

Vulkanite aus dem Permoskyth der Nördlichen Kalkalpen und ihre Metamorphose

Von E. Ch. KIRCHNER*

Mit 6 Abbildungen und 2 Tabellen

Zusammenfassung

Die permoskythischen basischen Vulkanite der Nördlichen Kalkalpen, deren kleine verstreute Vorkommen etwa von Puchberg am Schneeberg, N.Ö., bis knapp über Salzburgs Grenze bei Reichenhall reichen, sind regelmäßig an die Nähe der Gips- und Salzvorkommen gebunden. Das gemeinsame Auftreten von Pillow-laven, Tuffiten und Serpentinlinsen weist auf eine Ophiolithabfolge hin.

Mit Hilfe verschiedener chemischer Variationsdiagramme kann gezeigt werden, daß innerhalb der basischen Vulkanite 2 Gruppen abtrennbar sind: jene, die in allen chemischen Variationsdiagrammen tholeiitische Affinität zeigen, und solche, die sich durch eine Kaliumanreicherung deutlich davon unterscheiden. Die Existenz einer schwachen Metamorphose wird durch Mineralneubildungen wie Pumpellyit (in den basischen Metavulkaniten) und Natriumamphibolen, die sowohl in den Metasedimenten als auch in den Metavulkaniten auftreten, bestätigt. Das Bildungsalter der Na-Amphibole wurde von E. JÄGER mit 103 bzw. 118 m.y. bestimmt.

Summary

The mafic volcanic rocks of the Northern Calcarious Alps are found in small outcrops extending from about 80 km SW of Vienna to the Bavarian town of Reichenhall near Salzburg. They are always bound to permoskythian deposits of gypsum and salt. The coexistence of pillow lava, tuffites and lenses of serpentine indicates a succession of ophiolites. By means of different chemical variations diagrams it can be demonstrated that two groups are separable within the mafic volcanic rocks: these falling into the ocean field indicating their affinity to tholeiites, and the other ones that clearly can be distinguished by the potassium content. The existence of a very low to low grade metamorphism is verified by minerals as pumpellyit and sodiumamphiboles occurring in metasediments as well as in the metavolcanics. The age of two Na-amphiboles was determined by E. JÄGER as 103 and 118 m.y. respectively.

— —

Die bearbeiteten Fundstellen reichen regional vom Rand des Wiener Beckens bis Reichenhall und sind durchwegs an das Auftreten permoskythischer Gipse, in

* Adresse der Verfasserin: Institut für Geowissenschaften der Universität Salzburg, Akademiestraße 26, A-5020 Salzburg.

Hallstatt an das Haselgebirge gebunden. Im folgenden wird bei den Fundorten kurz auf die wichtigsten geologischen Publikationen hingewiesen.

Die östlichsten Vulkanite sind aus der Gipslagerstätte von Pfennigbach bei Puchberg/Schneeberg (CORNELIUS 1950, PLÖCHINGER 1967), gegen W folgen die Fundorte Mürzsteg (CORNELIUS 1933, 1936, HAUSER 1940, 1942) und Pyhrnpaß (ANIWANDTER und ZIRKL 1955). Eine größere Bedeutung erreichen sie in den Gebieten der Salz- und Gipslagerstätten des Salzkammergutes und zwar beginnend am Grundlsee (JOHN 1899) bei Aussee, wo das bisher mächtigste Vulkanitvorkommen dieser Bildungsperiode ansteht. Die am längsten bekannten Vorkommen sind die von Hallstatt (MOISISOVICS 1905, ZIRKL 1957) und Ischl (SCHAUBERGER 1960); weitere finden sich bei Abtenau (TSCHERMAK 1869), Golling und am Sillberg bei Reichenhall, Bayern (LEBLING 1911), aber auch an der Südseite der Bischofsmütze, Sbg. (ZAPFE 1934). Eine detaillierte Angabe von einigen anderen Fundorten wird bei ZIRKL 1957 gemacht, nicht alle von ihm angegebenen Fundstellen wurden jedoch beprobt.

Das Auftreten von extrusivem Material (Kissenlava) und intrusiven Gängen in eng beisammenliegenden Bereichen, ebenso wie pyroklastische Breccien neben kleinen Serpentineinschaltungen könnte ähnlich den ophiolitischen Breccien nach BARRET & SPOONER 1977 auf das Vorhandensein einer ophiolitischen Abfolge hinweisen.

Fundortliste der analysierten Diabase (Melaphyre)

1. Grabenbach, feinkörniger Typ, Grubach b. Golling, Salzburg
2. Grabenbach, dichtes Material, Grubach b. Golling, Salzburg
3. Grabenbach, grobkörniger Typ, Grubach b. Golling, Salzburg
4. Mooseck, feinkörniger Typ, b. Grubach b. Golling, Salzburg
5. Grub, Lammertal, N. Abtenau, Salzburg
6. Webing, porphyrischer Typ, N. Abtenau, Salzburg
7. Webing, porphyrischer Typ, N. Abtenau, Salzburg
8. Webing, feinkörniger Typ, N. Abtenau, Salzburg
9. Auermahd, Grundlsee, Stmk.
10. Mürzsteg, Stmk.
11. Freingraben b. Mürzsteg, Stmk.
12. Pfennigbach am Schneeberg, N.Ö.
13. Graben W. Rain b. Abtenau, Salzburg
14. Bischofsmütze, 2 km S. davon, Salzburg
15. Hallstatt, O.Ö., am Salzberg obertags
16. Grössenberg am Schneeberg, N.Ö.
17. Perneck, 5 km SE Ischl, O.Ö.
18. Perneck, O.Ö.
19. Wienern am Grundlsee, Stmk.
20. Wienern am Grundlsee, Stmk.

Die untersuchten Vulkanite variieren von feinkörnigen nicht porphyrischen Typen (0.05–0.1 mm Korngröße) bis zu solchen mit porphyrischen Texturen, aber

auch grobkörnige Typen (1–3 cm Korngröße), deren Textur auf eine Platznahme in größerer Tiefe weisen, wurden beobachtet. Von einem Teil der hier angeführten Gesteine sind petrographische Untersuchungen (Mineralbeschreibungen) im Druck (KIRCHNER 1980).

Die Beurteilung des Pauschalchemismus der Vulkanite wird durch die Tatsache erschwert, daß die Alkalien der umgebenden Salinarbildungen bevorzugt mobilisiert wurden.

Ein großer Teil der Vulkanite weist somit starke, vorwiegend metasomatische Veränderungen des Mineralbestandes auf. Während CORNELIUS (1950) und ZIRKL (1957) nur prinzipiell auf einige Veränderungen der Mineralzusammensetzung hingewiesen haben, wurde die Alkalimetasomatose seitens der salinaren Nebengesteine im Sinne eines Reaktionskontaktes erstmals bei KIRCHNER (1979a) erwähnt. Die Analyseergebnisse sind in Tab. 1 und 2 festgehalten. Der Großteil der Elemente dieser Silikatanalysen wurden mit einem Atomabsorptions-Spektro-Photometer der Firma Perkin-Elmer Typ 300 bestimmt; Si, Ti und P wurden photometrisch gemessen.

Der durchschnittliche SiO_2 -Gehalt liegt bei 47.5 Gewichtsprozent, auch das $\text{FeO}^{\text{tot}}/\text{MgO}$ -Verhältnis liegt in der überwiegenden Zahl der Analysen unter 1.7. Die K_2O -Gehalte liegen bei einigen Analysen unter 0.4 Gew. Prozent, in den anderen Analysen schwankt K_2O sehr stark und erreicht mit 8.89% einen Maximalwert. Na_2O weist mit einigen Ausnahmen einen nicht so großen Streubereich auf, der mittlere Gehalt liegt – jene Werte, die auf Spurengehalte absinken sind ausgenommen – bei 3.58 Gew. Prozent. Der TiO_2 -Gehalt ist relativ hoch.

Nach der CIPW-Norm (Tab. 1 und 2) berechnet, enthielte ein Großteil der Diabase Olivin und Hypersthen und nur einen geringen Prozentsatz Nephelin. Der normative Orthoklasgehalt ist bei einigen Analysen entsprechend dem hohen K_2O -Anteil überdurchschnittlich hoch. Im Vergleich zu diesen Analysen ist die von ZIRKL (1957) publizierte Melaphyranalyse von Hallstatt angegeben (Tab. 1, für die Darstellung im Diagramm wurde diese durch ein Plus gekennzeichnet). Ein Vergleich mit Analyse Nr. 15 (Tab. 2) zeigt, daß die obertags entnommene Probe weitaus stärker verändert wurde als jene von ZIRKL 1957 untersuchte – (Abtransport von Ca und Zufuhr von K_2O). Die zweite gute und vollständige Analyse wurde von JOHN 1899 am Diabas von Auermahd durchgeführt, sie entspricht jener der Probe Nr. 9, eines am hiesigen Institut analysierten Materials. Die Ergebnisse der Analyse Nr. 9, die am hiesigen Institut durchgeführt wurde, stimmen weitgehend damit überein.

Wendet man das von PEARCE et al. 1975 vorgeschlagene TiO_2 - K_2O - P_2O_5 -Diagramm zur Diskriminierung ozeanischer Basalte von nicht ozeanischen Basalten an (Abb. 1), so fallen die Projektionspunkte nur eines kleinen Teils der hier besprochenen Diabasanalysen in das Feld der Ozeanbasalte. PEARCE (1975) hat diese Methode an unveränderten jungen Basalten überprüft und findet, daß Ozeanboden- und Ozeanrückenbasalte immer in das in Abb. 1 schraffierte Feld fallen, während die Inselbasalte nicht immer so eindeutig auf dieses Feld beschränkt sind. Auffallend an den außerhalb des Ozeanfeldes liegenden Projek-

	Grabenbach		Moosegg		Grub		Webing		Auermahd		Melaphyr
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
SiO ₂	48,6	49,5	52,9	50,8	40,8	46,6	48,4	48,3	45,8	46,55	
TiO ₂	1,82	1,71	1,09	2,16	2,28	2,14	1,61	2,37	4,10	3,56	
Al ₂ O ₃ ^x	17,1	16,00	12,8	15,0	15,4	16,2	16,0	15,6	13,9	16,30	
Fe ₂ O ₃	9,91	9,07	10,3	9,25	9,8	10,3	8,9	9,06	15,9	12,68	
MnO	0,15	0,15	0,19	0,19	0,06	0,13	0,17	0,21	0,23	0,14	
MgO	6,69	5,98	6,01	7,43	16,6	9,1	7,01	7,6	5,59	7,39	
CaO	6,01	7,26	6,95	3,74	1,11	1,69	7,6	4,15	6,1	8,17	
Na ₂ O	3,24	3,00	4,59	3,06	0,03	2,83	4,17	3,55	4,39	2,05	
K ₂ O	2,1	1,99	0,69	3,37	1,48	3,36	1,62	3,51	0,56	1,33	
P ₂ O ₅	0,22	0,26	0,10	0,60	0,43	0,57	0,21	0,60	0,60	0,35	
Glühverlust	4,41	4,65	2,90	4,49	10,6	5,39	3,59	4,53	2,42	3,14	
	100,25	99,57	98,52	100,09	98,59	98,31	99,28	99,48	99,50	100,82	
CIPW-Norm ^{xx}											
Q	-	-	1,50	-	7,51	-	-	-	-	1,30	
C	-	0,65	-	1,02	14,53	6,72	-	-	-	-	
Or	13,04	12,47	4,30	21,28	9,96	21,53	10,07	21,99	3,44	8,40	
Ab	28,8	26,91	40,9	27,67	0,29	25,96	31,67	31,85	38,65	17,76	
An	27,23	25,78	12,94	15,64	3,07	5,05	21,19	17,13	17,24	32,08	
Ne	-	-	-	-	-	-	2,94	-	-	-	
Wo	1,08	4,43	9,47	-	-	-	7,10	0,23	4,24	2,94	
En	10,56	15,79	15,77	17,63	47,07	22,49	5,04	1,72	7,96	18,84	
Fs	3,47	5,24	7,45	4,22	4,15	5,18	1,45	0,36	3,89	4,99	
Fo	4,87	-	-	1,50	-	1,46	9,33	12,86	4,57	-	
Fa	1,76	-	-	0,40	-	0,37	2,95	2,97	2,46	-	
Mt	5,03	4,66	5,23	4,77	5,38	5,39	4,53	4,64	8,00	6,29	
Il	3,63	3,44	2,18	4,38	4,93	4,41	3,22	4,77	8,10	6,92	
Ap	0,55	0,65	0,25	1,52	1,16	1,46	0,52	1,51	1,48	0,85	
Di	2,08	8,50	18,34	-	-	-	13,59	0,43	8,23	5,63	
Hy	13,04	16,96	14,34	21,85	53,21	27,68	-	1,87	7,87	21,14	
Ol	6,63	-	-	1,90	-	1,83	12,29	15,84	7,03	-	

^x Fe₃O₃ als Gesamteisen

^{xx} Für die Berechnung der CIPW-Norm wurde ein Fe²⁺/Fe³⁺ Verhältnis von 1 : 3 eingesetzt

Tab. 1: Chemische Analysen von Diabasen

Analysen: I. BAUMGARTNER, G. ANDORFER, J. HERBST

	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
SiO ₂	47,6	49,4	45,5	48,6	42,7	46,0	47,9	46,2	46,8	48,9	48,3
TiO ₂	2,37	0,97	1,52	1,87	2,22	2,27	2,58	3,06	2,74	1,5	1,59
Al ₂ O ₃	15,6	18,3	13,9	14,4	15,3	15,5	12,7	13,7	15,3	16,6	16,6
Fe ₂ O ₃ ^x	11,9	7,49	14,5	11,8	19,1	11,6	10,5	12,5	12,5	8,4	9,0
MnO	0,15	0,29	0,37	0,19	0,03	0,03	0,05	0,23	0,27	0,18	0,13
MgO	6,99	6,06	8,83	6,36	8,67	10,3	6,12	6,40	6,80	7,5	8,2
CaO	6,75	8,25	3,23	9,23	0,14	0,28	2,45	8,91	7,41	5,8	1,12
Na ₂ O	4,21	4,54	2,76	3,38	0,10	0,08	2,55	3,76	3,79	3,56	1,07
K ₂ O	0,22	0,31	0,05	0,18	7,44	6,88	6,80	0,83	0,89	2,48	8,89
P ₂ O ₅	0,27	0,10	0,15	0,23	0,39	0,11	0,26	0,32	0,34	0,18	0,21
Glühverlust	3,98	4,50	8,46	2,14	5,43	5,99	8,07	2,48	3,33	4,8	4,5
	100,04	100,21	99,27	98,38	101,46	99,04	99,98	98,42	100,17	99,9	99,61
CIPW - Norm ^{xx}											
Q	-	-	5,03	1,05	-	1,04	-	-	-	15,4	3,9
C	-	-	3,85	-	-	8,27	-	-	-	-	55,58
Or	1,37	1,92	0,30	1,12	46,61	44,07	43,86	5,48	1,37	-	7,24
Ab	37,39	40,31	23,6	29,98	0,90	0,73	20,68	33,4	37,39	31,66	4,43
An	24,16	30,12	15,2	-	-	0,72	3,44	23,0	24,16	23,11	1,27
Ne	-	0,01	-	-	-	-	1,55	-	-	-	-
Wo	3,82	5,08	-	9,12	-	-	3,33	5,41	3,81	2,46	-
En	10,56	3,48	22,2	16,6	10,88	27,73	2,87	7,08	10,56	5,61	-
Fs	3,76	1,19	10,3	7,32	6,17	6,39	2,64	3,76	3,76	1,44	-
Fo	5,4	8,66	-	-	8,42	-	9,64	7,40	5,40	9,82	15,4
Fa	2,12	3,24	-	-	5,26	-	3,03	2,11	2,78	4,13	-
Mt	6,04	3,80	7,08	5,96	9,79	6,08	3,10	6,30	6,04	4,27	4,60
Il	4,73	1,93	2,92	3,72	4,47	4,67	5,35	5,40	4,73	2,99	3,20
Ap	0,67	0,25	0,36	0,57	-	0,28	0,67	0,84	0,67	0,45	0,53
Dl	7,33	9,75	-	17,62	-	-	6,21	10,4	7,33	4,70	-
Hy	10,81	-	32,5	15,43	17,05	34,1	-	4,72	10,81	4,82	-
Ol	7,52	11,91	-	-	13,68	-	9,64	10,43	7,52	12,61	19,27

^x Fe₂O₃ als Gesamteisen
^{xx} Für die Berechnung der CIPW-Norm wurde ein Fe²⁺/Fe³⁺ Verhältnis von 1 : 3 eingesetzt

Tab. 2: Chemische Analysen von Diabasen
 Analysen: G. ANDORFER, Ch. EXNER, J. HERBST

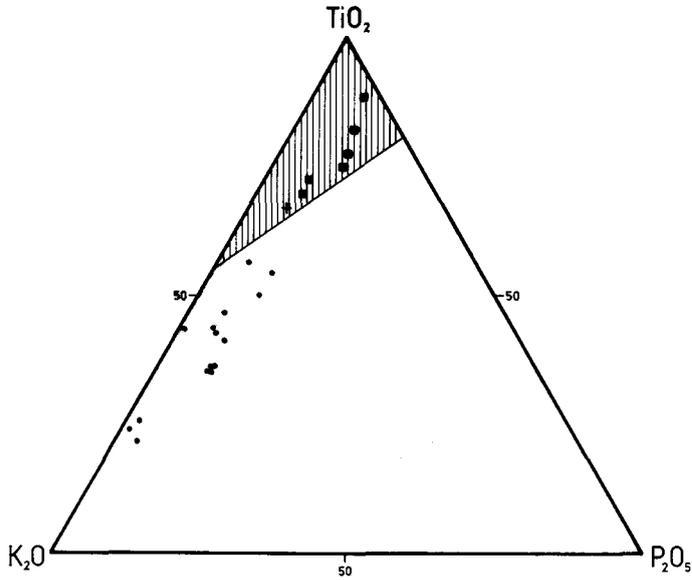


Abb. 1: TiO_2 - K_2O - P_2O_5 -Diagramm der auf Tab. 1—2 ausgewiesenen Analysen der Nördlichen Kalkalpen. Unterscheidung von ozeanischen (Quadrate) und nichtozeanischen (Punkte) Basalten nach PEARCE et al. 1975.

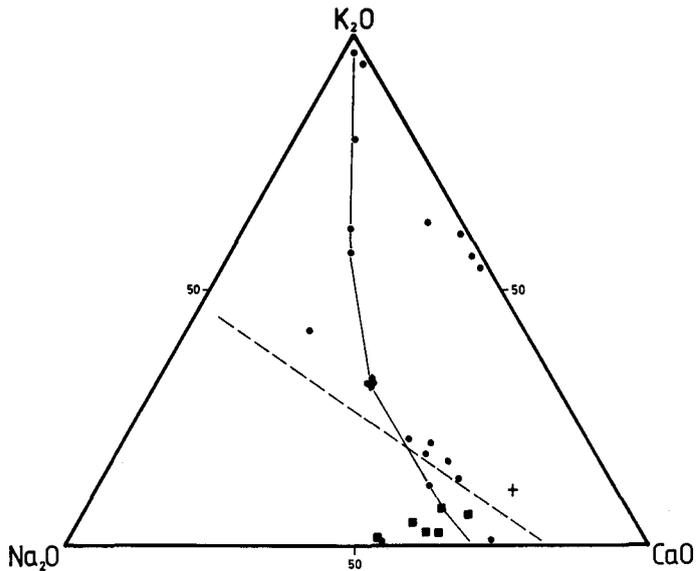


Abb. 2: K_2O - Na_2O - CaO -Diagramm der basischen Vulkanite der Nördlichen Kalkalpen. Die Projektionspunkte und die ausgezogene Linie folgen deutlich einem Trend zur K_2O -Anreicherung im Zuge einer Metamorphose. Zum Vergleich eine strichlierte Linie, ein von CARMICHAEL 1974 angeführter Variationsverlauf basischer kontinentaler Alkali-basalte.

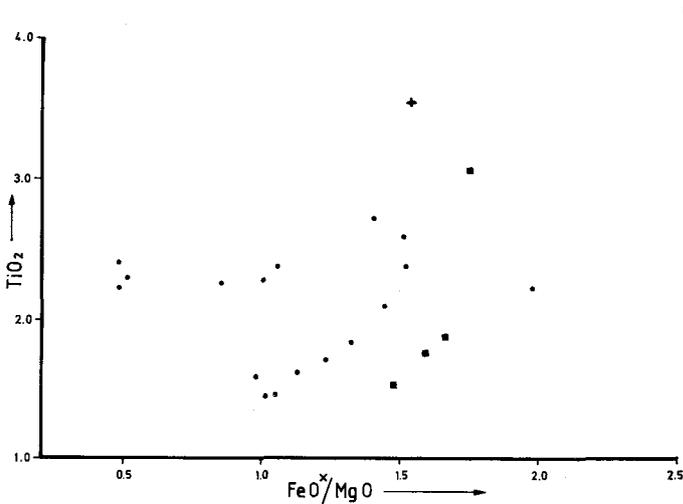


Abb. 3: Die „Ozeanbasalte“ (Quadrate) liegen annähernd auf einer Geraden mit einer Steigung, die ähnlich jener der abyssischen Tholeiite nach MIYASHIRO 1975 ist. FeO^+ ist das Gesamtisen, aufgetragen werden die Gewichtsprozente.

tionspunkten ist ein Trend in Richtung einer K_2O -Anreicherung; das Verhältnis von $\text{TiO}_2/\text{P}_2\text{O}_5$ bleibt gleich. Nach diesem Diagramm wären zwei Diabastypen unterscheidbar, die mit 2 verschiedenen Signaturen im Diagramm eingezeichnet sind. Die mit Quadraten gekennzeichneten Proben entsprechen den Analysen Nr. 9–13 und 17 der Tabellen 1 und 2, die zugehörigen Fundorte sind der Fundortliste zu entnehmen; alle übrigen Proben sind durch Punkte dargestellt. Die Darstellung der TiO_2 -Werte gegen die FeO^+/MgO -Werte zeigt eine Korrelation von TiO_2 und FeO^+/MgO ; vor allem die „Ozeanbasalte“ liegen nahezu auf einer Geraden, die mit einer von MIYASHIRO 1975 angegebenen Verteilungsgeraden der abyssischen Tholeiite übereinstimmt (Abb. 3).

In Abb. 4, in der FeO^+ gegen FeO^+/MgO aufgetragen ist, fallen die 6 Analysen der „Ozeanbasalte“ wiederum in das Feld der Tholeiite, ebenso wie die Quadrate auch in Abb. 5, einer Darstellung der Summe gegen den Quotienten der Alkalien, dem Tholeiitfeld am ehesten entsprechen. Mit einem solchen Variationsdiagramm unterscheidet MIYASHIRO 1975 zwischen unveränderten und veränderten Basalten (Abb. 5). Die oberste Grenze der „unveränderten Vulkanite“ wird durch die strichlierte Kurve angezeigt, während die ausgezogene Linie die Vulkanite von Inselbögen umgrenzt, in welches Feld auch die Alkaligesteine der atlantischen Inseln fallen. Die Mehrzahl der in dieser Arbeit analysierten Gesteine wurden in einem Feld zusammengefaßt, das mit einer strichlierten Linie umgrenzt ist (Abb. 5). Außerhalb blieben 5 Punkte von völlig chloritisierten Diabasen mit einem geringen $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$ -Verhältnis. Jener Teil der hier beschriebenen aus dem Feld des Inselbogenvulkanismus herausfallenden Analysen, die einen hohen Alkaliquotienten haben, entsprechen wieder den mit Quadraten gekennzeichneten „Ozeanbasalten“, und könnten am ehesten dem Feld der abyssischen Tholeiite (nach MIYASHIRO 1975) zugeordnet werden.

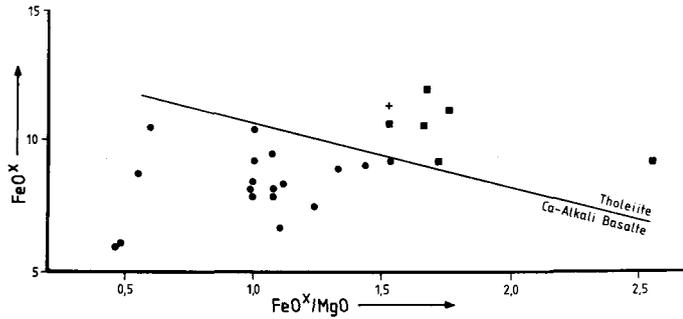


Abb. 4: Eintragung der 20 Vulkanitanalysen aus den Nördlichen Kalkalpen in ein FeO^+ zu FeO^+/MgO -Diagramm. Auch in diesem Diagramm zur Unterscheidung von Tholeiiten und Kalkalkalibasalten fällt die Gruppe der „Ozeanbasalte“ in das Tholeiitfeld.

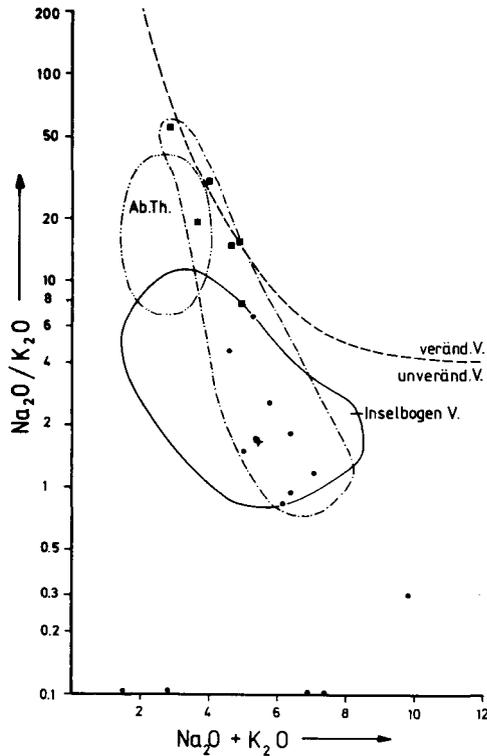


Abb. 5: Summe gegen den Quotienten der Alkalien in Gewichtsprozenten (Variationsdiagramm nach MIYASHIRO 1975).

- - - obere Grenze unveränderter Vulkanite
- · - · - Feld der untersuchten Vulkanite aus dem Permoskyth der Nördlichen Kalkalpen
- Inselbogenvulkanite, in ziemlicher Übereinstimmung damit liegen auch die Alkaligesteine des atlantischen Bereichs.

Der Zuordnung zu tholeiitischen Basalten entsprechen auch die Werte für SiO_2 , sowie das FeO^+/MgO -Verhältnis, das kleiner als 1.7 ist, ebenso wie der geringe K_2O -Gehalt eben dieser 6 Diabase (vgl. Abb. 6). All diese eben angeführten Daten sind nach MIYASHIRO 1975 ein Hinweis für abyssische Tholeiite, obwohl er eingesteht, daß eine Unterscheidung dieser von Tholeiiten von Randmeeren nicht immer möglich ist.

Sechs der Diabase, also der kleinere Teil der hier untersuchten Vulkanite, können nun aufgrund des Chemismus übereinstimmend nach PEARCE 1975 und MIYASHIRO 1975 als Tholeiite bezeichnet werden, wobei der Entstehungsort vorläufig nur allgemein als „ozeanisch“ angegeben wird.

Ein großer Teil der Diabase fällt durch einen erhöhten K_2O -Gehalt auf, wie dies schon in Abb. 2 deutlich zum Ausdruck kam. In dieser Abbildung sieht man einen als durchgezogene Linie dargestellten Trend, der von einer Ausgangszusammensetzung nahe der Na_2O - CaO -Linie zu einer K_2O -Anreicherung führt, wobei auch das $\text{Na}_2\text{O}/\text{CaO}$ -Verhältnis zugunsten des Na_2O verschoben wird.

Der in CARMICHAEL et al. 1974 im selben Diagramm angegebene wahre Variationsverlauf streut meist von der CaO -Ecke ausgehend in Richtung der Halbierenden von Na_2O - K_2O . Aus diesem Diagramm ist somit weder Spilitisierung im Sinne einer Na -Anreicherung, noch eine Differentiation abzulesen, wohl aber unterstützt es die Deutung für eine K_2O -Zufuhr, eine Metasomatose, wie es in ähnlicher Weise schon in Abb. 1 zum Ausdruck kommt.

Eventuell könnte es mit Hilfe der Spurenelementanalyse gelingen, bekräftigende Hinweise auf die ursprüngliche Zusammensetzung dieser Gesteine zu erhalten.

In der letzten Abbildung 6 wird ein Histogramm der hier bearbeiteten Vulkanite gezeigt. MIYASHIRO 1975 hat mit Hilfe solcher Histogramme eine Unterscheidung verschiedener Ophiolithserien in 3 Klassen vorgenommen, die durch das Auftreten verschiedener Gesteinsassoziationen charakterisiert werden. Für die

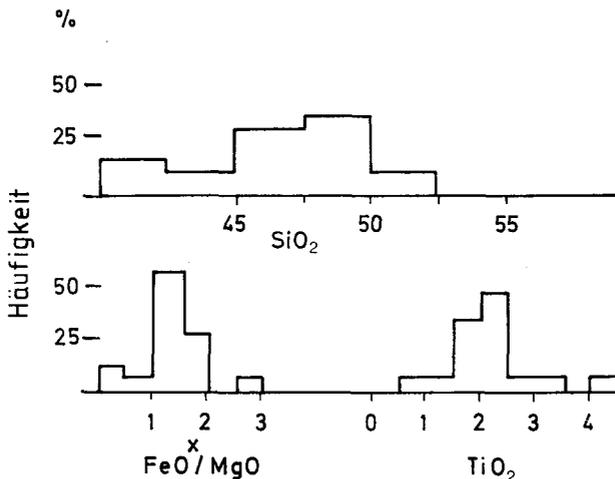


Abb. 6: Elementhäufigkeit (Histogramm nach MIYASHIRO 1975). Die Elementhäufigkeit ist in den hier untersuchten kalkalpinen Vulkaniten sehr ähnlich jener der Ophiolithgruppe 3 nach MIYASHIRO 1975, z. B. vulkanische Gesteine von Californien.

Klasse 3, mit der die hier untersuchten Gesteine in guter Übereinstimmung stehen, ist das gemeinsame Auftreten sowohl von tholeiitischen als auch von Alkaligesteinen typisch. Nachgewiesen wurde diese Klasse u. a. in den Gesteinsserien von San Francisco, Californien und im Sanbagawa-Gürtel, Japan. Nachdem Kalkalkaligesteine hier nicht nachgewiesen werden konnten, waren die hier auftretenden Gesteine entweder in die Klasse 2 oder 3 einzuordnen. Dem Histogramm entsprechend wären die Gesteine der Klasse 3 zuzuordnen.

COLEMAN, der dieser Einteilung sehr kritisch gegenübersteht, weist 1977 darauf hin, daß am Kontinentalrand Flysch mit Basalten wechselt. Diese Basalte sind zwar chemisch den Ozeanbodenbasalten sehr ähnlich, lassen aber die übliche Ophiolithabfolge nicht erkennen. Angesichts der Tatsache, daß die Basalte tektonisch stark in Späne und Linsen aufgegliedert sind und überdies in tektonischen Linsen Ultrabasite (Serpentine) vorhanden sind, wäre im Fall der permoskythischen Basalte eine ophiolithische Serie in Betracht zu ziehen. Aus der geologischen Position der früher kalkalpinen Vulkanite in salinaren Ablagerungen ist die von COLEMAN 1977 angeführte Bildungsweise am Kontinentalrand sehr wahrscheinlich, doch kann der letzte Beweis dazu mit den auf die kalkalpinen Vulkanite bisher angewendeten chemischen Untersuchungsmethoden nicht erbracht werden. Andererseits spricht das gemeinsame Auftreten von Serpentin, Pillowlaven und gangförmig intrudierten Basalten mit den oben erwähnten Argumenten eher für eine Ophiolithserie.

Zur Klärung dieser für das Verständnis der frühalpiner Entwicklung des alpinen Geosynklinalbereiches wichtigen Fragen, werden weitere Untersuchungen an den hiesigen Vulkaniten durchgeführt.

Hinweise auf die Existenz einer Metamorphose im Bereich dieser Vulkanite wurden bereits in drei Arbeiten gegeben (KIRCHNER 1977, 1979, 1980). Durch die Feststellung von Pumpellyit in den Kissenlaven vom Grundsee kann für diese Gesteine eine sehr schwache Metamorphose (WINKLER 1976) als gesichert gelten.

Ähnlichen Bildungsbedingungen entsprechen auch die Na-Amphibole (Mg-Riebeckit und Crossit) und Na-Pyroxene (Aegirin), von denen erstere sowohl in Metabasiten als auch in Metasedimenten nachzuweisen sind, während letztere ausschließlich auf Sedimente beschränkt vorzufinden sind. Na-Amphibole einer Zusammensetzung im Grenzbereich zwischen Glaukophan und Crossit (nach der Gliederung von MIYASHIRO 1957) konnten bisher in den Proben vom Grundsee, S von Ischl, wie auch von Mooseck und Grabenbach bei Grubach/Golling nachgewiesen werden (KIRCHNER 1980). In Sedimentgesteinen der unmittelbaren Umgebung der Vulkanite von Webing, bei Rigaus, N. Abtenau, läßt sich im mikroskopischen Bild eine zeitliche Folge von zuerst einer Phengitisierung von Plagioklasen und einer darauffolgenden Crossitsprossung ablesen. Crossit wächst im ganzen Gestein, bevorzugt jedoch – und in größeren Kristallen – in Hohlräumen. An größeren Kristallen ist auch eine Kristallisationsfolge festzustellen: an Stengeln von Crossit setzt terminal in der Z-Achse Mg-Riebeckit an. Eine genetisch analog zu deutende Wachstumsänderung findet man an den im Gestein feinverteilten Erzen. Die Pyrite zeigen in den meisten Fällen einen Anwachsraum

von Hämatit. Diese Mineralbildungen lassen auf eine plötzliche Änderung des Sauerstoffpartialdruckes schließen.

Von den zuletzt genannten Alkali amphibolen wurden im Alterslabor der Universität Bern Zerfallsaltersbestimmungen durchgeführt, die für eine frühe alpidische Metamorphose sprechen. In einer brieflichen Mitteilung von Prof. E. JÄGER werden dafür 103 ± 9 m.y. und 118 ± 9 m.y. genannt. Das sind die höchsten bisher bestimmten Mineralalter aus dem Permoskyth der Kalkalpen.

Eine entsprechende alpidische Regionalmetamorphose in der Unter- bis Mittelkreide würde auf interne Überschiebungen im ostalpinen Raum zurückzuführen sein und etwa mit dem Beginn der Überschiebung des Ostalpins über das Pennin zusammenfallen.

Danksagung

Die Herren Hofrat Dr. O. SCHAUBERGER (Ischl) und Dr. G. SCHÄFER (Wien) stellten Gesteinsproben von Diabasen zur Verfügung bzw. ergänzten die Kenntnisse über Vulkanitvorkommen durch Führungen; dafür sei ihnen bestens gedankt. Gleichfalls bedanke ich mich für zahlreiche anregende Diskussionen und die kritische Durchsicht des Manuskriptes bei den Herren Prof. Dr. G. FRASL und Doz. Dr. V. HÖCK. Denselben Herren ebenso wie Herrn Prof. Dr. H. MEIXNER sei für die Möglichkeit gedankt, die Institutsgereäte benutzen zu dürfen.

Allen, die methodische Arbeiten durchführten, wie Mag. G. ANDORFER, Mag. I. BAUMGARTNER, Dr. Ch. E. EXNER, Mag. J. HERBST und Mag. S. RUSCHA bin ich zu besonderem Dank verpflichtet, ebenso Herrn STEYRER und HASSFURTER für Zeichenarbeiten, Herrn Mag. BURGSTALLER und Frau Dr. EXNER für photographische Arbeiten.

Der Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Arbeiten finanzierte die Fahrten zur Probennahme, wie auch die AAS-Analysen im Rahmen des Schwerpunktprojektes „Geologischer Tiefbau der Ostalpen“.

Literatur

- ANIWANDTER, E. und E. J. ZIRKL, 1955: Ein neues Diabasvorkommen in der Warscheneckgruppe (O.O.) — Anz. Akad. Wissensch. 10 (math.-naturwiss. Kl.).
- BÄRRET, T. J. and E. T. C. SPOONER, 1977: Ophiolitic breccias associated with allochthonous oceanic crustal rocks in the east ligurian appenines, Italy — a comparison with observations from rifted oceanic ridges. — Earth and Planetary Letters 35, 79—91.
- CARMICHAEL, Jan S. E., Turner, J. VERHOOGEN, 1974: Igneous Petrology Mc Graw Hill, N.Y.
- COLEMAN, R. G., 1978: Ophiolites, Springer.
- CORNELIUS, H. P., 1933: Ein albitreiches Eruptivgestein in der Untertrias bei Neuberg im Mürztal (Stmk.) — Verh. Geol. Bundesanst. 7/8, 112—115.
- CORNELIUS, H. P., 1936: Eruptivgesteine in den Werfener Schichten der steirisch-niederösterreichischen Kalkalpen. — Verh. Geol. Bundesanst. 10, 197—203.
- CORNELIUS, H. P., 1950: Basische Eruptivgesteine aus der Untertrias von Puchberg/Schneeberg, N.O. — Anzeiger Akad. Wissensch. math.-naturw. Kl. 5.

- DIETRICH, V., 1977: Tholeiitic Basalts from the Tyrrhenian Seafloor. — *Earth and Planetary Science Letters* 36, 285—296.
- HAUSER, L., 1940: Das Diabasvorkommen in den Werfener Schichten bei der Rennerhütte westlich von Frein (Stmk.). — *Mineral. Petr. Mitt.* 51/6, 413—426.
- HAUSER, L., 1942: Ein Diabasvorkommen im Gutensteiner Kalk bei Mariazell. — *Zentralblatt Min. Abtg. A*, 8, 151—160.
- JOHN, C. v., 1884: Über Melaphyr von Hallstatt und einige Analysen von Mitterberger Schiefer. — *Verh. Geol. Reichsanst.* 76—78.
- JOHN, C. v., 1899: Über Eruptivgesteine aus dem Salzkammergut. — *Jb. k.k. Geol. Reichsanst.* 49, 247—258.
- KIRCHNER, E. Ch., 1977: Vorläufige Mitteilung über eine Pumpellyitführende Kissenlava von Wienern am Grundlsee, Stmk. — *Geol. Paläont. Mitt.* 7, 1—2.
- KIRCHNER, E. Ch., 1979: Pumpellyitführende Kissenlavabreccien in der Gips-Anhydritlagerstätte von Wienern am Grundlsee, Stmk. — *Tscherm. Min. Petr. Mitt.* (im Druck).
- KIRCHNER, E. Ch., 1980: Natriumamphibole und Natriumpyroxene aus dem Permoskyth der Nördlichen Kalkalpen. — (Im Druck) (*Verh. Geol. B.A.*).
- LEBLING, C., 1911: Geologische Beschreibung des Lattengebirges im Berchtesgadener Land. — *Geognostische Jahreshefte XXIV, Tl. V Eruptivgesteine.*
- MIYASHIRO, A., 1957: The chemistry, optics, and genesis of the Alkali-Amphiboles. — *J. Fak. Sci. Univ. Tokyo, Sec. II*, 11, 57—82.
- MIYASHIRO, A., 1975: Classification, characteristics, and origin of ophiolites. — *Journ. Geology* 83, 249—280.
- MOISISOVICS, E. v., 1905: Erläuterungen zur Geologischen Karte Ischl und Hallstatt. — *K.k. Geol. Reichsanstalt.*
- PEARCE, T. H., B. E. GORMAN and T. C. BIRKETT, 1975: The TiO_2 - K_2O - P_2O_5 diagram: a method of discriminating between oceanic and nonoceanic basalts. — *Earth and Planetary Science Lett.* 24, 419—426.
- PLOCHINGER, B., 1967: Erläuterungen zur Geologischen Karte des Hohe-Wand-Gebietes (N.O.). — *Geol. Bundesanst., Wien.*
- SCHAUBERGER, O., 1960: Melaphyr (Diabas), Tuffit und Krokydolith im Ischler Salzberg. — *Anz. Akad. Wissensch., math.-naturw. Kl.* 7.
- TSCHERMAK, G., 1869: Die Porphyrgesteine Österreichs aus der mittleren geologischen Epoche. — *Akad. Wissensch., Komm. K. Gerold*, 163—177.
- ZAPFE, H., 1934: Ein Diabas in den Werfener Schichten am Südhang der Bischofsmützengruppe im Dachsteingebiet. — *Verh. Geol. Bundesanstalt*, 85, 106—108.
- ZIRKL, E., 1957: Der Melaphyr von Hallstatt. — *Jb. Geol. Bundesanst.,* 100, 137—177.