Tonerdesättigung. Nur im Falle des Serizitglaukophanites wird durch das Zusammentreffen des

¹⁾ A. OSANN, Petrochemische Untersuchungen. I. Teil. Heidelberg 1913, Abh. d. Heidelberger Akad. d. Wiss., Math.-naturw. Kl., 2. Abhdlg.

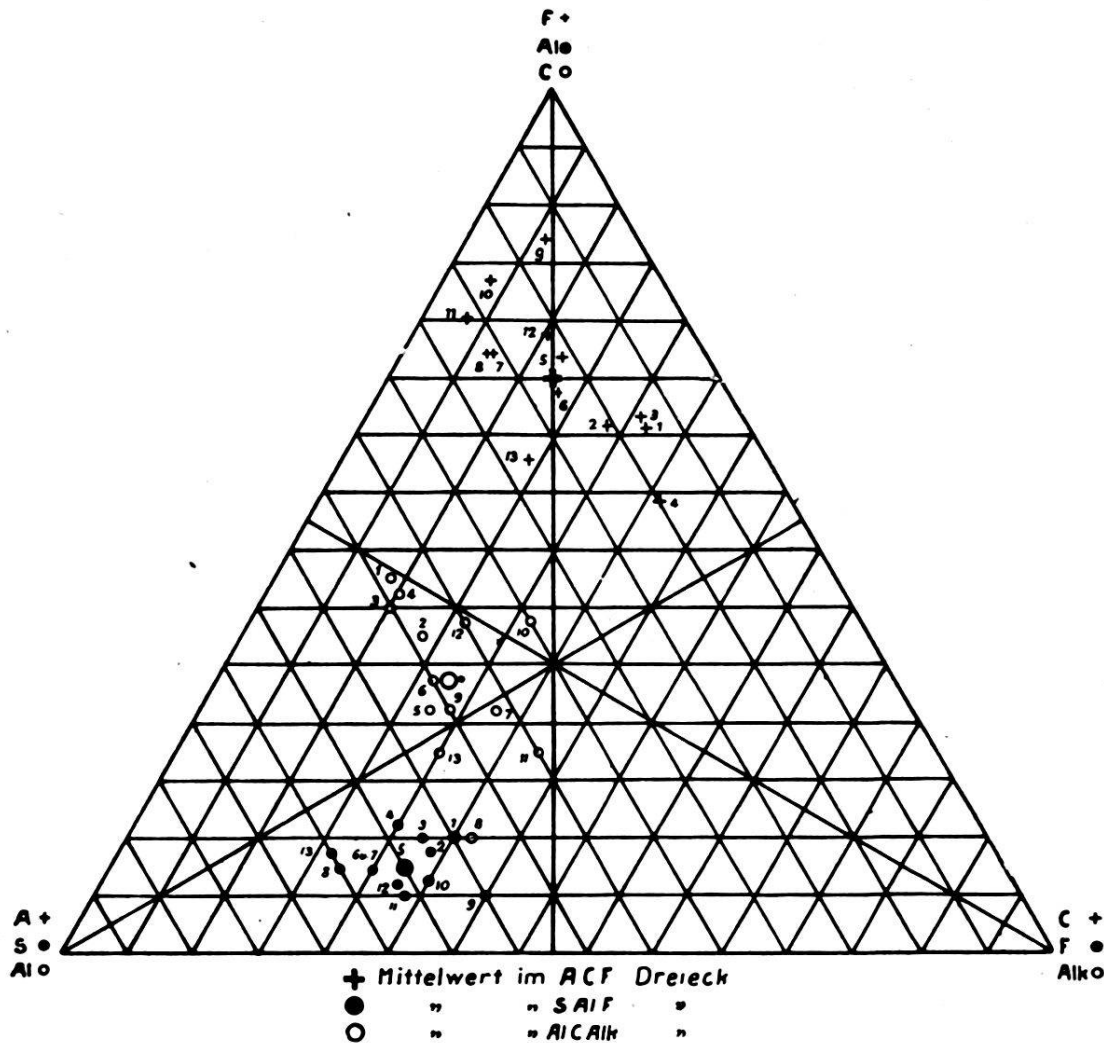
²⁾ M. STARK, Petrographische Provinzen. Fortschritte der Mineralogie usw., 4, 1914, pag. 251—337.

Al_2O_3 -reichen Eisengastaldites von Vingt-Huit mit hellem Glimmer eine geringe Übersättigung, $T=0,58$, hervorgerufen (m bewegt sich zwischen 7,40 und 9,75). M gibt uns wichtige Aufschlüsse über die Zusammensetzung der chemischen Gemengteile: Vorherrschen des Pistazites bei relativ hohem M , Zurücktreten der eisenhaltigen zugunsten der eisenfreien Epidotmineralien und Vorherrschen CaO -armer bis fast CaO -freier Amphibole bei niederem M . Die Werte A und C sind für die Stellung unserer Gesteine von ausschlaggebender Bedeutung. Ihr gegenseitiges Verhältnis entscheidet die Zugehörigkeit der Ophiolithe zu einem gabbroiden bis essexitischen, intermediären Stamm-Magma. Der Wert F ist meist relativ hoch, am höchsten für die Pistazitglaukophanite (Glaukophanepidotgesteine) infolge des niederen C , am niedersten hingegen (15,79) für den Zoisitglaukophanit von Vingt-Huit infolge des hohen C . Der nie unter 6,71 sinkende Wert n erweist die durchgängige Natronvormacht innerhalb der Ophiolithe der Casannaschiefer.

Die verwandtschaftlichen Beziehungen der Ophiolithe, die, soweit sie sich nicht schon aus dem Vorangehenden ergeben, im folgenden noch näher erörtert werden sollen, erlauben uns eine Einteilung der uns vorliegenden, analysierten Gesteine in zwei Hauptgruppen, einerseits in die Gruppe der Epidotchloritschiefer-Albitamphibolite-Zoisit-, Granat-, Serizitglaukophanite — vgl. Analysentabelle pag. 204: Analyse I—VIII einschl. — und anderseits in die Gruppe der „Glaukophanepidotgesteine“ (Pistazitglaukophanite, im Sinne des Autors), vgl. Analysentabelle pag. 204: Analysen IX—XIII einschl. Beides stellen Reihen von gleichsinnig sich ändernden chemischen Verhältnissen dar. In Figur p. 189 sind die Projektionspunkte der 13 Analysen im A - C - F -Dreieck, im S - Al - F -Dreieck und im Al - C - Alk -Dreieck nach OSANN eingetragen.

Nach der Lage der Projektionspunkte im OSANN'schen A - C - F -Dreieck kommt dem Chemismus der Gesteine I—IV ein unverkennbar gabbroides Gepräge zu, V und VI rücken schon ganz an die Grenze des OSANN'schen γ -Feldes gegen die ϑ -Magmen hin und tragen somit einen deutlichen Übergangscharakter. Die Projektionspunkte von VII und VIII endlich fallen bereits in den Bereich der theralitischen Magmen OSANN's. Rechnet man von I—VIII das Mittel aus, so ergeben sich abgerundet die Werte $a_{4,5} c_6 f_{19,2}$.

Die Projektionspunkte der Analysen IX—XIII liegen alle links der f -Linie und lassen essexitische bis theralitische Muttergesteine vermuten.



Die angedeuteten, verwandtschaftlichen Verhältnisse werden noch offensichtlicher bei einem Vergleich der Gruppen- und Projektionswerte mit denjenigen der OSANNschen Typen¹⁾.

Die Übereinstimmung der beiden „Chloritprasinite“ von *Fionney* und *Plan de Louvie* (mittleres Val de Bagnes), Analysen I und II, mit Aetnalaven (Plagioklasbasalte) hat schon WOYNO (Lit. 37, pag. 198) dargetan.

Der *Zoisitalbitamphibolit* von *Vingt-Huit*, Analyse III, zeigt eine weitgehende Analogie mit dem Gabbrotypus Leprese, speziell mit dem Olivingabbro Pigeon Point (Minn.), sowie mit dem Norit von Ivrea (Piemont):

¹⁾ A. OSANN, Versuch einer chemischen Klassifikation der Eruptivgesteine. T. M. P. M. I. Tiefengesteine, XIX, Heft 5 u. 6, 1900, pag. 351 bis 469; II. Ergussgesteine, XX, Heft 5 u. 6, 1901, pag. 400—558; III. Ganggesteine XXI, Heft 5, 1902, pag. 366—448; Über den Wert *F*, XXII, Heft 3 u. 4, 1903, pag. 322—436.

A. OSANN, Der chemische Faktor in einer natürlichen Klassifikation der Eruptivgesteine. Abh. d. Heidelb. Akad. d. Wiss., Math.-naturw. Kl., 8. Abh., 1919.

	s	A	C	F	a ¹⁾	c	f	n	Reihe	Si O ₂ in Gewichts-Prozenten
III. Zoisitalbitamphibolit von Vingt-Huit	55.35	3.25	8.95	20.26	3.0	8.3	18.7	6.71	β	48.80
Olivingabbro, Pigeon Point (Minnesota).	54.98	3.17	8.65	21.31	2.0	8.0	19.0	8.5	α	49.88
Norit von Ivrea (Piemont)	54.73	3.79	8.44	20.81	3.4	7.7	19.9	8.7	α	49.45

Ohne für den Zoisitalbitamphibolit als Primärgestein einen Gabbro annehmen zu wollen, weist doch die gute Übereinstimmung mit den verglichenen Analysen auf ein gabbroides Ursprungsgestein, vielleicht einen gabbroiden Diabas.

Dasselbe gilt vom *Zoisitglaukophanit von Vingt-Huit, IV*, für den sich eine nahe Verwandtschaft zum Gabbro, Breitelohe, Odenwald des Gabbrotypus Richtershof und ebenso zum Typus Aetna unter den Plagioklasbasalten, speziell zur Ätnalava von 1852 ergibt:

	s	A	C	F	a	c	f	n	Reihe	Si O ₂ in Gewichts-Prozenten
IV. Zoisitglaukophanit von Vingt-Huit....	56.19	3.88	10.13	15.79	3.9	10.2	15.9	7.26	β	44.10
Gabbro, Breitelohe, Odenwald	54.22	3.72	10.92	15.96	3.5	11	15.5	9.4	α	47.97
Aetnalava vom Jahre 1852	55.34	3.75	9.74	16.16	3.8	9.7	17.5	8.3	α	49.17

Hier wie bei dem Zoisitalbitamphibolit liegt der einzige bedeutendere Unterschied gegenüber den Vergleichstypen nur in dem kleineren n , was vielleicht mit Zersetzungs Vorgängen in Zusammenhang gebracht werden kann.

Der *Granatglaukophanit von Vingt-Huit, V* kann mit einem Plagioklasbasalt, Dolerit und Augitandesit verglichen werden:

¹⁾ Die Projektionswerte a , c und f wurden durchwegs auf 30 umgerechnet.

	s	A	C	F	a	c	f	n	Reihe	Si O ₂ in Gewichts-Prozenten
V. Granatglaukophanit von Vingt-Huit	57.37	4.71	5.25	22.72	4.3	4.8	20.9	9.7	α	49.30
Plagioklasbasalt, Cuglieri ¹⁾	57.84	4.29	5.20	22.96	4	5	21	8.4	α	52.40
Dolerit ²⁾ Niederoffliden	57.70	4.52	5.48	21.80	4.5	5	20.5	8.6	α	49.91
Augitandesit Moravabala Flores	57.59	4.19	5.50	23.03	4	5	21	9	α	49.70

Einen ähnlich intermediären Charakter besitzt auch der *Granatglaukophanalbitschiefer von Vingt-Huit VI*. Dieser zeigt eine bedeutende Annäherung an die Analysen 315, 316 und 318 des Gabbrotypus Gröba (vgl. OSANN, Der Chemische Faktor usw., pag. 59), sowie an die nachstehenden Analysen:

	s	A	C	F	a	c	f	n	Reihe	Si O ₂ in Gewichts-Prozenten
VI. Granatglaukophanalbitschiefer von Vingt-Huit	59.33	5.16	5.19	19.97	5.1	5.1	19.8	6.65	β	48.80
Plag. Basalt Blow Hole	59.06	5.49	4.76	20.18	5.5	4.5	20	6.7	β	51.92
Plag. Basalt Tweed River Heads	58.29	5.34	4.52	21.83	5	4.5	20.5	7.1	β	50.78
Hyp. Augitandesit Popocatepetl	62.52	5.16	4.70	17.63	5.5	5	19.5	7.7	α	58.07
Essexittypus Alemania Mittelwerte	54.16	6.00	6.11	21.44	5.5	5.5	19	6.6	β	47.60

Der Vergleich mit der letzten Analyse weist auf den trachydoleritischen Charakter des Glaukophanalbitschiefers hin.

Mit einem Ergussgestein von ausgesprochenem Alkaligesteinscharakter, dem Beringit von der Beringinsel, lässt sich der *glaukophanführende Albitamphibolit, VII* von Boussine in Beziehung bringen:

¹⁾ X. GUYOT, Der Dolerit des Hohen Berges usw. Diss. Marburg 1915.

²⁾ X. RACK in N. J. f. M. B. Bd. 34, 1912, pag. 42.

	s	A	C	F	a	c	f	n	Reihe	SiO ₂ in Gewichts- Prozenten
VII. Albitamphibolit (glauk.-führend) von Boussine	60.24	6.43	2.82	21.26	6.3	2.7	21.0	8.7	α	50.0
Beringit ¹⁾ Beringsinsel	58.85	6.60	2.74	22.16	6.5	2.5	21.0	7.0	β	52.54

Mit dem Beringit kann ausserdem auch der *Serizitglaukophanit von Vingt-Huit* verglichen werden. Ebenso ist seine chemische Verwandtschaft mit intermediären Magmen, z. B. dem Monzonit von Mulatto offensichtlich; weniger gut gestaltet sich der Vergleich mit Nephelintephriten, die bei gleichen Projektionswerten gegenüber dem S der Serizitglaukophanite Differenzen von meist ca. 10 Einheiten aufweisen, ausgenommen der Nephelintephrit vom Kreuzberg, dessen Übereinstimmung mit dem Serizitglaukophanit aber nur annähernd ist.

	s	A	C	F	a	c	f	n	Reihe	SiO ₂ in Gewichts- Prozenten
IX. Serizitglaukophanit von Vingt-Huit . .	61.87	6.23	2.43	20.23	6.5	2.5	21.0	7.9	α	53.0
Typus Mulatto	58.69	6.85	2.81	21.86	6.5	2.5	21.0	5.9	β	52.64
Nephelintephrit Kailing am Kreuzberg, Rhön	60.08	8.31	2.67	17.96	8.6	2.9	18.5	6.9	β	59.82

Für die „Glaukophanepidotgesteine“, IX—XII, haben bereits GRUBENMANN, MILCH und WOYNO den Typenvergleich ausgeführt.

Das karbonatreiche „Epidotglaukophangestein“ von Lourtier, IX, wird von WOYNO mit dem Leucitabsarokit Ishawooa Cañon und mit dem Hornblendebasalt Kirschberg aus dem Typus Sparbrod (Lit. 37, pag. 201) in Beziehung gebracht. Das massige „Chloritepidotglaukophangestein von Granges nouvelles, X, und das „Epidotglaukophangestein von Lourtier setzten GRUBENMANN (Lit. 16, pag. 11) und WOYNO (Lit. 37, pag. 200) mit dem Nephelintephrit von Schichenberg in Parallele, während MILCH (Lit. 19, pag. 394) eher geneigt ist, das Gestein von Lourtier von Lamprophyren, speziell von dem Kersantit-typus von Bärenstein (Thüringen) abzuleiten.

¹⁾ Vergl. Z. STARZYNSKI, Ein Beitrag zur Kenntnis der pazifischen Andesite usw. N. J. f. M. 1914, Bd. II, pag. 241.

Das „*Epidotglaukophangestein*“ von Boussoley, XII, wird von WOYNO mit dem Typus Oroville unter den Plagioklasbasalten und mit dem Mugearit von Cama verglichen.

Hier bleibt uns nur mehr übrig, die chemische Verwandtschaft des karbonatreichen *Epidotchloritschiefers* von Torrembey, XIII, zu erhellen, der wegen seines hohen Karbonatgehaltes am besten in die Nähe der tuffoiden „Epidotglaukophangesteine“ gestellt wird. Sein Chemismus steht demjenigen des Shoshonit-Typus Beaverdan nahe.

	s	A	C	E	a	c	f	n	Reihe	SiO ₂ in Gewichts-Prozenten
XIII. Karbonatreicher Epidotchloritschiefer von Torrembey ...	62.89	6.18	4.95	14.85	7.1	5.8	17.1	9.35	β	41.10
Typus Beaverdan ...	60.13	6.77	5.10	15.84	7.3	5.5	17.2	5.7	β	53.0

Mit dieser Parallelisierung bezwecke ich nur, auf den stark alkalischen Charakter des karbonatreichen Epidotchloritschiefers von Torrembey aufmerksam zu machen. Im übrigen unterscheiden sich beide Gesteine durch die in der ganzen Abfarrokite-Shoshonit-Banakitreihe herrschende Kalivormacht und durch die grosse Differenz in den SiO₂-Gewichtsprozenten. Überhaupt verhehle ich mir keineswegs die Schwierigkeit und Unsicherheit, die ein derart karbonatreiches Gestein dem Typenvergleich entgegengesetzt. Ich möchte darum auf derartige Vergleiche keine sicheren, verwandtschaftlichen Diagnosen abstellen.

Die gleiche Überlegung gilt auch für das karbonatreiche Epidotglaukophangestein von Lourtier IX.

Suchen wir die Gesteine I—XIII in die Übersicht der Typengruppen¹⁾ OSANNS (Chem. Faktor I, pag. 111) einzureihen, so passen ihre Werte am besten auf die II. und III. Hauptgruppe, nämlich auf die Hauptgruppe der Syenite und Diorite und auf die Gruppe der Essexite und Gabbros. Gegen eine Zuteilung zur IV. Nebengruppe der Theralithe und Shonkinite spricht vor allem der Wert für k , der sich bei den Gesteinen I—XIII zwischen 0,78 und 0,99 bewegt, bei den Theraliten und Shonkiniten hingegen 0,65—0,5 beträgt.

¹⁾ Diese Typeneinteilung bezieht sich allerdings auf Tiefengesteine, doch muss sie auch auf die Effusivformen im grossen und ganzen Anwendung finden.

Aus dem Vorangehenden ergibt sich bereits zur Genüge der pazifische bis schwach atlantische Charakter der Ophiolithe der Casannaschiefer. Zum gleichen Ergebnis führt uns der von OSANN eingeführte Vergleich nach dem *SAIF*-, *AlC Alk*-, *NK*- und *MC-Verhältnis*. Die Analysen I—XIII wurden auf diese Verhältnisse berechnet und die gefundenen Zahlen der Analysentabelle (pag. 205) beigelegt. Die *SAIF*- und *AlC Alk*-Verhältnisse, aus deren Kombination sich das „charakteristische Unterscheidungsmerkmal der Alkali- von der Alkalikalkreihe ableiten lässt (vgl. OSANN: Petrochem. Unters. I, pag. 6), wurden ausserdem in einem besonderen *SACF*- bzw. *AlC Alk* Δ graphisch dargestellt (vgl. Figur pag. 189). Die für die vorliegenden Analysen berechneten P. P. des *SAIF*- bzw. des *AlC Alk*-Verhältnisses fallen alle in die Eruptivfelder.

Was zunächst das *SAIF* Δ anbetrifft, so liegen die P. P. ziemlich genau in dem Bereiche der Gabbros, Essexite, und teilweise auch der Theralite.

Die *MC*-Werte der Tabelle (Beilage 3b) stimmen im allgemeinen mit der OSANNschen Felderteilung¹⁾ überein. Eine Ausnahme hiervon machen nur Analyse IV und XIII.

Im *AlC Alk* Δ fallen alle P. P. links der vertikalen Höhenlinie infolge des durchwegs herrschenden Verhältnisses $Al > Alk$. Starke Alkaligesteine liegen somit nicht vor.

Betrachten wir die Stellung des P. P. zu den grossen Magmenbogen (vgl. Petr. Unters. I, Tafel III) der Alkalikalkgesteine (I) und der schwachen oder tonerereichen (II) und starken oder tonerdearmen (Fe''' statt Al) (III) Alkaligesteine, so würden nur VII, X, XI, XII annähernd den tonerereichen Alkaligesteinen (II) zuzurechnen sein, die übrigen aber den Alkalikalkgesteinen (I). Zu einer sicheren Unterscheidung müssen wir aber das *SAIF*-Verhältnis in Kombination mit dem *AlC Alk*-Verhältnis mit sicheren Vertretern der 3 Magmenbogen betrachten. Zu diesem Zwecke bietet die kleine Tabelle von OSANN in „Petrochem. Unters.“, pag. 63, eine gute Orientierung. Diese Tabelle demonstriert uns auch die Unterscheidungsmöglichkeit der atlantischen und pazifischen Gesteine auf Grund der grossen Abhängigkeit des *F*-Wertes in dem *SAIF*-Verhältnis zum *Alk/C*-Quotienten im *AlC Alk*-Verhältnis. Aus dem Vergleich der Werte der Tabelle mit denen der Analysen I—XIII ergibt sich, dass VIII, IX und

¹⁾ Zu diesem Vergleich siehe Petrochemische Untersuchungen, Taf. VIII, Fig. 2.

X zu den starken, VII, XI, XII und XIII zu den schwachen Alkaligesteinen und I—IV einschl. zu den Alkalikalkgesteinen gestellt werden müssen. Schliesslich bilden V und VI den Übergang von den schwachen Alkaligesteinen zu den Alkalikalkgesteinen. Diese Verwandtschaftsbeziehungen lassen sich unter Zuhilfenahme der von OSANN¹⁾ auf das *SAIF*- und *AlCAlk*-Verhältnis berechneten Eruptivgesteine im Speziellen noch durch Vergleichsanalysen belegen:

Die Ophiolithe I—IV einschl. stimmen mit gabbroiden Plagioklasbasalten, selten Gabbros und gewissen Ganggesteinen überein:

I. Chloritprasinit von Fionney.

	S	Al	F	Al	C	Alk	NK	MC	Si O ₂ in Gewichts-Prozenten
„Chloritprasinit“ von Fionney	16	4	10	13.5	13	3.5	7	5	44.82
Plagioklasbasalt, Frielendorf (Niederrhessen) 144, 809 ¹⁾	16	4	10	14	13	3	7.3	4.5	46.50
Plagioklasbasalt, Buschhorn (Niederrhessen), 144, 804	16.5	4	9.5	14	13	3	7.4	4.7	47.77

II. Chloritprasinit von Plan de Louvie (Glaukoph. führend).

	S	Al	F	Al	C	Alk	NK	MC	Si O ₂ in Gewichts-Prozenten
Chloritprasinit Plan de Louvie	17	3.5	9.5	13.5	11	5.5	7	4	45.39
Gabbroporphyrat Mt. Sneffels, Col. 156. 1125	17	3.5	9.5	13	12	5	6.7	4.8	47.32
Kersantit, Hovland, Norw. 159. 1211	17.5	3.5	9	13.5	11	5.5	7.8	5	48.06
Pl. Basalt, Dundas Quarry N. S. W. 40. 143. 786 . .	17	3.5	9.5	13.5	10	6.5	7.8	5.5	45.88

¹⁾ Die erste Zahl bedeutet stets die Seitenzahl, die zweite die Nummer des Eruptivgesteines in Tabelle III. A. OSANN, Petrochemische Untersuchungen usw.

III. Zoisitalbitamphibolit von Vingt-Huit.

	S	Al	F	Al	C	Alk	NK	MC	Si O ₂ in Gewichts-Prozenten
Zoisitalbitamphibolit von Vingt-Huit.	17	4	9	14	12	4	5.7	5.1	48.80
Gabbro, Breiteloh im Odenwald. 126. 282	17	4.5	8.5	13.5	13	3.5	9.4	3.5	47.97
Orbit, Melibokus, Odenwald, 158. 1193	17	4	9	15	10.5	4.5	6.9	5.1	47.93

IV. Zoisitglaukophanit von Vingt-Huit.

	S	Al	F	Al	C	Alk	NK	MC	Si O ₂ in Gewichts-Prozenten
Zoisitglaukophanit von Vingt-Huit	17.5	4.5	8	13.5	13	3.5	7.3	2.6	47.10
Pl. Basalt, Huelmont Guadeloupe 143. 765	18	4.5	7.5	14.5	12	3.5	8.5	3.1	51.85
Glimmerhornblendenorit, Prospect Hill Conn. 126. 272	17.5	4	8.5	13.5	12	4.5	7.5	4.3	50.46
Augitbelugit, Skentna river Alaska. 140. 696	18	4	8	13	12.5	4.5	7.8	3.3	50.23

Granatglaukophanit und Granatglaukophanalbitschiefer nähern sich bereits schwach atlantischen Pl. Basalten und Trachydoleriten, der letztere auch dem schwach essexitischen Kongadiabas, Mölle, Schonen.

V. Granatglaukophanit von Vingt-Huit.

	S	Al	F	Al	C	Alk	NK	MC	Si O ₂ in Gewichts-Prozenten
Granatglaukophanit von Vingt-Huit.	18	3	9	14.5	8.5	7	9.7	6.0	49.30
Pl. Basalt, Tweedriver Heads N. S. W.; 142. 745	18.5	3	8.5	13	10	7	7.1	4.9	50.78
Pl. Basalt, Hurricane ridge Yellowst. P.; 142. 760	18	3.5	8.5	13.5	9.5	7	6.1	6.0	52.11
Trachydolerit Mauna Kea, Sandwich-Ins. 147. 906 ..	18.5	3.5	8	13.5	9.5	7	7.8	4.4	50.92

VI. Granatglaukophanalbitschiefer von Vingt-Huit.

	S	Al	F	Al	C	Alk	NK	MC	Si O ₂ in Gewichts- Prozenten
Granatglaukophanalbitschiefer von Vingt-Huit	18.5	3.5	8	14	9.5	6.5	6.7	4.9	50.00
Pl. Basalt, Uras Sardinien; 142. 750	18.5	3.5	8	14	10	6	8.2	5.4	52.79
Kongadiabas, Mölle, Schönen; 141, 703	18.5	3.5	8	13.5	10	6.5	7.6	3.5	50.95
Trachydolerit, Manna Kea, Sandwich-Ins. 147. 906 . .	18.5	3.5	8	13.5	9.5	7	7.8	4.4	50.92

Der glaukophanführende Albitamphibolit von Boussine und der Serizitglaukophanit von Vingt-Huit stehen schon ganz innerhalb der Reihe der schwach atlantischen Gesteine.

VII. Glaukophanführender Albitamphibolit von Boussine.

	S	Al	F	Al	C	Alk	NK	MC	Si O ₂ in Gewichts- Prozenten
Glauk. führ. Albitamphibolit von Boussine	19	3	8	13	8.5	8.5	8.7	5.4	50.00
Trachydolerit, Bull-Cliff, Col.; 147. 903	19	4	7	12.5	9.5	8	7.2	3.6	49.84
Mugearit, Draim ra Criche, Insel Skye.; 147. 907 . .	18.5	3.5	8	13	8	9	7.9	4.4	49.24
Mugearit, Corston Hill, Eng- land; 147. 899	19	3.5	7.5	13.5	8.5	8	8	3.8	49.29

VIII. Serizitglaukophanit von Vingt-Huit.

	S	Al	F	Al	C	Alk	NK	MC	Si O ₂ in Gewichts- Prozenten
Serizitglaukophanit von Vingt-Huit	20	3	7	15.5	4	10.5	7.9	7.9	53.0
Pl. Basalt, Bumbo-Flow, N. S. W.; 142. 731	20.5	3.5	6	13	7	10	6.5	4.7	55.19
Hauynteophrit, Grosspriesen, Böhm. Mittelgebirge; 147. 890	20	4	6	11.5	8.5	10	7.0	2.1	51.40
Natronminette, Brathagen, Norwegen.; 158. 1200 . . .	20	4	6	13.5	6	10.5	6.6	5.0	51.22

Weniger leicht gestaltet sich der Vergleich einiger Pistazitglaukophanite mit ihren entsprechenden Vergleichstypen. Es ist dies wohl nicht zuletzt eine Folge ihres, durch kalkig-sedimentäre Beimischungen verwischten Chemismus.

IX. Karbonatreiches Epidotglaukophangestein von Lourtier.

	S	Al	F	Al	C	Alk	NK	MC	SiO ₂ in Gewichts-Prozenten
Karbonatr. Epidotglaukophangestein von Lourtier	16	2	12	14	8.5	7.5	7.2	8.0	33.60
Nephelinbasanit, St. Medir, Catal.; 150. 990	16	2.5	11.5	10.5	12	7.5	7.1	6.6	44.55
Trachydolerit, Sverres Fjeld; 148. 919	16	2.5	11.5	10.5	12	7.5	7.8	6.0	45.12

X. Chloritglaukophanepidotgestein von Granges nouvelles.

	S	Al	F	Al	C	Alk	NK	MC	SiO ₂ in Gewichts-Prozenten
Chloritglauk. Epidotgestein v. Granges nouvelles	17.5	3	10.0	10	11.5	8.5	8.0	5.3	47.66
Kersanit von Bärenstein, Thüringen; 159. 1210 . .	17.5	3	9.5	12	9.5	8.5	7.6	6.0	49.16
Nephelintephrit Schichenberg, Böhm. Mittelgebirge; 150. 983	18	3	9	10	11.5	8.5	7.8	1.2	45.56
Jjolith, Kaljoktal, Kola; 130, 385	17.5	3	9.5	9	12	9	8.1	2.4	46.63

XI. Glaukophanepidotgestein von Lourtier.

	S	Al	F	Al	C	Alk	NK	MC	SiO ₂ in Gewichts-Prozenten
Glauk. epidotgest. Lourtier	18.5	2	9.5	12	7	11	9	6.2	45.96
Leucitit, Bearpaw Mts.; 151. 1007	18	2.5	9.5	9	10.5	10.5	2.9	4.7	46.51
Heumit, Brathagen; 159. 1223	18.5	3.5	8.0	12.5	8.0	9.5	8.0	5.0	48.46

XII. Glaukophanepidotgestein von Brussoney.

	S	Al	F	Al	C	Alk	NK	MC	Si O ₂ in Gewichts- Prozenten
Glauk. epidotgest. Brussoney	18.5	2.5	9	12	11.5	6.5	7.3	5.0	46.44
Pl. Basalt, Mt. Ingalls, Californien; 142. 746.	18.5	3	8.5	12.5	11.5	6	6.8	4.3	50.56
Mugearit, Fionn Chró, Insel Rum; 147. 905.	18.5	3	8.5	12.5	11	6.5	8.1	4.5	50.70
Mugearit, Eilean à 'Bhaird, England; 147. 904.	18.5	2.5	9.0	11.5	11.5	7	7.7	4.2	49.92

XIII. Karbonatreicher Epidotchloritschiefer von Torrembey.

	S	Al	F	Al	C	Alk	NK	MC	Si O ₂ in Gewichts- Prozenten
Karbonatreicher Epidotchloritschiefer von Torrembey . .	20	3.5	6.5	15	7	8	9.3	6.4	41.10
Malchit, Passo di Campo, Oberitalien; 158. 1190 . .	20	3.5	6.5	14	8.5	7.5	4.7	5.4	54.28
Mugearit, Corston Hill, England; 147. 899.	19	3.5	7.5	13.5	8.5	8	8.0	3.8	49.29

Die Vergleiche nach den OSANNschen Gruppen- und Projektionswerten und nach dem *SAIF*- und *AlCAlk*-Verhältnis lieferte somit im wesentlichen übereinstimmende Resultate. Während die nach Verbreitung vorherrschenden Epidotchloritschiefer (I und II) sowie der Zoisitalbitamphibolit (III) und der Zoisitglaukophanit (IV) durchaus pazifischen Charakter zeigen, trägt der im Gebiet von Vingt-Huit mit III und IV im Kontakt auftretende Granatglaukophanit (V) und ebenso der Granatglaukophanalbitschiefer (VI) bereits Anzeichen eines schwach atlantischen Charakters. Dieser wird schliesslich bei dem glaukophanführenden Albitamphibolit (VII) und dem Serizitglaukophanit (VIII) sehr ausgesprochen, was mehr oder weniger bei sämtlichen Epidotglaukophangesteinen (Pistazitglaukophanite) der Fall ist. Der Chemismus einzelner Ophiolithe stimmt auffallend gut mit basischen Ganggesteinen, besonders mit Lamprophyren überein, was angesichts der teilweise intermediären Stellung der Lamprophyre zwischen den beiden grossen Sippen der pazifischen und atlantischen Gesteine nicht merkwürdig erscheint.

Die bisherigen Resultate zusammenfassend, darf somit der Nachweis als erbracht gelten, dass innerhalb der Ophiolithe der Casannaschiefer ein langsamer Übergang des Chemismus vom pazifischen zum atlantischen Charakter stattfindet. Es bleibt uns nun noch übrig, kurz auf die Genese dieser Gesteine einzutreten.

Wenn wir die Lagerung der Ophiolithe gegenüber ihren Nachbargesteinen ins Auge fassen, so haben wir bei stets konkordanter Lagerungsform zu unterscheiden zwischen Ophiolithlinsen, die ziemlich scharf gegen das Nebengestein absetzen und solchen, die durch grosse Mischzonen, verbunden mit alternierenden Lagen, Linsen und Flasern in das Nebengestein übergehen. Zu den ersteren gehört ein Teil der Epidotchloritschiefer, einzelne Serizitglaukophanite und Albitamphibolite. Derartige Gesteine zeichnen sich durch eine gewisse Homogenität in der makroskopischen und mikroskopischen Ausbildung aus. Im Verbande mit ihnen fand ich auch apatitreiche Glaukophanalbitschiefer, sowie den turmalinführenden Albitchloritschiefer, die als Kontakterscheinung aufgefasst werden können. Derartige Ophiolithe erinnern an ehemalige Lagergänge und es steht uns tatsächlich nichts im Wege, sie auf karbonische, lagergangartige Ophiolithintrusionen zurückzuführen.¹⁾

Die von Mischzonen (glaukophan- und chloritführende Albitgneise und Phyllite usw.) begleiteten Ophiolithe, die ihrer Verbreitung nach weitaus über die erstgenannten vorherrschen, rekrutieren sich vorwiegend aus Glaukophanchloritalbitschiefern und Epidotchloritschiefern. Hierher muss auch das Zoisitglaukophanitvorkommen von Vingt-Huit gerechnet werden. Dieses zeigt uns nordwärts fortlaufend den Übergang in granatreiche Glaukophanalbitschiefer, granatreiche und granatarme Glaukophansismondinphyllite (stellenweise mit Graphitoid), Sismondin- und Graphitoidphyllite, nach Süden hingegen geht der linksufrige Zoisitglaukophanit durch Granatglaukophanit in Serizitglaukophanit und granatreiche Glaukophanalbitschiefer und -phyllite über. Betrachtet man nun die glaukophanführenden Phyllite, z. T. auch die quarzführenden Granatglaukophanalbitschiefer als polymikte Tuffite, wie dies WOYNO (Lit. 37, pag. 155) für die glaukophan- und chloritführenden

¹⁾ S. FRANCHI, Notizie sopra alcune metamorfosi di eufotidi e diabasi nelle alpi occidentali. Boll. del Reg. Comit. pol., 1895, à u. 2, und S. FRANCHI, Prasiniti ed anfiboliti sodiche provenienti dalla metamorfosi di voccie diaboliche. Boll. Soc. geol. ital. Vol. XV, 1896 (fasc. 2), etc.

Serizitalbitgneise annimmt¹⁾, so müssen wir neben den bereits genannten Intrusionen auch karbonische Ophiolithextrusionen annehmen.

Unter den paläozoischen In- und Extrusivgesteinen bieten sich die gabbroiden bis essexitisch-theralitischen Diabase als vorzügliche, unveränderte Analoga zum Vergleiche dar, wie sie erstmals ERDMANNSDÖRFFER²⁾ im Harz in ihrem Nebeneinandervorkommen nachgewiesen hat.

Dass in den glaukophan- und chloritführenden Albitgneisen und Phylliten metamorphe Tuffe vorliegen, daran lässt sich wohl kaum zweifeln; denn wie anders liesse sich diese unregelmässige Vermischung von Ophiolith- und Sedimentmaterial erklären als eben durch Tuffbildung. Unter dem Einfluss der Dynamometamorphose erfolgte Lösungsumsätze können nach dem Vorgehen von KAYSER³⁾ für die Bildung solcher, oft hunderte von Metern mächtigen Mischungszonen nicht verantwortlich gemacht werden, obwohl Lösungsumsätze in einem kleineren Masstabe ja tatsächlich stattfinden möchten. Ein sprechender Beweis dafür sind, abgesehen von allen Umwandlungerscheinungen (Pseudomorphosenbildungen usw.) die auf Clivage-Klüften in regelmässiger Paragenese zur Abscheidung gelangten Neubildungen von Albit, Chlorit, Pyrit, Quarz und Kalzit⁴⁾.

Ebensowenig können wir aber eine Diabasinjektion mit Adinolbildung nach MILCH⁵⁾ für die Erklärung der unregelmässigen Vermischung von Sediment- und Eruptivmaterial heranziehen. Vermutlich dürfte eine der Adinolenbildung analoge Diffusion des Na_2O bzw. eine Injektion mit einem aplitischen Partialmagma zur Bildung der schmalen, randartigen Misch-

¹⁾ Vergl. auch H. ROSENBUSCH: Mikrosk. Physiographie der massigen Gesteine. Bd. II, pag. 1292.

²⁾ O. H. ERDMANNSDÖRFFER, Über Verbreitung der Essexit-Theralitreihe unter den diabasartigen Gesteinen usw. D. G. G. Bd. 59, 1907, No. 2.

O. H. ERDMANNSDÖRFFER, Petrographische Mitteilungen aus dem Harz. IV. Die silurischen Diabase des Bruchberg-Ackerzuges. Jahrb. d. kgl. preuss. Geol. Landesanstalt 1908, Bd. IX, Heft 1.

O. H. ERDMANNSDÖRFFER, Über die systematische Stellung der Harzer Keratophyre. C. M. 1909, No. 2.

Vergl. auch G. NIETHAMMER, Die Eruptivgesteine von Loh Oelo auf Java. Z. M. P. M. Bd. XXVIII, Heft 3.

³⁾ EM. KAYSER, Über die Kontaktmetamorphose der körnigen Diabase im Harz. Z. D. G. G. Bd. XXII, pag. 136.

⁴⁾ J. KOENIGSBERGER, Über Mineralfundorte in den Alpen und über Gesteinsmetamorphismus. Z. D. G. G. Bd. 64, 1912, pag. 501–529.

⁵⁾ L. MILCH, Über Adinolen und Adinolschiefer des Harzes. Z. D. G. G. Bd. 69, 1917, Abh. 3, pag. 349–386.

zonen, die in ziemlich regelmässiger Ausbildung die intrusiven Ophiolithe öfters begleiten, beigetragen haben (vgl. OSANN, Über Holmquistit usw., Sitzungsber. d. Heidelberger Akad. d. Wiss., 23. Abh., 1913.)

Was nun speziell die Pistazitglaukophanite („Glaukophan-epidotgesteine“ WOYNOS) anbetrifft, so möchte ich sie vorwiegend teils als fast reine, teils als mit mehr oder weniger kalkig sedimentären bzw. serizitquarzitischen Material verunreinigte Tuffe auffassen, denen vielleicht ursprünglich agglomeratische Diabaslapilli-Tuffe zugrunde lagen (vgl. ROSENBUSCH, a. a. O., pag. 1315 u. ff.). In diesem Falle liesse sich das häufig streifige Aussehen dieser Gesteine leicht als Ursache ausgewalzter und ausgezogener Diabaslapilli deuten, eine Auffassung, die auch ROSENBUSCH¹⁾ für allerdings weniger hoch metamorphe kalifornische Glaukophangesteine teilt. Der öfters überaus starke atlantische Charakter dieser Gesteine kann eventuell mit dem ursprünglichen Vorhandensein eines zeolithischen Bindemittels in Zusammenhang gebracht werden.

E. Zusammenfassung²⁾.

Die Casannaschiefer des Val de Bagnes stellen eine Sammelserie hochmetamorpher, kristalliner Schiefer dar, die sowohl nach ihrem Mineralbestand als auch nach ihrem Chemismus als Derivate von Eruptiv-, Misch- und reinen Sedimentärgesteinen aufgefasst werden müssen.

Der für die unterste Stufe der Epizone von GRUBENMANN typomorphe Mineralbestand ist charakterisiert durch die Paragenese von Quarz, Albit, Kalzit und Serizit mit blauen Natronamphibolen, blaugrünen Hornblenden, Epidot-Zoisit, Sismondin, Granat, Apatit und Titanmineralien.

Diese Mineralkombination ist zu einem grossen Teil auch für die Glaukophanvorkommnisse der Vanoise, von Korsika, Griechenland und vieler anderer Orte bekannt geworden.

Für den Mineralbestand neu ist das Hinzutreten von brauner Relikthornblende und Orthit. Dafür aber fehlen die Pyroxenkomponenten vollständig.

¹⁾ H. ROSENBUSCH. Zur Deutung der Glaukophangesteine.

Vergl. auch: P. J. BEGER, Lamprophyre im Lausitzer Granitmassiv. Z. f. M. 1913, No. 15 und Typenvermischung im lamprophyrischen Gangfolge des Lausitzer Granitmassives. Ber. math. phys. Kl. kgl. Sächs. Ges. Wiss., Leipzig 1913, Bd. LXV.

²⁾ Die tektonischen Resultate meiner Untersuchungen sind bereits pag. 96 und 97 zusammenfassend erwähnt, so dass ich mich im folgenden auf die petrographischen und chemischen Ergebnisse beschränken kann.