

Zur Kenntnis basischer Vulkanitgerölle aus Gosaukonglomeraten der östlichen Kalkalpen — Ein Vergleich mit Vulkaniten aus dem Haselgebirge

Von Peter GRUBER, Peter FAUPL und Friedrich KOLLER*)

Mit 11 Abbildungen und 2 Tabellen

Zusammenfassung

Aus basalen Konglomeraten der Gosau (Santon) der östlichen Kalkalpen, aus dem Gebiet von Puchberg — Miesenbach, wurden zehn basische Vulkanitgerölle petrographisch und geochemisch untersucht. Zu Vergleichszwecken gelangten auch basische Vulkanite, welche in der oberpermischen Salinarformation des Haselgebirges in unmittelbarer Nachbarschaft zu den Gosauablagerungen vorkommen, zur Untersuchung. Bei den Vulkaniten der Gosau handelt es sich überwiegend um Alkalibasalte. Ein Fund sehr feinkörniger Alkali amphibol-Neubildungen in der Vulkanitgrundmasse weist auf eine druckbetonte Metamorphose im Zusammenhang mit einem Subduktionsgeschehen hin. In den einzelnen Klassifikationsdiagrammen erweisen sich die Vulkanite im Hinblick auf ihre Spurenelementzusammensetzung als überaus heterogen, wie sie am ehesten bei einem kontinentalen basaltischen Vulkanismus zu erwarten sind.

Eine Genese dieser Vulkanite im Bereich eines initialen passiven Kontinentalrandes oder eines „back arc“-Beckens wird diskutiert. Die Vulkanitserie ist in einer späteren Phase in einen Subduktions-/Akkretionskomplex inkorporiert worden und anschließend durch einen Obduktionsvorgang wieder an die Oberfläche gelangt. Ein Vergleich mit den Vulkaniten aus der permischen Salinarformation erlaubt die Aussage, daß beide nicht von derselben Mantelquelle abgeleitet werden können.

Summary

Ten pebbles of basic volcanic rocks from the basal conglomerate formation of the Gosau Group (Santonian) in the eastern parts of the Northern Calcareous Alps (region of Puchberg — Miesenbach, Lower Austria) were investigated petrographically and geochemically. For comparative studies also some samples of basic volcanic rocks were analysed from the neighbouring Upper Permian evaporite formation (Haselgebirge). Most of the volcanic clastics from the Gosau Group correspond with alkalibasalts. Neomorphism of very fine-grained alkali amphiboles in the volcanic ground mass points out that a pressure-dominated metamorphism took place during a subduction event. The very heterogenous trace ele-

*) Adresse der Verfasser: Peter GRUBER, Peterhofgasse 8/7, A-2500 Baden.

Peter FAUPL, Institut für Geologie der Universität Wien, Universitätsstraße 7, A-1010 Wien.

Friedrich KOLLER, Institut für Petrologie der Universität Wien, Dr. K. Lueger-Ring 1, A-1010 Wien.

ment geochemistry of these volcanic clastics is demonstrated in various classification diagrams. Similar compositions are common for continental basalts.

The genesis of this volcanic rocks of the Gosau Group is discussed within an initial passive margin environment or in a back arc basin. During a later stage the volcanic sequence was incorporated in a subduction/accretion complex. Afterwards the rocks were exposed to the surface by an obduction event. A comparison of these volcanic rocks with those of the Permian evaporite formation demonstrates, that both rock series cannot be derived from the same mantle source.

1. Einleitung

Das Auftreten von exotischen Geröllen ist für viele Konglomerate der Gosauablagerungen kennzeichnend. Basische Vulkanitgerölle sind jedoch im Gegensatz zu anderen exotischen Geröllen, wie den weit verbreiteten Quarzporphyren, eher selten anzutreffen. In manchen Vorkommen bilden sie besonders auffällige Bestandteile. In den hier untersuchten Gosauablagerungen des Zuges Puchberg — Miesenbach, westlich der Hohen Wand (Abb. 1), treten diese bis kopfgroßen Gerölle besonders in den Vordergrund. Von hier haben STRASSER (1910) und AMPFERER (1918) neben den weitverbreiteten sauren Vulkaniten und Quarziten ein breites Spektrum verschiedener basischer Gerölle beschrieben. Es handelt sich dabei um verschiedene Basalte, Diabase, Gabbros und Amphibolite. Diese Vorkommen repräsentieren lokale Schüttungen, denn die benachbarten Konglomeratvorkommen der Gosau der Neuen Welt führen nur geringe Mengen solche Gerölle (PLÖCHINGER, 1967). DIETRICH & FRANZ (1976, Tab. 2) haben basische Gerölle neben ultrabasischem Material aus der Gosau von Brandenburg und Kössen beschrieben.

AMPFERER (1918) hat bezüglich der Herkunft der exotischen Gerölle dieses Gebietes die Auffassung vertreten, daß diese von exotischen Blöcken aus der Stirn der hochalpinen Schubmassen, gemeint sind Blöcke aus dem Haselgebirge, herstammten. In früheren Arbeiten (AMPFERER; 1912, AMPFERER & OHNESORGE, 1910) dachte er an Flüsse, die dieses Material aus dem Süden und Norden der Kalkalpen angeliefert hätten. Seit dieser Zeit wurde der Frage der Herkunft dieses exotischen Geröllmaterials immer wieder Aufmerksamkeit gewidmet, kommt ihm doch bei allen paläogeographischen Rekonstruktionen und geodynamischen Überlegungen große Bedeutung zu.

Im Rahmen der Bearbeitung der Exotika der Gosau der nordöstlichen Kalkalpen hat sich ERKAN (1970, 1973) unter anderem auch mit dem Vorkommen von Puchberg — Miesenbach beschäftigt. ERKAN leitete (1973, p. 102) diese Gerölle von einem Liefergebiet südlich der Kalkalpen (Grauwackenzone und Kristallin der Zentralalpen) her, wobei er sich bei der Ermittlung der Paläotransportrichtung auf Trends in der Größenabnahme und Zurundung der basischen Gerölle stützte.

Im Zuge der lithofaziellen Bearbeitung dieses Gosauvorkommens durch GRUBER (1987) wurde auch das Problem der basischen Gerölle wieder aufgegriffen und wurden erste geochemische Daten mitgeteilt. Die vorliegende Studie hat dieses Datenmaterial zum Ausgangspunkt genommen. Insgesamt liegen nun zehn geochemische Analysen von basischen Vulkanitgeröllen aus dem Gosauzug von Puchberg — Miesenbach vor. GRUBER (1987) versuchte auch an Hand von sedimentären Strukturen und Texturen Hinweise auf die Schüttungsrichtung der Konglomerate zu erhalten. Der sedimentäre Charakter dieser Schwemmfächerablagerungen, aber auch die schlechten Aufschlußverhältnisse ermöglichten jedoch keine eindeutige Aussage.

Die von AMPFERER vertretene Vorstellung, daß klastisches Material der Gosaukonglomerate von Vulkaniten des Haselgebirges abstammen könnte, hat SAUER (1980) insofern aufgegriffen, als er versuchte, den Chromspinell-Detritus der Gießhübler Schichten von ultrabasischen Körpern des Haselgebirges herzuleiten. Aufgrund dieser Überlegungen wurden zusätzlich zu den Gosauerrollen noch sechs Proben von basischen Vulkaniten des Haselgebirges aus der unmittelbaren Nachbarschaft in die Untersuchungen mit einbezogen. Zwei dieser Fundstellen aus dem Haselgebirge hat bereits auch KIRCHNER (1980) übersichtsmäßig geochemisch bearbeitet, wobei sie für diese Vulkanite eine Herkunft von Ophiolithserien erwägt.

Mit Hilfe der vorliegenden petrologisch-geochemischen Untersuchung der Vulkanite, sowohl aus der Gosau als auch aus dem Haselgebirge, soll versucht werden, einer Klärung folgender Fragen näherzukommen:

- ★ Sind aufgrund der Haupt- und Spurenelementverteilung Rückschlüsse auf die primär-magmatische Zusammensetzung eventuell verschiedener Vulkanitkomplexe möglich?
- ★ Sind die Daten einem magmatischen Entwicklungsmodell zuordenbar?
- ★ Ist ein geochemischer und genetischer Vergleich der Vulkanite untereinander und auch zwischen den Vorkommen von Gosau und Haselgebirge möglich?
- ★ Läßt sich mit Hilfe der geochemischen Daten das Herkunftsgebiet der Gosauerrolle eingengen?

2. Das Gosauvorkommen

Nach PLÖCHINGER (1964) und den detaillierten Aufnahmen von GRUBER (1987) handelt es sich bei dem Gosauvorkommen um keinen zusammenhängenden Zug, sondern im wesentlichen um fünf getrennte, SW-NE-streichende Vorkommen auf der Westseite der Hohen Wand (Abb. 1). Sie befinden sich im Bereich der österreichischen Karte 75 Puchberg/Schneeberg. Das südlichste Vorkommen ist durch die Lokalität Eichberg, ca. 2 km NE Puchberg gelegen, charakterisiert, dann folgt Lanzing mit dem ehemaligen Kohlenbergbau, Miesenbach, Frohnberg — Steinbauer und Frohnberg — Krottenbach. Die Gosauvorkommen (Abb. 1) sind im Randbereich zwischen Göllerdecke und Mürzalpendecke situiert.

Die Schichtfolge (Abb. 2) beginnt nach GRUBER (1987) mit lokalschuttführenden Basisbreccien, gefolgt von rötlichen Konglomeraten, welche die basischen Vulkanitgerölle führen. ERKAN (1970) bezeichnete es „Eichbergkonglomerat“. Seine größte Mächtigkeit von ca. 120 m wird im Süden, im Bereich des Eichberges erreicht. Die Mächtigkeit nimmt nach Norden, auf einer Erstreckung von etwa 10 km, auf rund 10 m ab. In den beiden nördlichen Vorkommen wird dieses Konglomerat von einer ebenfalls rötlichen Konglomeratfolge überlagert, welche neben dem kalkalpinen Geröllspektrum durch Quarzporphyrgerölle gekennzeichnet ist, jedoch keine basischen Vulkanite führt. Über den Konglomeraten folgt mit lokaler Diskordanz die „Flözführende Serie“, die eine Mächtigkeit bis 120 m erreichen kann. Sie setzt sich aus Actaeonellenkalken, kleinen Körpern von Rudistenkalken, teils konglomeratischen Sandsteinen, Mergeln, limnischen Kalken und Kohleflözen zusammen. Auch in diesem Schichtglied sind, bis auf Aufarbeitungen im unmittelbar Liegenden, keine basischen Vulkanitgerölle vertreten. Die Flözführende Serie wird von Orbitoiden-führenden Sandsteinen des Obercampanns überlagert, welche ihrerseits in die grauen Inoceramenmergel (Maastricht) übergehen.

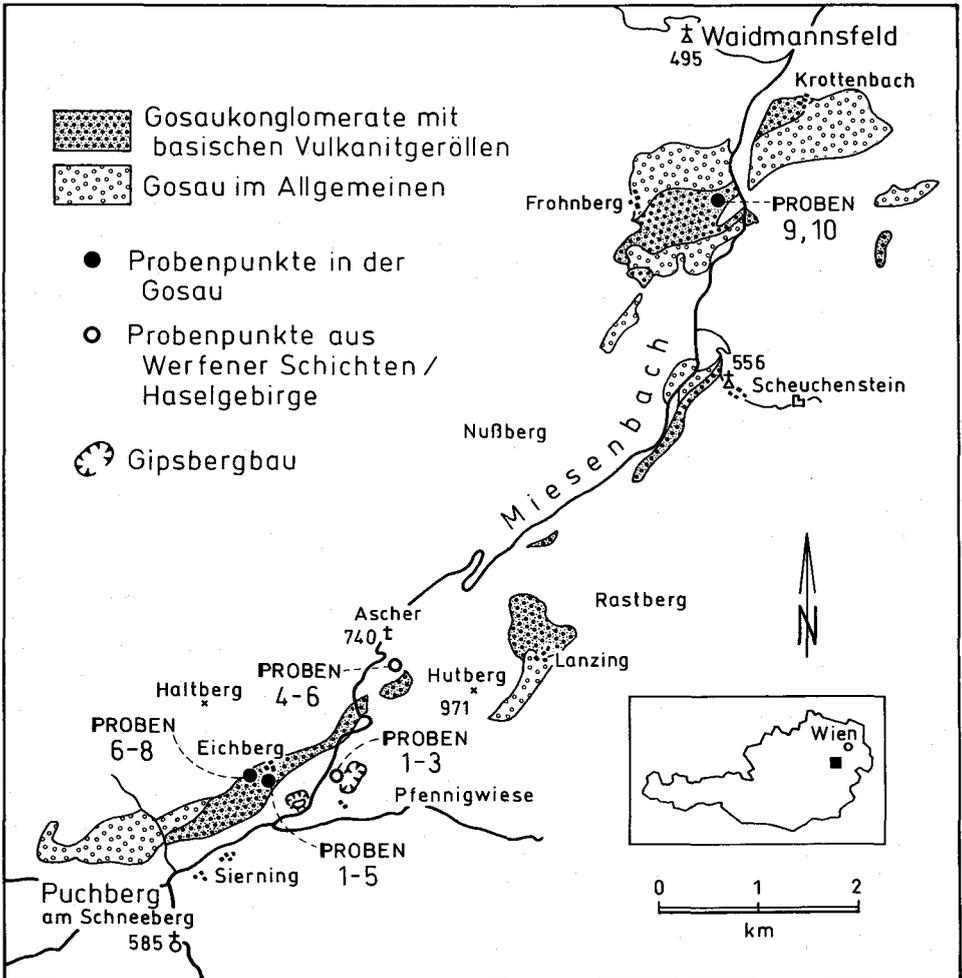


Abb. 1: Geologische Skizze der Probenpunkte der untersuchten Vulkanitproben aus dem Gosau-Konglomerat und dem Haselgebirge. Verbreitung der Gosau nach GRUBER (1987).

Das Eichbergkonglomerat ist wahrscheinlich in das Santon zu stellen. Der Flözführenden Serie kommt überwiegend Untercampan-Alter zu.

Die basischen Gerölle im Eichbergkonglomerat erreichen bis zu 30 cm Durchmesser und sind bis zu 30% am Aufbau des Geröllspektrums beteiligt. Neben kalkalpinen Geröllern kommen auch Metamorphite (Metaquarzite, Quarzphyllite und Phyllite) und Serpentiniterölle vor. In Sandsteinen, die dieses Konglomerat begleiten, erreichen die basischen Fragmente bis zu 40%. Auch sie führen Serpentiniterbruchstücke. Die Schwermineralassoziatiön wird von Granat beherrscht (durchschnittlich 60 Vol.%). Chromspinell ist mit durchschnittlich 12 Vol.% vertreten. Er unterliegt jedoch starken Schwankungen (0-34 Vol.%). Abb. 3 bietet einen Überblick über die durchschnittliche Schwermineralzusammensetzung

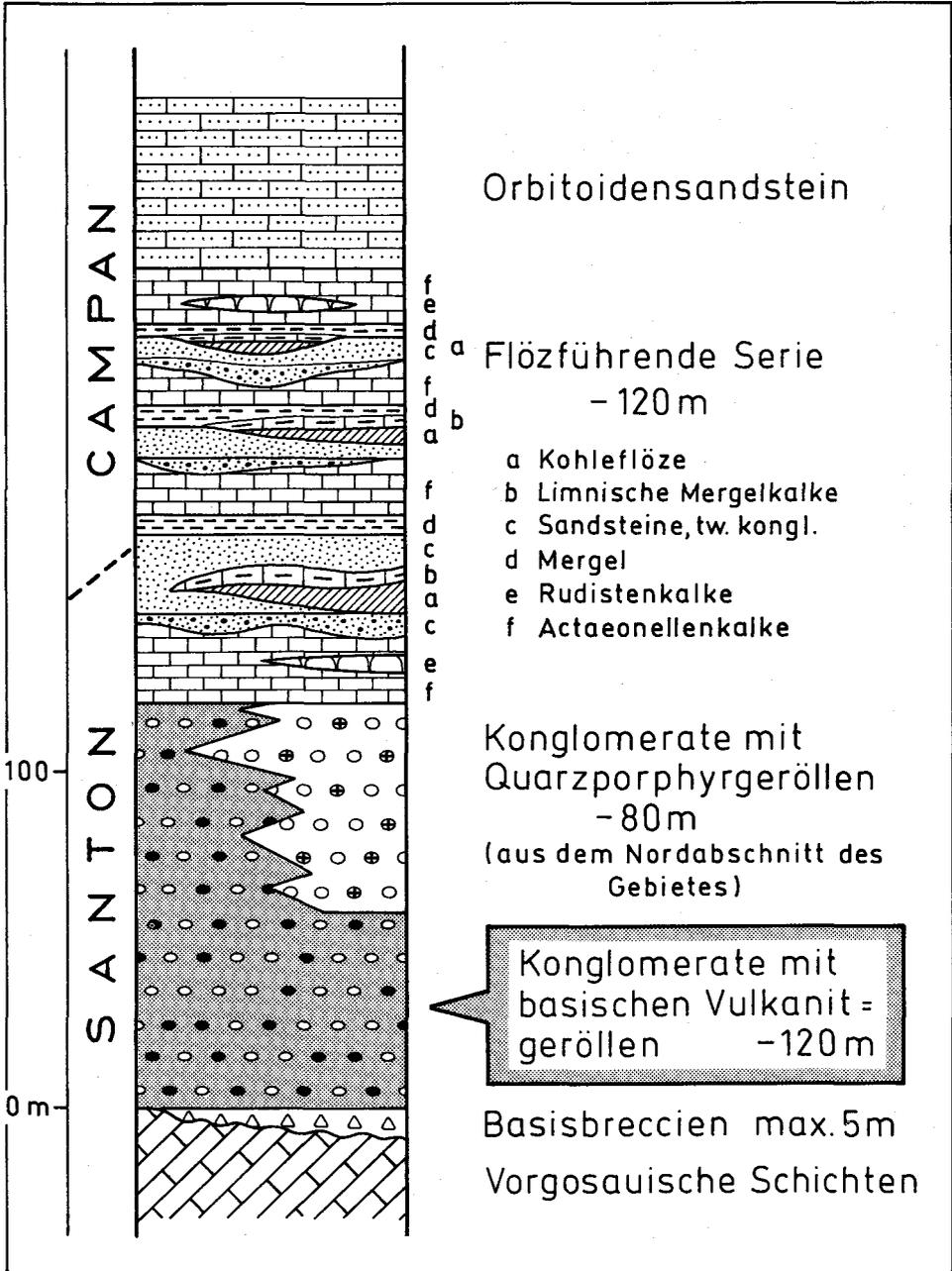


Abb. 2: Schematisches Säulenprofil durch die Gosau von Puchberg — Miesenbach nach GRUBER (1987).

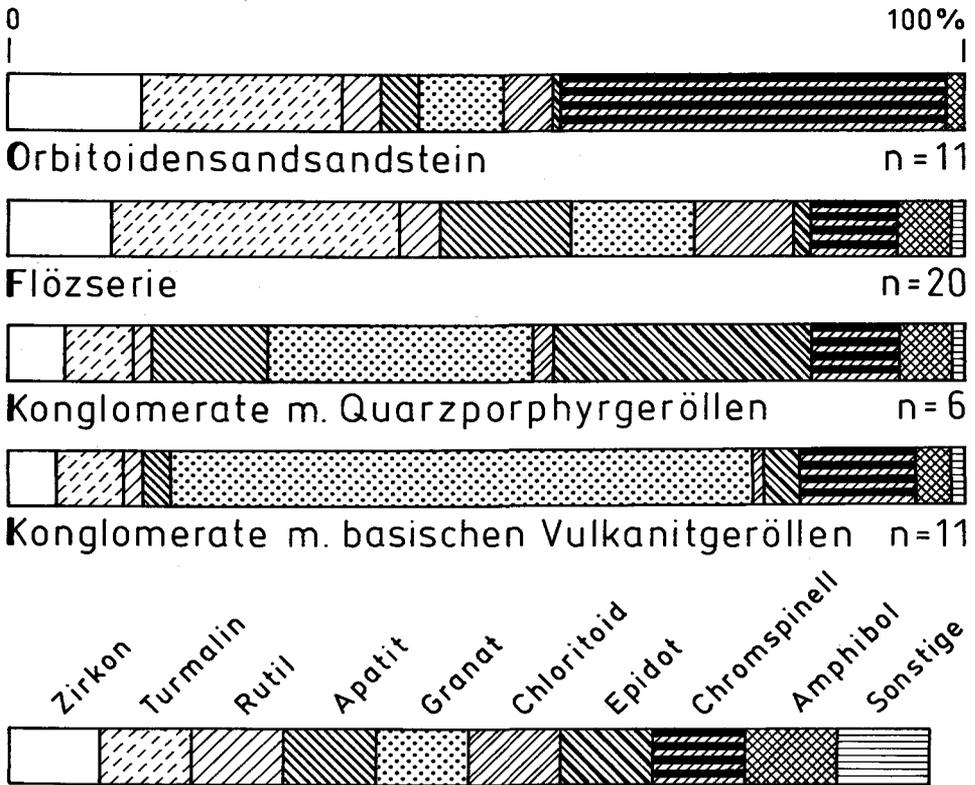


Abb. 3: Durchschnittliche Schwermineralzusammensetzung der Schichtglieder der Gosau von Puchberg – Miesebach.

der Sandsteine dieser Gosauschichtglieder. Es erscheint bemerkenswert, daß die höchsten Chromspinellgehalte (40 Vol. %, 10-68) in den Orbitoiden-führenden Sandsteinen erreicht werden.

Das untersuchte Geröllmaterial der Proben 1-8 (Tab. 1) stammt von der Lokalität Eichberg. Die Proben 1-5 sind dem zirka 20 m langen Aufschluß südlich des Gehöftes Eichberg entnommen. Bei den Proben 6-8 handelt es sich um Lesesteine, die 250 m westlich des Gehöftes gesammelt wurden. Die Proben 9 und 10 stammen aus dem Vorkommen Frohnberg – Steinbauer im Miesebachtal, aus einem etwa 5 m breiten Böschungsaufschluß, 200 m SW Kote 442. In beiden Aufschlüssen handelt es sich um eine zirka 1 m dicke „Debris flow“-Ablagerung mit Gerölldurchmessern bis zu 30 cm und einer Mittel- bis Grobsandmatrix.

3. Die Vulkanitvorkommen aus dem Haselgebirge

Aus dem bekannten Haselgebirgsvorkommen (Oberperm) von Puchberg/Schneeberg hat bereits KIRCHNER (1980, Tab. 1, Analysen 12 u. 16) im Rahmen ihrer Untersuchungen über Vulkanite aus dem Permoskyth der Nördlichen Kalkalpen zwei Vorkommen geochemisch untersucht. Aus dem Randbereich des Gipstagebaues von Pfennigbach wurden nun

3 weitere Proben (Tab. 2, Analysen 1-3) entnommen. Das Haselgebirge dieses Bereiches bildet die Basis der Schneeberg-Decke (vgl. TOLLMAN, 1985, Abb. 117). Nach den Vorstellungen von LEIN (1984) ist jedoch dieses Haselgebirge Teil der Hallstätter Decke.

Das Vulkanitvorkommen, dem die Proben 4-6 (Tab. 2) entnommen wurden, stammen aus einem Haselgebirgsvorkommen beim Ascher (Kt. 740), zirka 4 km NE Puchberg/Schneeberg, und wurde von GRUBER im Zuge seiner Kartierungsarbeiten aufgefunden. Dieses Haselgebirge scheint mit jenem von Pfennigbach in Verbindung zu stehen.

Aus beiden Vorkommen konnte relativ unverwittertes Material gewonnen werden. Neben den basischen Vulkaniten stecken im Haselgebirge und in den Werfener Schichten auch Serpentinikörper. Bekannt sind die Vorkommen von der Pfennigwiese und N Höflein. Vulkanite und Serpentine bilden linsenförmige Einschaltungen. Aus dem Haselgebirge der Gemeriden Nordungarns und der Slowakei sind größere Vorkommen von ultrabasischen und basischen Gesteinen bekannt (vgl. RETI, 1987, Bodva Tal).

4. Untersuchungsmethodik

Bei der Auswahl der Proben wurde versucht, möglichst homogenes Gesteinsmaterial zu verwenden, daneben aber auch die Variationsbreite der unterschiedlichen Gesteinstypen zu berücksichtigen. Bei den Geröllen wurde vor dem Mahlen die Verwitterungskruste entfernt. Die mineralogische Zusammensetzung wurde mikroskopisch und an Hand von röntgenographischen Übersichtsaufnahmen ermittelt. Die geochemische Bearbeitung wurde an Lithiumboratschmelzpillen und Preßpillen mittels Röntgenfluoreszenzanalyse durchgeführt. Der CO₂-Gehalt wurde volumetrisch bestimmt. Zur näheren Bestimmung einzelner Mineralphasen wurden zusätzlich auch qualitative Mikrosondenanalysen durchgeführt.

5. Gesteinsbeschreibung und Mineralbestand

5.1. Vulkanitproben aus den Gosauvorkommen

Bei den untersuchten Vulkaniten handelt es sich überwiegend um stark korrodierte Basalte, seltener mögliche andesitische Varietäten (z. B. Probe 2, Tab. 1) deren primäre chemische Zusammensetzung durch Spilitisierung verändert wurde. Sie sind entweder relativ homogen und feinkörnig mit richtungsloser Anordnung der Gemengteile (Proben 1, 4, 5, 8; Tab. 1) oder Plagioklas-phyrisch (Proben 2, 3, 6, 7, 9; Tab. 1) ausgebildet. Eine der untersuchten Proben (Probe 10, Tab. 1) ist Plagioklas-phyrisch mit einer umgewandelten, ehemals glasigen Grundmasse mit Fluidalstruktur und Lösungsschlieren. Die Texturen in den homogenen aber auch porphyrischen Gesteinen ist überwiegend ophitisch bis subophitisch, teilweise auch intersertal. Heute gefüllte Entgasungshohlräume sind in einigen Proben gehäuft zu beobachten. Die Färbung der Gesteine ist meist dunkelgrün bis schwarzbraun, daneben findet man auch durch Hämatitneubildung rötlich gefärbte Varietäten.

Der Mineralbestand setzt sich im wesentlichen aus schlecht erhaltenen Klinopyroxen, Formrelikten nach Plagioklas (heute Albit) und Olivin, sowie aus Chlorit, Kalzit, Quarz und Ilmenit (Leukoxen) zusammen. In ehemaligen Entgasungshohlräumen ist heute relativ häufig Zeolith, Chlorit und Kalzit, seltener Epidot/Klinozoisit zu beobachten. Als Akzesorien enthalten die Vulkanite selten Titanaugiteinschlüsse sowie Alkali amphibole in einem feinverteilten, unregelmäßigen Muster als Hinweis auf eine metamorphe Überprägung (Probe 8, Tab. 1).

Tab. 1: Haupt- und Spurenelementanalysen von Vulkanitgeröllen aus den Gosaukonglomeraten bei Eichberg (NE Puchbach/ Schneeberg) und aus dem Miesenbachtal, Probenlokalität siehe Abb. 1.

Name	EB-16/1	EB-16/4	EB-16/5	EB-16/8	LA/DB	EB-355/11	EB-355/4	EB-355/9	BB-16	EB-4/4
Probennr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Vorkommen	Eichberg	Eichberg	Eichberg	Eichberg	Eichberg	Eichberg	Eichberg	Eichberg	Miesenb.	Miesenb.
Textur	feink.	Plag.-p.	Plag.-p.	feink.	feink.	Plag.-p.	Plag.-p.	feink.	Plag.-p.	Plag.-p.
SiO ₂	48,09	53,45	40,56	41,54	37,84	40,36	45,39	49,34	48,28	45,40
TiO ₂	2,38	2,97	1,58	1,18	1,74	1,79	2,05	2,81	1,84	2,95
Al ₂ O ₃	15,10	14,41	13,73	15,60	12,67	12,84	17,28	12,90	13,01	14,28
Fe ₂ O ₃	11,49	12,74	9,31	6,47	8,25	9,85	9,37	11,36	16,17	18,53
MnO	0,09	0,25	0,12	0,13	0,29	0,11	0,14	0,18	0,07	0,06
MgO	0,86	4,06	2,49	5,61	2,73	1,53	4,04	2,61	3,00	1,26
CaO	8,04	3,10	14,34	13,08	16,30	15,76	8,46	9,04	6,51	5,43
Na ₂ O	6,73	4,64	4,15	3,64	4,48	5,36	4,84	4,31	3,75	2,65
K ₂ O	0,37	0,30	0,65	0,31	0,36	0,19	0,82	0,42	1,75	4,05
P ₂ O ₅	0,62	0,80	0,39	0,16	0,61	0,69	0,63	0,73	0,44	0,99
H ₂ O	0,94	2,35	4,09	5,22	1,64	9,98	4,29	4,76	3,11	1,19
CO ₂	4,62	0,87	7,54	6,47	12,10	1,26	2,23	2,49	2,61	3,22
Summe	99,33	99,94	98,95	99,41	99,01	99,72	99,54	100,95	100,54	100,01
Nb	38	12	18	0	37	68	41	24	10	12
Zr	198	385	138	90	151	245	184	379	181	361
Y	37	89	17	14	33	45	36	87	56	107
Sr	422	49	408	233	150	476	485	109	109	57
Rb	15	18	2	0	20	24	23	30	66	135
Ga	9	30			11				18	27
Zn	57	317	103	100	193	106	181	179	123	180
Cu	21	9	2	35	27	31	22	7	15	10
Ni	106	61	267	532	139	169	344	73	248	106
Co			40	65		29	43	11		
Cr	62	0	159	284	110	57	98	0	135	0
V	250	293	163	151	173	189	230	328	273	347
Sc			25	27		29	23	35		
S			67	18		0	36	0		
Ba	158	72	196	97	105	194	331	216	146	191

Klinopyroxen: Die primäre Klinopyroxengeneration tritt selten in angedeuteter idiomorpher Form als Einschluß in großen Plagioklaseinsprenglingen auf; dies deutet auf eine, vor der Plagioklaskristallisation erfolgte Ausscheidung hin. Die jüngere Generation bildet zusammen mit Plagioklasen ophitische bis subophitische Texturen. Vielfach ist die direkte Ausscheidung aus der primären Schmelze durch Verzahnungen und Übergänge in rekrystal-

lisierte Matrix zu beobachten. Die Klinopyroxene sind überwiegend durch Chloritisierung verändert.

Plagioklas: Der Plagioklas tritt in zwei Generationen auf. Die ältere Generation bildet bis zu 5 mm große Formrelikte. Zumeist sind sie polysynthetisch nach dem Albitgesetz, seltener einfach oder komplex verzwilligt. Ebenfalls eher selten sind zonierte Kristalle mit Klinopyroxeneinschlüssen oder -säumen zu finden; auch hier ist die Klinopyroxenphase durch Chloritisierung verändert. Der überwiegende Teil weist heute albitische Zusammensetzung auf. Die Anorthitkomponente ist zumeist in Karbonat umgewandelt, das in den Einsprenglingen fein verteilt zu finden ist.

Die zweite Generation bildet zusammen mit dem Klinopyroxen die Grundmasse. Soweit noch mikroskopisch erkennbar und noch nicht umkristallisiert, bilden die richtungslos angeordneten Feldspäte ein feinverfilztes Gefüge mit ophitischer bis subophitischer Textur. Die tafeligen Kristalle sind kaum verzwilligt. Die Mikrosondenanalysen belegen, daß es sich zum Großteil um Albite, gebildet durch wahrscheinlich postmagmatische Umwandlung, handelt.

Eine Sondervarietät von Feldspäten sind jene Typen, die in umgewandelter glasiger Grundmasse mit Fluidalstruktur schwimmen. Sie sind stark angelöst und weisen Lösungsschlieren auf. Bedingt durch die intensive Neubildung von Serizit und Kalzit in diesen Feldspäten sind keine Rückschlüsse auf deren primäre Zusammensetzung möglich.

Olivin: Neben Klinopyroxen sind in Proben der Gosaugerölle Formrelikte nach Olivin enthalten. Sie bilden immer idiomorphe Einsprenglinge von wechselnder Größe (bis 3 mm) und sind stark korrodiert. Die Kristalle sind üblicherweise durch mittel-bis grobkörnigen Kalzit und Chlorit gefüllt, gegen die Grundmasse ist meist ein dicker Kelyphitsaum mit einer opaken Fe-Phase ausgebildet. Wo dies nicht der Fall ist (Probe 4), können Serpentinpseudomorphosen den primären Olivin verdrängen. Der Olivinanteil in den untersuchten Proben ist niedrig, der höchste beobachtete Gehalt an Olivin liegt bei 5 % des Modalbestandes.

Ehemalige Matrix: Gläser sind nicht primär erhalten geblieben. Soweit erkennbar sind Chlorit oder opake Phasen wesentliche Bestandteile einer eventuell primär vorhanden gewesen glasigen Grundmasse. In der Probe mit Fluidalstruktur sind keine fraktionierten Mineralphasen in der Grundmasse neben den idiomorphen bis hypidiomorphen Feldspatleisten zu finden. In hypokristallin bis porphyrischen Gesteinen wechselt der Anteil an „Glas“ stark; Verzahnungen mit neugebildetem Plagioklas und Klinopyroxen sind häufig zu beobachten.

Chlorit: Chlorit tritt einerseits als Umwandlungsprodukt der Klinopyroxene, andererseits sehr häufig und besser beobachtbar in der Grundmasse und in den Entgasungshohlräumen auf. In den Blasenfüllungen bildet Chlorit entweder randliche Säume oder feingarbige Aggregate.

Karbonat: Kalzit ist in allen Proben sehr häufig und in großer Variationsbreite zu finden. Zumeist ist er als Neubildung an der Korrosion der Einsprenglinge und der Grundmasse beteiligt. Daneben tritt er in Form von mikritischen bis sparitischen Kristallisaten in ehemaligen Entgasungshohlräumen auf. Kalzit bildet hier entweder gerade oder undulös auslöschende Blockzemente oder radialfaserige Zemente mit Fe-Reaktionssäumen. Nach den röntgenographischen Untersuchungen kann auch noch Dolomit auftreten.

Quarz: Primärer Quarz ist in keiner Probe enthalten. Er ist überwiegend Bestandteil von Blasenfüllungen in Form von Chalcedon oder als randlicher Reaktionssaum, seltener

Tab. 2: Haupt- und Spurenelementanalysen von Vulkaniteinschlüssen aus dem Haselgebirge bei Pfennigbach und Ascher, Probenlokalität siehe Abb. 1.

Name	PB/+ /1	PB/+ /2	PB/+ /3	PB/+ /4	PB/+ /5	PB/+ /6
Probennr.	1	2	3	4	5	6
Vorkommen	Pfennigbach	Pfennigbach	Pfennigbach	Ascher	Ascher	Ascher
Textur	feinkörnig	Plag.-phyr.	feinkörnig	feinkörnig	Px-phyr.	feinkörnig
SiO ₂	45,46	52,28	51,00	48,56	46,74	45,35
TiO ₂	1,25	1,24	1,40	1,57	1,11	1,29
Al ₂ O ₃	14,31	15,24	14,46	14,48	13,79	15,28
Fe ₂ O ₃	10,81	10,51	10,15	12,52	15,21	12,59
MnO	0,14	0,15	0,28	0,38	0,35	0,13
MgO	7,47	7,56	5,96	7,90	7,73	7,55
CaO	7,09	3,23	5,15	5,14	4,83	5,15
Na ₂ O	3,32	3,50	6,23	4,50	2,29	3,59
K ₂ O	0,01	0,20	0,03	0,10	0,00	0,01
P ₂ O ₅	0,10	0,12	0,14	0,17	0,12	0,12
H ₂ O	4,53	4,38	4,26	4,74	5,49	5,89
CO ₂	5,35	1,99	1,10	0,00	3,20	3,23
Summe	99,84	100,40	100,16	100,06	100,86	100,18
Nb	3	4	6	6	2	1
Zr	45	58	65	80	43	41
Y	22	36	34	44	31	25
Sr	85	374	77	133	61	92
Rb	7	10	7	9	8	7
Ga	15	12	16	18	13	16
Zn	184	146	175	197	122	101
Cu	98	39	15	50	139	66
Ni	86	82	65	75	83	90
Cr	301	354	343	236	414	310
V	231	207	247	254	211	234
Ba	53	273	42	54	52	58

als Kluffüllung beobachtbar. Er weist immer xenomorphe Ausbildung auf und erreicht im Modalbestand einen Anteil von bis zu 10 Vol. %.

Zeolithe: Zeolithe sind ein wesentlicher Bestandteil sekundärer Mineralphasen in den Klüften und Entgasungshohlräumen aller untersuchten Proben. Ausgehend von diesen

Klüften sind relativ häufig Faser- und Blätterzeolithe an der Umwandlung der Grundmasse beteiligt. In Blasenfüllungen treten sie zumeist in Form von Würfelzeolithen (möglicherweise Phillipsit) auf und sind vermutlich auf postmagmatische Neubildung in den Hohlräumen zurückzuführen.

Epidot/Klinozoisit: Epidot und idiomorphe, leistenförmige Klinozoisite sind manchmal als leicht divergentstrahlige Aggregate in Blasen Hohlräumen der Vulkanite der Gosau gerölle zu finden. Granularer Epidot bildet teilweise randliche Säume in den Hohlräumen. Stellenweise ist in Proben aus der Gosau eine Verdrängung der Zeolithe durch Epidot/Klinozoisit zu beobachten. Auch diese Mineralbildungen werden auf postmagmatische Reaktionen zurückgeführt.

Alkalamphibol: Ein Mineral der Alkalamphibolgruppe tritt ausschließlich in den Gosauproben auf und bildet im gesamten Gestein winzige Kriställchen in einem feinverteilten, unregelmäßigen Muster.

Akzessorien: Als opake Mineralphase ist Ilmenit in Form von dünnen Leisten oder als Leukoxen im Dünnschliff anzutreffen. In der feinkristallinen Grundmasse sind stellenweise kleine Titanaugiteinschlüsse vorhanden. Lokal kann neugebildeter Hämatit größere Bedeutung erlangen, er ist für die gelegentliche Rotfärbung der Gesteine verantwortlich.

5.2. Vulkanitproben aus dem Haselgebirge

Generell sind alle untersuchten Vulkanitproben aus dem Haselgebirge bezüglich ihrer ophitischen bis subophitischen Textur und, soweit noch ableitbar, auch hinsichtlich ihres Mineralbestandes sehr einheitlich. Die wesentlichen Unterschiede liegen vor allem in der Korngröße der einzelnen Gesteine, die von sehr feinkörnig bis mittelkörnig schwanken kann. Obwohl fast alle Proben stark umgewandelt sind, ist generell die Neubildung von Chlorit, Albit und Karbonat zu beobachten. Es kann festgehalten werden, daß alle untersuchten Proben primär Plagioklas-phyrische Vulkanite waren. Als magmatische Mineralphasen konnten eindeutig nur Klinopyroxen, Plagioklas, Titanomagnetit und Ilmenit festgestellt werden.

Pyroxen: Nur in einzelnen Proben noch eindeutig erkennbar, liegen der Zusammensetzung nach Augite vor. In grobkörnigen Gesteinstypen kann eine Umwandlung zu grüner Hornblende erfolgen, dies wird als spät- bis postmagmatische Bildung angesehen. Häufiger ist eine Umwandlung zu Chlorit zu beobachten.

Plagioklas: In allen Dünnschliffen kann man ein sperriges Gefüge der ehemaligen Plagioklasformrelikte erkennen, die häufig gefüllt und heute durch Albit ersetzt sind. Ihre Korngröße variiert zwischen 0,5-5 mm.

Titanomagnetit und Ilmenit: Weitverbreitet sind im Dünnschliff die typischen Schnittformen von Magnetit und Ilmenit zu beobachten; eine Umwandlung in Titanit kann oft festgestellt werden.

Chlorit: Diese häufige Neubildung tritt zusammen mit Kalzit, Albit und Quarz auf und verdrängt die dunklen Gemengteile. Er findet sich auch in Kluffüllungen.

Karbonat: Nach den röntgenographischen Untersuchungen ist vorwiegend nur Kalzit zu beobachten, gelegentlich kann Dolomit auftreten.

Akzessorien und Nebengemengteile: Neben Titanit ist auch neugebildeter Quarz in vielen Proben bevorzugt in Mobilisationsbereichen zu beobachten.

Zusammenfassend kann man festhalten, daß die untersuchten Vulkanitproben aus dem Haselgebirge große Ähnlichkeit mit spilitisierten basischen Vulkaniten aufweisen. Nach dem Mineralbestand kann man auf Plagioklas-phyrische Tholeiite schließen.

5.3. Vergleich der beiden Probengruppen

Bei der petrographischen Untersuchung der beiden gegenüberzustellenden Vulkanitvorkommen aus den Gosauvorkommen und dem Haselgebirge lassen sich bezüglich Texturen und Mineralzusammensetzung deutliche Unterschiede erkennen. Grundsätzlich fällt auf, daß die Vulkanite aus dem Haselgebirge sehr homogen mit einer ophitischen bis subophitischen Textur ausgebildet sind. Nur selten sind stark korrodierte Klinopyroxeneinsprenglinge zu beobachten. Hinweise auf eine primäre glasige Matrix fehlen hier völlig, auch Entgasungshohlräume sind sehr selten. Im Gegensatz zu den Proben aus den Gosaukonglomeraten fehlt im Mineralbestand der Haselgebirgsproben generell Olivin und sekundär gebildeter Epidot/Klinozoisit oder Alkali amphibol.

6. Ergebnisse der geochemischen Untersuchung

6.1. Vulkanitproben aus den Gosauvorkommen

Im Diagramm SiO_2 vs. $(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$ (Abb. 4) nach COX et al. (1979) ist eine große Variation der Zusammensetzung für alle untersuchten Proben (Tab. 1) von basischen bis zu andesitischen Chemismen zu erkennen, die jedoch teilweise auf eine postmagmatische Alteration der untersuchten Gesteine zurückzuführen ist. Bei Verwendung weniger mobiler Elemente (Abb. 5), zum Beispiel im Diagramm Nb/Y vs. Zr/TiO_2 nach WINCHESTER & FLOYD (1977), fallen die meisten Proben von der Lokalität Eichberg ins Feld der Alkalibasalte, zwei Proben sowie die beiden Proben von Miesenbach in den Bereich von Andesiten. Dies entspricht jedoch nur zum Teil den Ergebnissen der CIPW-Normverrechnung, da fast alle Proben einen normativen Mineralbestand aufweisen, der Basalten entspricht, und häufig untersättigt sind. Da die meisten Proben viel Karbonat, zum Teil als Hohlraumfüllung, und andere Neubildungen führen, wird einer Klassifikation mittels weitgehend immobilere Spurenelemente nach WINCHESTER & FLOYD (1977) der Vorzug gegeben. Daraus kann man ableiten, daß von den 10 Vulkanitgeröllen 6 eine alkalibasaltische Zusammensetzung aufweisen, während 4 in das Feld der Andesite fallen (Abb. 5).

Neben einer Klassifikation der Vulkanite ist aber auch ihre Zuordnung zu einem geotektonischen Environment für eine weitere Interpretation und vor allem auch für paläogeographische Fragestellungen von großem Interesse. Nach MULLEN (1983) entsprechen sowohl die Proben vom Eichberg als auch von Miesenbach rezenten Alkalibasalten ozeanischer Inseln (Abb. 6). Im klassischen Dreieck $\text{Ti}/100 - \text{Zr} - \text{Y}^*3$ (Abb. 7) nach PEARCE & CANN (1973) ist keine einheitliche Zuordnung möglich, so fallen die Proben vom Eichberg teilweise in das Feld von „within plate“-Basalten und andererseits auch in das von Kalkalkalibasalten. Die Proben von Miesenbach hingegen liegen zwischen den Feldern B und C und entsprechen damit entweder Kalkalkalibasalten oder MOR-Basalten.

Im Dreieck $\text{Zr}/4 - \text{Nb}^*2 - \text{Y}$ (Abb. 8) nach MESCHÉDE (1986) fallen die Proben von Miesenbach in jenes Feld, das N-Typ MORB und Inselbogenbasalte beinhaltet. Die Proben von Eichberg sind in diesem Diskriminierungsdiagramm entweder Intraplattentholeiite oder -alkalibasalte. Die Basaltgerölle vom Eichberg und von Miesenbach weisen durch-

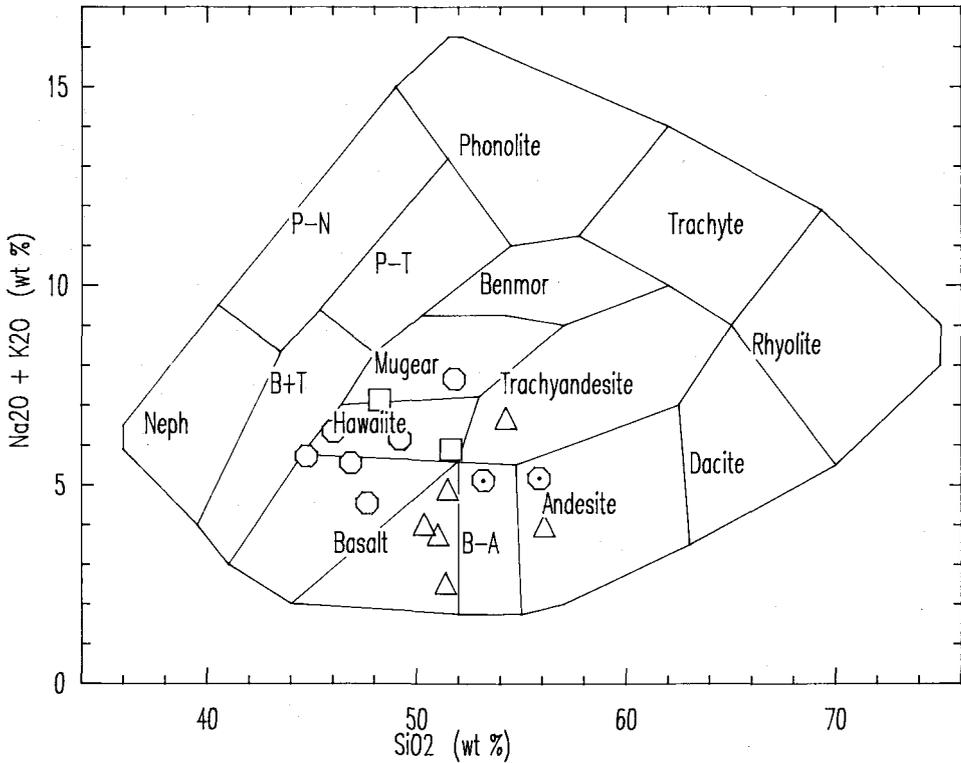


Abb. 4: Diagramm SiO₂ vs. (Na₂O+K₂O) nach COX et al. (1979, fig. 2.2) für die untersuchten Vulkanitproben berechnet auf H₂O-freier Basis (LE MAITRE, 1989) und auf ein theoretische Fe³⁺ von 20% (MIDDLEMOST, 1989). Vulkanite aus der Gosau: ○ Eichberg (basaltische Zusammensetzungen), ⊙ Eichberg (andesitische Zusammensetzung), □ Miesenbach; Vulkanite aus dem Haselgebirge: △. In der Abbildung verwendete Bezeichnungen: P-N für phonolitischer Nephelinit, Benmor für Benmoreit, Mugear für Mugearit, B+T für Basanit und Tephrit, P-T für phonolitischer Tephrit und B-A für basaltischer Andesit.

schnittliche Ti-V-Verhältnisse > 50 auf. Dies würde nach SHERVAIS (1982) auf einen Intraplattenchemismus hinweisen (Abb. 9).

6.2. Vulkanitproben aus dem Haselgebirge

Nach der Klassifikation von COX et al. (1977) und WINCHESTER & FLOYD (1977) sind die untersuchten Proben aus dem Haselgebirge entweder als Basalte oder Andesite einzustufen (Abb. 5). Alle Projektionspunkte fallen in einen engen Bereich (Abb. 4, 5). Dies läßt den Schluß zu, daß die Proben beider Vorkommen, Pfennigbach und Ascher, analoge Entstehungsbedingungen repräsentieren. Im Dreieck MnO*10 – TiO₂ – P₂O₅*10 nach MULLEN (1978) variieren die Vulkanite aus dem Haselgebirge von Inselbogentholeiiten bis zu MOR-Basalten (Abb. 6). Im klassischen Dreieck Ti/100 – Zr – Y*3 (Abb. 7) nach PEARCE & CANN (1973) ist eine einheitliche Zuordnung möglich, so fallen die Proben in

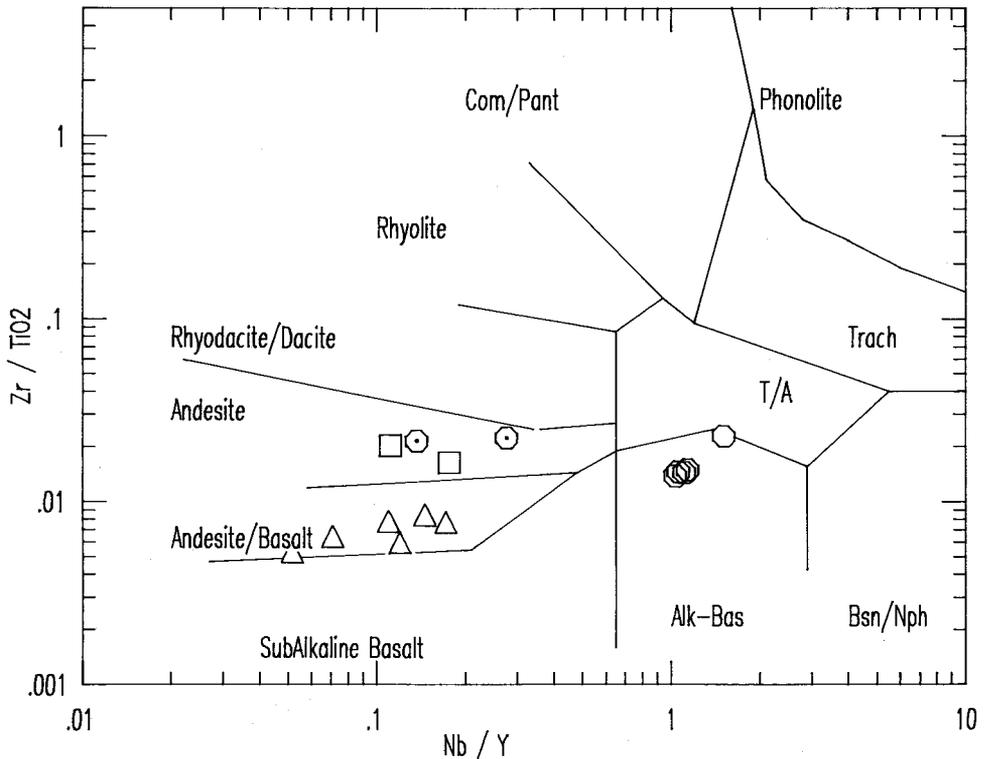


Abb. 5: Diagramm Nb/Y vs. Zr/TiO₂ nach WINCHESTER & FLOYD (1977, fig. 6) für die untersuchten Vulkanitproben. Vulkanite aus der Gosau: ○ Eichberg (basaltische Zusammensetzungen), ⊙ Eichberg (andesitische Zusammensetzung), □ Miesenbach; Vulkanite aus dem Haselgebirge: △. In der Abbildung verwendete Bezeichnungen: Alk-Bas für Alkalibasalt, T/A für Trachyandesit, Bsn/Nph für Basanit und Nephelinit, Com/Pant für Comendit und Pantellerit.

jenen Bereich, der für „low K“-Tholeiite“ typisch ist. Im Diagramm $Nb^2 - Zr/4 - Y$ (Abb. 8) belegen sie das Feld der N-typ MOR-Basalte und „volcanic arc“-Basalte. Weiters weisen die Basalte von Pfennigbach und von Ascher einen Ti-V-Quotienten um 40 auf, welche für normalen MORB (SHERVAIS, 1982) typisch sind. Ganz analoge Ti/V-Verhältnisse weisen zum Beispiel alle Metabasalte der penninischen Ophiolite auf (KOLLER & HÖCK, 1990), während jedoch andererseits diese im Dreieck $Ti/100 - Zr - Y^3$ nach PEARCE & CANN (1973) quantitativ in das Feld der MORB-Gesteine plotten (HÖCK & KOLLER, 1987, 1989).

7. Diskussion und Schlussfolgerungen

Für die Lösung des Herkunftsproblems der basischen Vulkanitgerölle der Gosau von Puchberg – Miesenbach hat die Frage, ob diese Gerölle von Vulkanitkörpern des regional benachbarten Haselgebirges abgeleitet werden können (vgl. hierzu AMPFERER, 1918), eine vorrangige Stellung. Petrographie und Geochemie erlauben hierzu Aussagen (Abb. 10 und 11a-d).

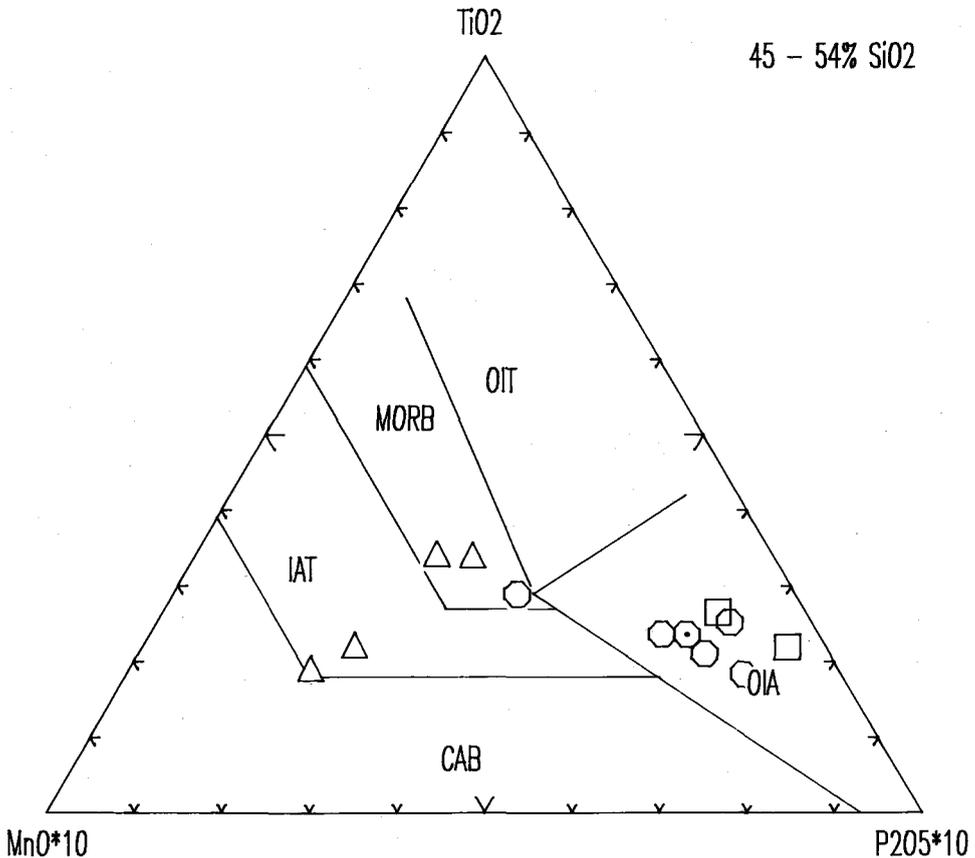


Abb. 6: Dreieck $\text{TiO}_2 - \text{MnO}^*10 - \text{P}_2\text{O}_5^*10$ nach MULLEN (1973) für die untersuchten Vulkanitproben mit einem SiO_2 -Gehalt im Bereich 45-54 Gew.%, berechnet auf H_2O -freier Basis (LE MAITRE, 1989) und auf ein theoretische Fe^{3+} von 20% (MIDDLEMOST, 1989). Vulkanite aus der Gosau: ○ Eichberg (basaltische Zusammensetzungen), ⊙ Eichberg (andesitische Zusammensetzung), □ Miesenbach; Vulkanite aus dem Haselgebirge: △. In der Abbildung verwendete Bezeichnungen: OIT für Ozeaninseltholeiit, MORB für „middle ocean ridge“-Basalt, IAT für Inselbogentholeiit, CAB für Kalkalkalibasalt, OIA für Ozeaninselalkalibasalt.

Die Vulkanite aus dem Haselgebirge sind gegenüber den Vulkaniten aus der Gosau wesentlich einheitlicher in ihrer chemischen Zusammensetzung und lassen sich in den einzelnen Diagrammen deutlich gegen die Gosaugerölle abgrenzen. Besonders in Abb. 10 unterscheiden sie sich durch ihr Zr/Y -Verhältnis < 2 deutlich von den Gosaugeröllen mit einem Zr/Y -Quotienten um 3 für die Proben aus Miesenbach und $\text{Zr}/\text{Y} > 4$ für jene vom Eichberg. Seit PEARCE & NORRY (1979) wird das Zr vs. Zr/Y -Diagramm (Abb. 10) nicht nur zur geotektonischen Klassifikation verwendet, sondern auch zur Charakterisierung von Magmenentwicklungen herangezogen, da bei einer fraktionierten Kristallisation von Basalten das Zr/Y -Verhältnis relativ konstant bleibt. Die zwei Vulkanitgruppen, jene aus dem Haselgebirge und jene der Gosaugerölle, liegen jeweils auf eigenen Fraktionierungs-

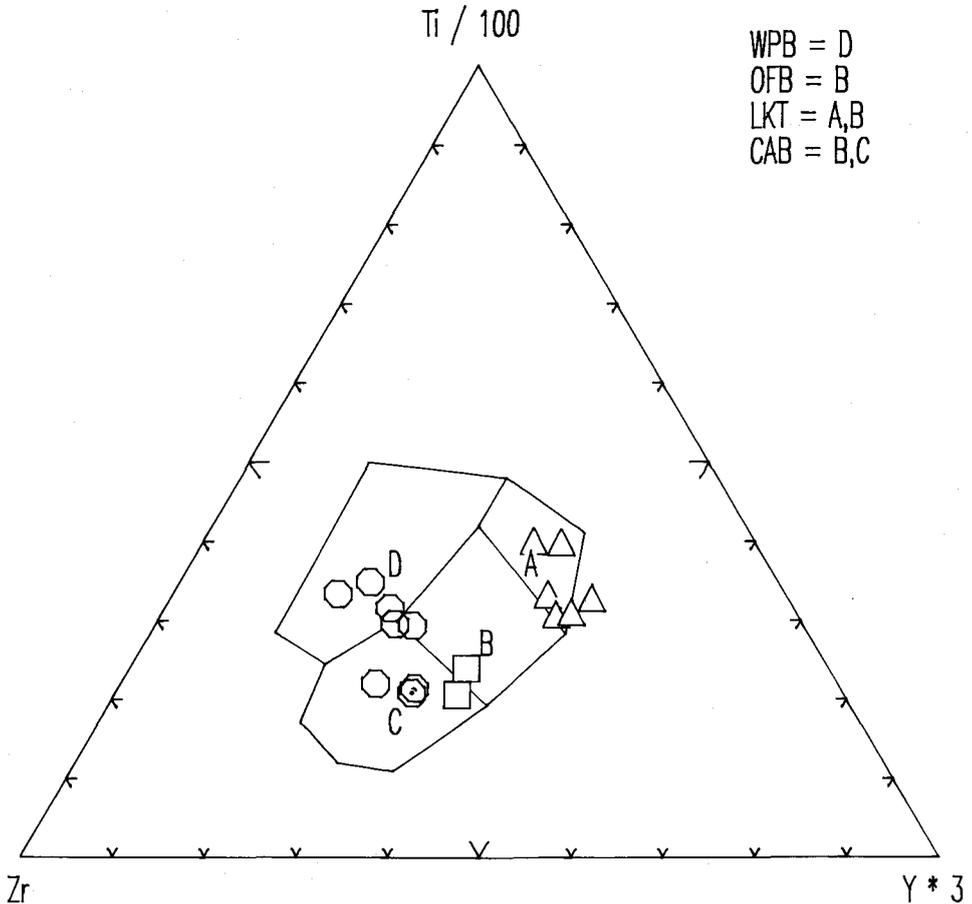


Abb. 7: Dreieck Ti/100 — Zr — Y*3 nach PEARCE & CANN (1973). Für Vulkanite aus der Gosau: ○ Eichberg (basaltische Zusammensetzungen), ⊙ Eichberg (andesitische Zusammensetzung), □ Miesenbach; Vulkanite aus dem Haselgebirge: △. In der Abbildung verwendete Bezeichnungen: WPB für „within plate“-Basalt, OFB für Ozeanbodenbasalt, LKT für „low K“-Tholeiit und CAB für Kalkalkalibasalt.

trends. Bei einer Abstammung von einer ähnlichen Mantelquelle sowie einer vergleichbaren partiellen Aufschmelzungsrate könnten nur stark unterschiedliche Schmelzraten die beobachtbaren Unterschiede verursachen. Es ist daher eher unwahrscheinlich, daß die untersuchten Vulkanitproben aus der Gosau sowie aus dem Haselgebirge von derselben Mantelquelle oder von ein und demselben Vulkankomplex ableitbar sind.

Die geochemische Charakteristik der Haselgebirgsvulkanite variiert von Inselbogentholeiiten bis zu MORB (Abb. 6, 7, 8, 9 und 10). Dennoch sollten gegenüber den Vorstellungen von KIRCHNER (1980) keine Beziehungen mit einer N-Typ MORB-Ophiolithsequenz, die typisch für einen gut entwickelten mittelozeanischen Rücken ist, ableitbar sein. Im Multi-elementplot (Abb. 11 c) ist eine deutliche Anreicherung von Rb, Ba sowie teilweise von K und Sr zu beobachten, während alle weniger mobilen Elemente nur geringe Abweichungen

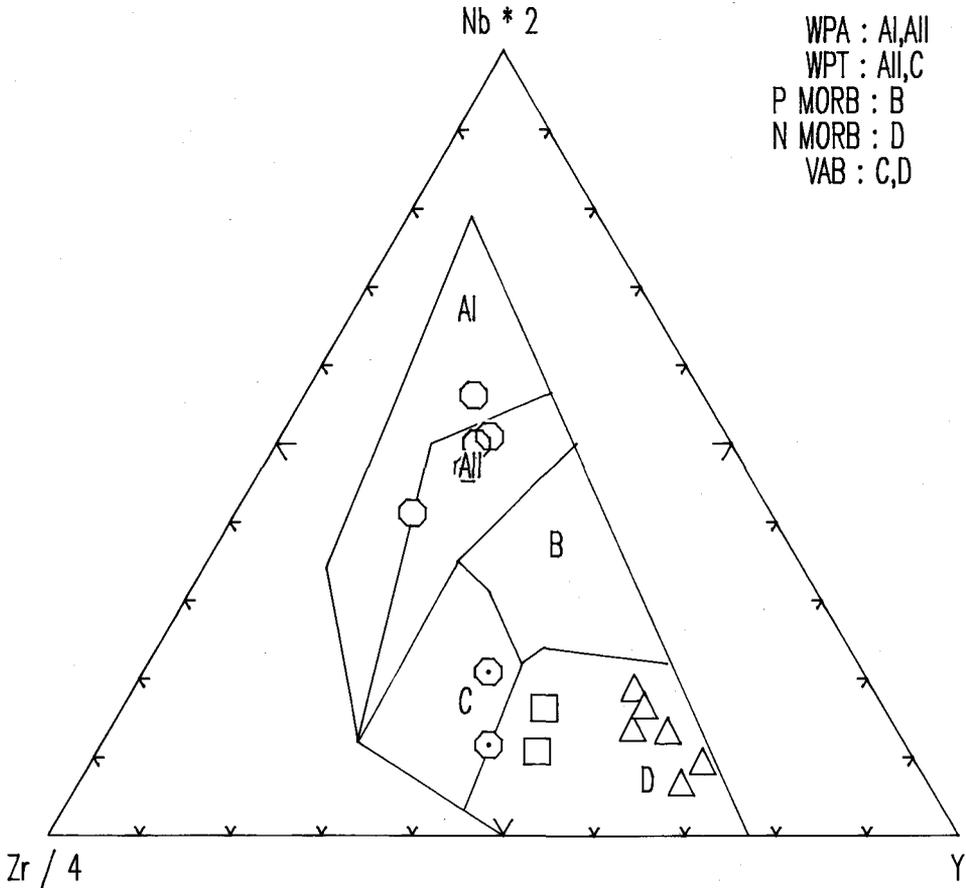


Abb. 8: Dreieck Nb*2 — Zr/4 — Y nach MESCHÉDE (1986, fig. 1). Für Vulkanite aus der Gosau: ○ Eichberg (basaltische Zusammensetzungen), ⊙ Eichberg (andesitische Zusammensetzung), □ Miesenbach; Vulkanite aus dem Haselgebirge: △. In der Abbildung verwendete Bezeichnungen: WPA für „within plate“-Alkalibasalt, WPT für „within plate“-Tholeiit, P-MORB und N-MORB für P-typ und N-typ Mittelzoanrückenbasalt, VAB für „volcanic arc“-Basalt.

von MORB-Chemismen (Abb. 11 d) aufweisen. Grundsätzlich könnte diese Anreicherung an Rb, Ba, K und Sr auf eine Mobilisation aus dem umgebenden Salinar zurückgeführt werden, dies würde aber gleichzeitig nicht die niedrigen Zr/Y-Verhältnisse (Abb. 7 und 10) erklären. Derartige Elementverhältnisse sind eher bei einer Aufschmelzung eines verarmten Mantels zu erwarten.

Als Erklärungsmodell für die Vulkanite aus dem Haselgebirge bleiben daher nur ein kontinentaler Vulkanismus oder ein Ophiolithsystem in Verbindung mit einem Back arc basin bzw. einem sogenannten „supra subduction zone“-Ophiolith (PEARCE et al., 1984). Gegen einen kontinentalen Vulkanismus sprechen vor allem die Vorkommen von Serpentinblöcken, die in Begleitung dieser Haselgebirgsvulkanite auftreten, vorausgesetzt, daß sie genetisch zusammengehören, wie dies auch von KIRCHNER (1980) in Erwägung gezogen

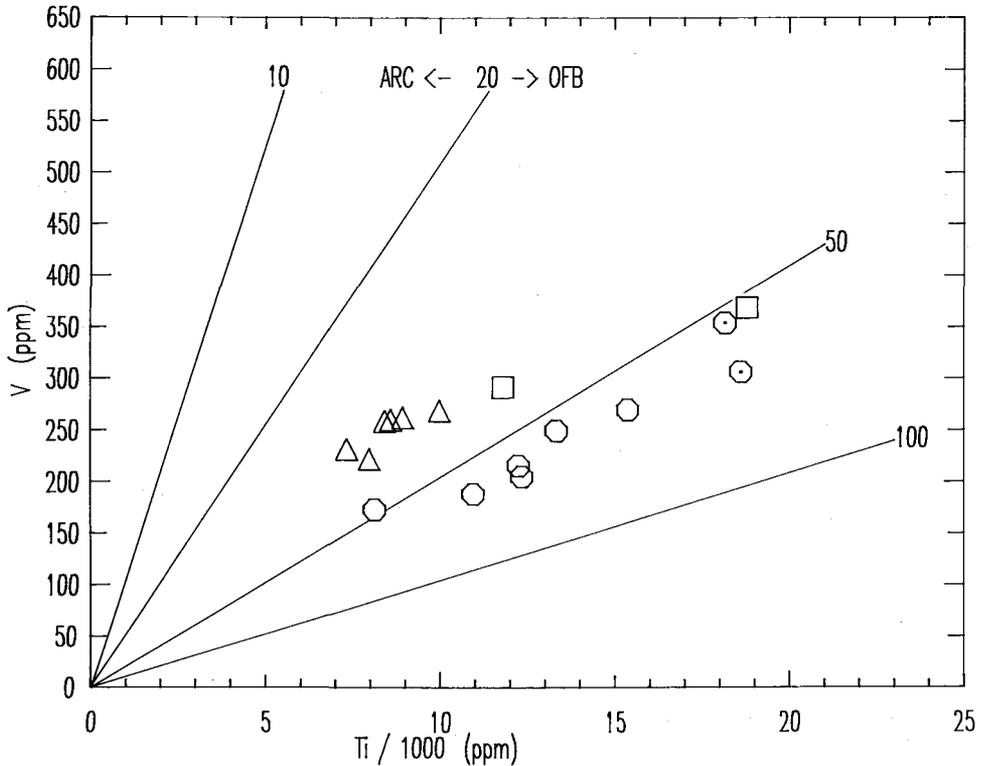


Abb. 9: Diagramm Ti/1000 vs. V nach SHERVAIS (1982, fig. 2). Für Vulkanite aus der Gosau: ○ Eichberg (basaltische Zusammensetzungen), ⊙ Eichberg (andesitische Zusammensetzung), □ Miesenbach; Vulkanite aus dem Haselgebirge: △. In der Abbildung verwendete Bezeichnungen: ARC für Inselbogenbasalt und OFB für Ozeanbodenbasalt, die in der Abbildung angegebenen Zahlen entsprechen einem Ti/V-Quotient.

wurde. Bei Annahme eines Ophiolithmodelles im Bereich eines „back arc basin“-Systems kann einerseits die Magmenbildung in einem verarmten Mantel einer ozeanischen Kruste erwartet werden, andererseits sind derartige Elementgehalte (Abb. 11c) über einer Subduktionszone durchaus normal.

Der Chemismus der Vulkanitgerölle aus der Gosau unterliegt wesentlich stärkeren Schwankungen als jener der Haselgebirgsvulkanite. Es ist bei einer Untersuchung von klastischem Material allerdings von vornherein zu erwarten, daß ein breiteres Gesteinsspektrum vorliegt. So fällt bei Betrachtung der Diagramme auf, daß sich die beiden Proben von Miesenbach immer von der Gruppe der Eichberg-Vulkanite absetzen. Hinsichtlich der Zr/Y-Verhältnisse >4 für Proben vom Eichberg ist eine Zuordnung zu „within plate“-Basalten zu treffen (Abb. 10). Die Proben von Miesenbach liegen im Grenzbereich „within plate“-zu MOR-Basalten. Nach MESCHÉDE (1986) fallen die Proben vom Eichberg ins Feld der „within plate“-Tholeiite (Abb. 8), während die beiden Proben von Miesenbach in den Bereich N-Typ MORB und VAB (volcanic arc basalt) zu liegen kommen. Derartige heterogene Ergebnisse für Basalte sind vor allem für kontinentale „within plate“-Vulkanite

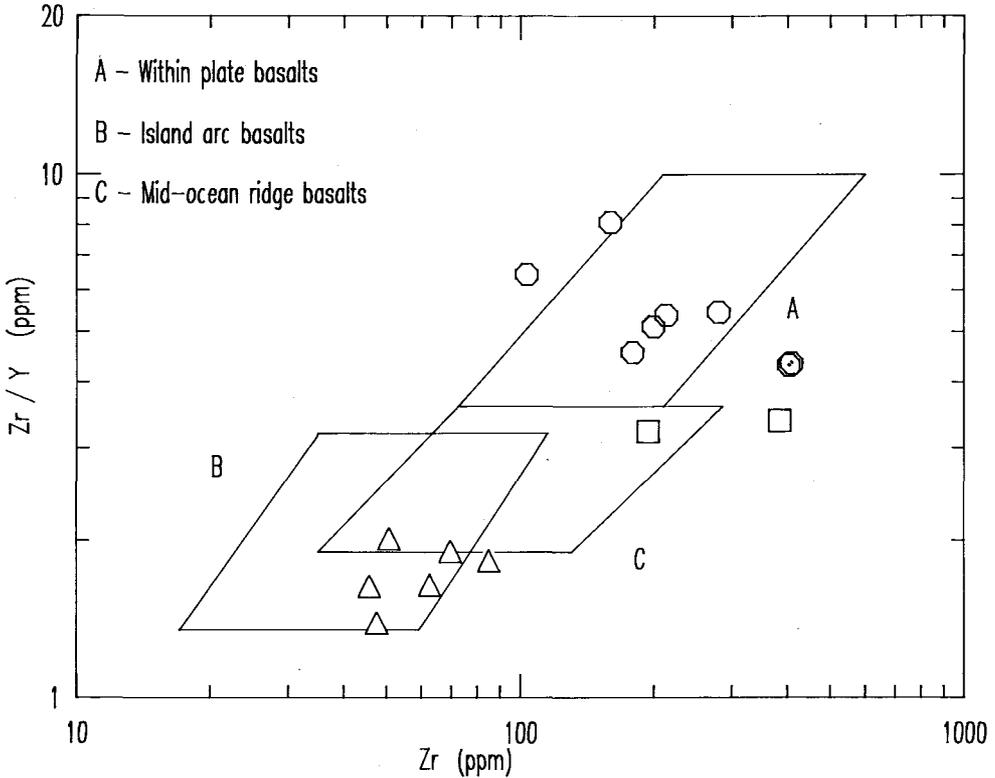
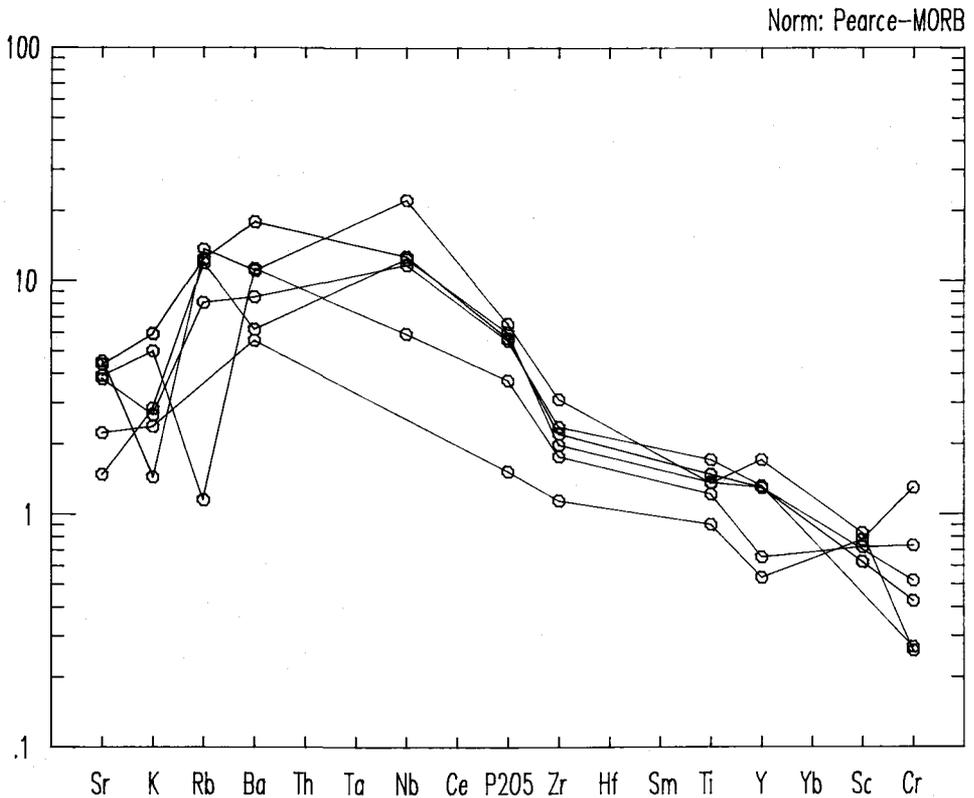


Abb. 10: Diagramm Zr/Y vs. Zr nach PEARCE & NORRY (1979, fig. 3). Für Vulkanite aus der Gosau: ○ Eichberg (basaltische Zusammensetzungen), ⊙ Eichberg (andesitische Zusammensetzung), □ Miesenbach; Vulkanite aus dem Haselgebirge: △.

charakteristisch, da eine starke Beeinflussung durch den subkontinentalen Mantel zu erwarten ist. Am besten lassen sich derartige Problemstellungen an Multielementplots (PEARCE, 1980; PEARCE et al., 1984; PEARCE & FLOWER, 1977) behandeln (Abb. 11).

Die Gerölle vom Eichberg (Abb. 11 a, b) zeigen für die meisten Elemente eine Anreicherung, wie sie für „within plate“-Basalte typisch sind, bei gleichzeitiger Verarmung an Cr. Die beiden Proben aus Miesenbach (Abb. 11 b) weisen Anreicherungen von K, Rb, P und Y auf. Dies kann auf eine Magmenkontamination in einem subkontinentalen Mantel zurückgeführt werden.

Bei einer Interpretation der Herkunft der Vulkanite aus der Gosau muß jedoch so wie bei den Haselgebirgsvulkaniten in Betracht gezogen werden, daß die Vulkanitgerölle ebenfalls von ultrabasischem Material begleitet werden. Neben Serpentinfragmente ist vor allem detritischer Chromspinell (Abb. 3) hervorzuheben, der von Ultrabasiten aus Ophiolithabfolgen abgeleitet werden muß (POBER & FAUPL, 1988). Weiters scheint in diesem Zusammenhang auch der Nachweis von Alkalamphibolneubildung in einem Vulkanit darauf hinzuweisen, daß diese Vulkanite an einem Subduktionsgeschehen teilgenommen haben. Diese petrologischen Begleitumstände sprechen bei der Interpretation daher eher gegen eine kontinentale Vulkanitserie, sondern vielmehr für einen passiven Kontinental



Multiementdiagramm normiert gegen MORB nach PEARCE (1982):

Abb. 11: a) Darstellung der Vulkanite aus der Gosau von der Lokalität Eichberg; ● basaltische Zusammensetzungen.

rand, wobei während des initialen Riftings tholeiitische und alkalibasaltische Vulkanite produziert wurden. Eine Beeinflussung durch einen subkontinentalen Mantel im Bereich einer sehr stark ausgedünnten Kruste wäre ebenfalls möglich. Diese passive Kontinentalrandserie ist später in einen Subduktions-/ Akkretionskomplex inkorporiert worden. Dies würde das Auftreten von Alkalamphibol-Neubildungen erklären. Eine nachfolgende Obduktion hat diesen Gesteinskomplex dann während der Kreide der Erosion zugänglich gemacht. Für die Heterogenität der Proben wäre neben einer tektonischen Mischung im Sinne einer Melangezone während des Obduktionsvorganges auch die detritische Durchmischung des Materials in Betracht zu ziehen.

Um für die Erklärung eines derartig komplexen Bildungsvorganges der Vulkanite aus der Gosau, wie er hier skizziert wird, etwas festeren Boden zu erlangen, erscheint es notwendig, weitere Untersuchungen auf ein wesentlich breiteres Geröllspektrum zu stützen. Den hier mitgeteilten Ergebnissen kann daher nur ein vorläufiger Charakter zukommen. Vor allem sollten weitere Studien auch von geochronologischen Untersuchungen begleitet werden.

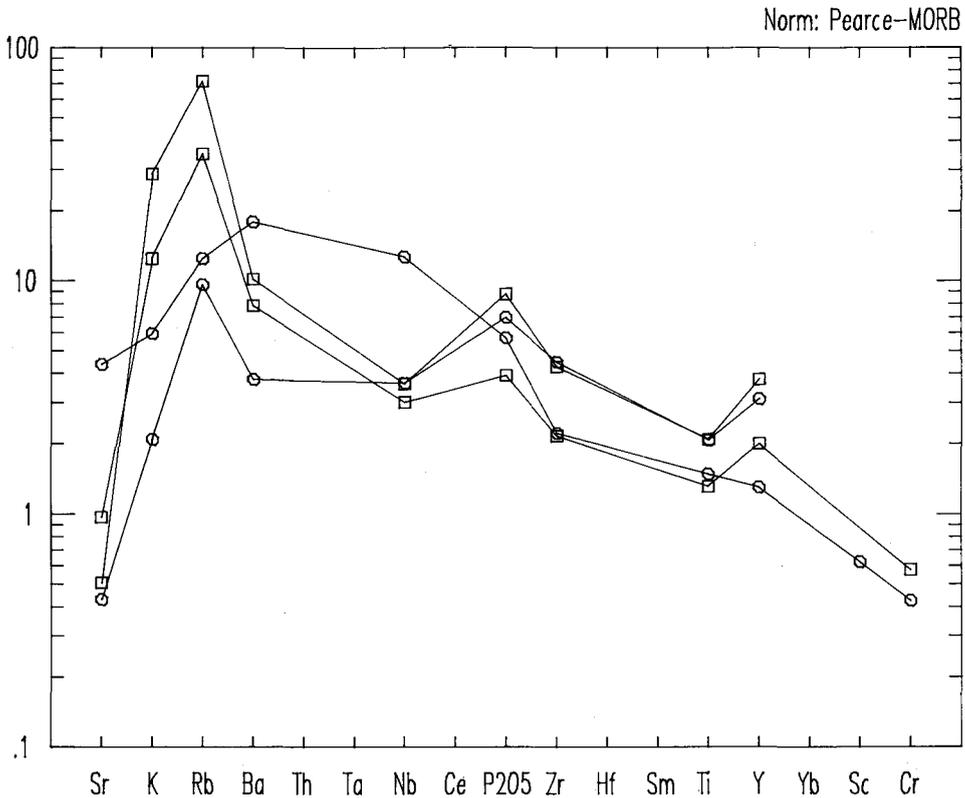


Abb. 11: b) Darstellung der Vulkanitproben aus der Gosau von den Lokalitäten Miesenbach □; Eichberg ○ mit andesitischer Zusammensetzung.

Dank

Die Arbeiten konnten im Rahmen des Projekts P7462-GEO „Paläogeographie und Geodynamik der Ostalpinen Kreide“ des Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung in Österreich durchgeführt werden.

Literatur

- AMPFERER, O., (1912): Über die Gosau des Muttekopf. — Jb. geol. R.-A., **57**, 289-310, Wien.
 AMPFERER, O., (1918): Geologische Untersuchungen über exotische Gerölle und die Tektonik Niederösterreichischer Gosau-Ablagerungen. — Denkschr. Akad. Wiss. Wien, math.-naturw. Kl., **96**, 1-56, Wien.
 AMPFERER, O. & OHNESORGE, Th., (1910): Über exotische Gerölle in der Gosau und verwandten Ablagerungen der tirolischen Nordalpen. — Jb. geol. R.-A., **59**, 288-332, Wien.
 COX, K. G., BELL, J. D. & PANKHURST, R. J., (1979): The Interpretation of Igneous Rocks. — London (George Allen and Unwin).
 DIETRICH, V. J. & FRANZ, U., (1976): Ophiolith-Detritus in den santonen Gosau-Schichten (Nördliche Kalkalpen). — Geotekt. Forsch., **50**, 85-109, Stuttgart.
 ERKAN, E., (1970): Die exotischen Gerölle in der Gosaukreide der nordöstlichen Kalkalpen. — Unveröff. Diss. Phil. Fak. Univ. Wien, 154 S, Wien.

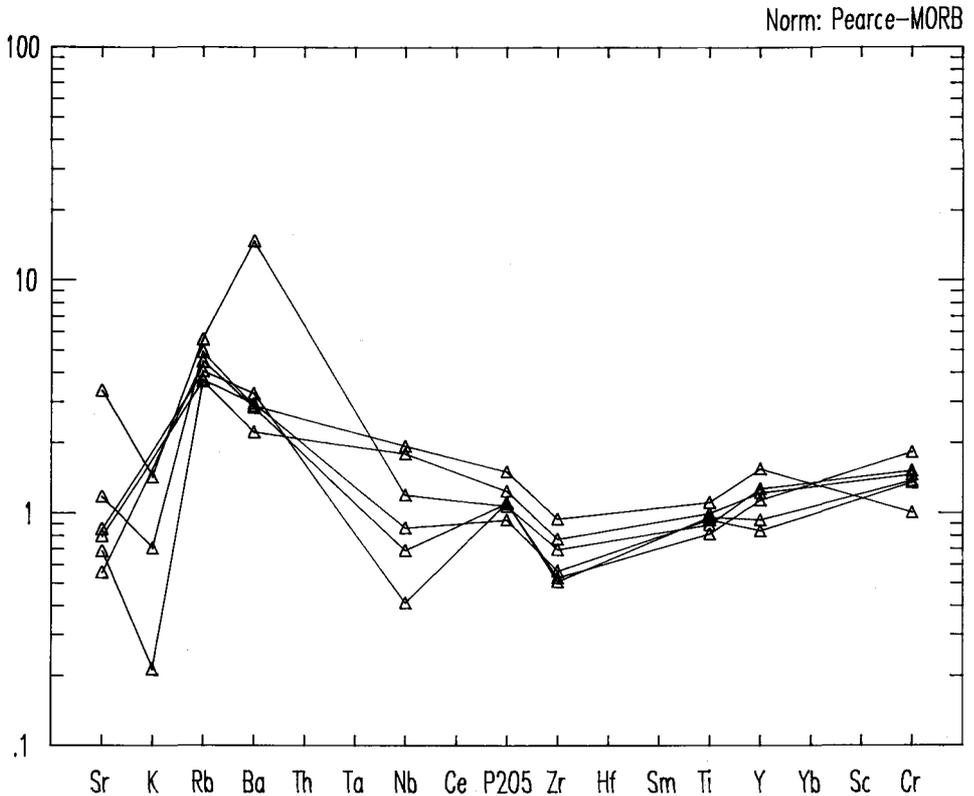


Abb. 11: c) Darstellung der Vulkanite aus dem Haselgebirge von den Lokalitäten Ascher und Pfennigbach: Δ .

- ERKAN, E., (1973): Die exotischen Gerölle in der Gosaukreide der nordöstlichen Kalkalpen. — Mitt. geol. Ges. Wien, **65**, 33-108, Wien.
- GRUBER, P., (1987): Sedimentologische und stratigraphische Untersuchungen der Gosaugruppe zwischen Puchberg/Schneeberg und Waidmannsfeld (Miesenbach, Niederösterreich). — Unveröff. Diss. Formal- u. Naturwiss. Fak. Univ. Wien, 142 S, Wien.
- HÖCK, V. & KOLLER, F., (1987): The Idalp ophiolite (Lower Engadin Window, Eastern Alps) its petrology and geochemistry. — *Ofioliti*, **12**, 179-192.
- HÖCK, V. & KOLLER, F., (1989): Magmatic evolution of the Mesozoic ophiolites in Austria. — *Chemical Geology*, **77**, 209-227.
- KIRCHNER, E. Ch., (1980): Vulkanite aus dem Permoskyth der Nördlichen Kalkalpen und ihre Metamorphose. — Mitt. österr. geol. Ges., **71/72**, 385-396, Wien.
- KOLLER, F. & HÖCK, V., (1990): Mesozoic ophiolites in the Eastern Alps. — In: MALPAS, J., MOORES, E. M., PANAYIOTOU, A. & XENOPHONTOS, C. (Eds.): *Ophiolites, Oceanic Crustal Analogues, Proceedings of the Symposium „TROODOS 1987“*, 253-263.
- LEIN, R., (1984): Geologie der Hohen Wand. — In: WURM, E., (Ed.): *Hohe Wand und Umgebung*, 10-28, Payerbach/NÖ.
- LE MAITRE, R. W. (Ed.), (1989): *A Classification of Igneous Rocks and Glossary of Terms*, 193 p., Oxford (Blackwell).
- MIDDLEMOST, E. A. K., (1989): Iron oxidation ratios, norms and the classification of volcanic rocks. — *Chemical Geology*, **77**, 19-26.

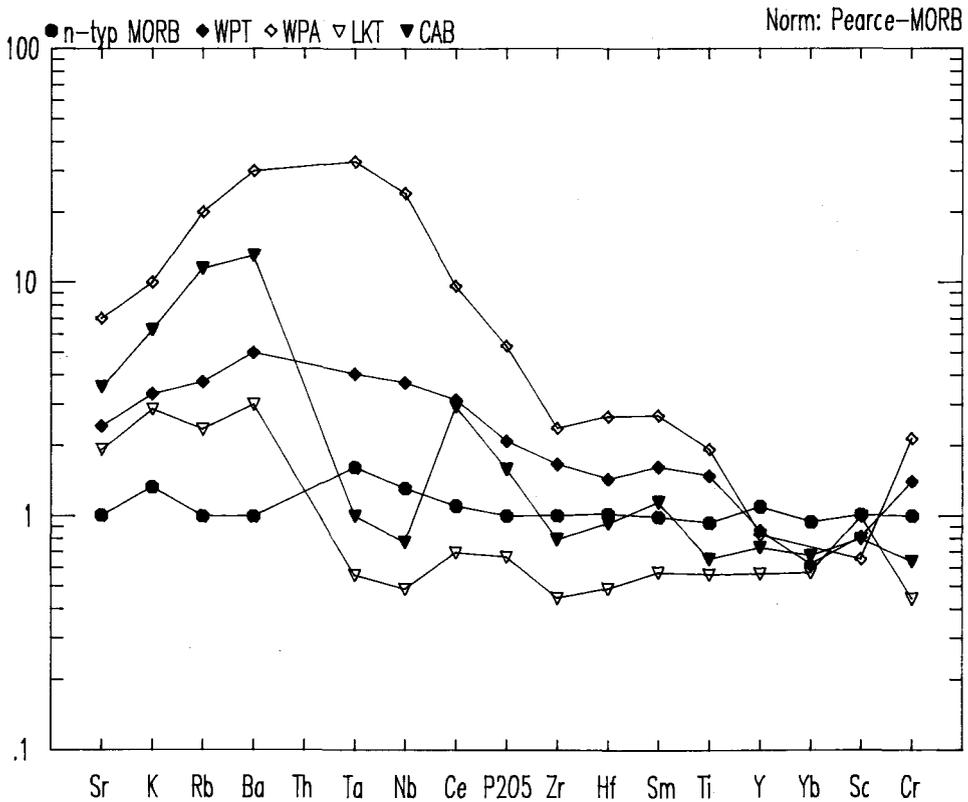


Abb. 11: d) Darstellung typischer Vulkanite nach PEARCE (1982). Legende: n-typ Morb, „within plate“-Tholeiit (WPT), „within plate“-Alkalibasalt (WPA), Inselbogentholeiit (LKT), Kalkalkalibasalt (CAB).

- MESCHÉDE, M., (1986): A method of discriminating between different types of mid-ocean ridge basalts and continental tholeiites with the Nb-Zr-Y diagram. — *Chemical Geology*, — **56**, 207-218.
- MULLEN, E. D., (1983): MnO/TiO₂/P₂O₅: a minor element discriminant for basaltic rocks of oceanic environments and its implications for petrogenesis, *Earth Planet. Sci. Lett.*, **62**, 53-62.
- PEARCE, J. A., (1980): Geochemical evidence for the genesis and eruptive setting of lavas from Tethyan Ophiolites. — In: A. PANAYIOTOU (Ed.), *Ophiolites, Proceedings International Ophiolite Symposium, Cyprus 1979*, 261-272.
- PEARCE, J. A. (1982): Trace element characteristics of lavas from destructive plate boundaries. — In: THORPE, R. S. (Ed.): *Andesites: Orogenic andesites and related rocks*, 525-548, Chichester (J. Wiley & Sons).
- PEARCE, J. A. & CANN, J. R., (1973): Tectonic setting of basic volcanic rocks determined using trace element analyses. — *Earth Planet. Sci. Lett.*, **19**, 290-300.
- PEARCE, J. A. & FLOWER, M. F. J., (1977): The relative importance of petrogenetic variables in magma genesis at accreting plate margins: a preliminary investigation. — *Jour. geol. Soc. London*, **134**, 103-127.
- PEARCE, J. A., LIPPARD, S. J. & ROBERTS, S., (1984): Characteristics and tectonic significance of supra-subduction zone ophiolites. — In: KOKELAAR, B. P. & HOWELLS, M. F., (Eds.): *Marginal Basin Geology*. — *Geol. Soc. London, Spec. Pub.*, **16**, 77-94.

- PEARCE, J. A. & NORRY, M. J., (1979): Petrogenetic Implications of Ti, Zr, Y and Nb Variations in Volcanic Rocks. — *Contrib. Mineral. Petrol.*, **69**, 33-47.
- PLÖCHINGER, B., (1964): Geologische Karte des Hohe Wandgebietes (Niederösterreich). — Geol. B.-A., Wien.
- PLÖCHINGER, B., (1967): Erläuterungen zur Geologischen Karte des Hohe-Wand-Gebietes (Niederösterreich). — Geol. B.-A., 142 S, Wien.
- POPER, E. & FAUPL, P., (1988): The chemistry of detrital chromian spinels and its implications for the geodynamic evolution of the Eastern Alps. — *Geol. Rundschau*, **77**, 641-670.
- RETI, Z., (1987): Comparison between Mesozoic mafic and ultramafic complexes in Northern Hungary. — *Ophioliti*, **12**, 43-52.
- SAUER, R., (1980): Zur Stratigraphie und Sedimentologie der Gießhübler Schichten im Bereich der Gießhübler Gosäumulde (Nördliche Kalkalpen). — Unveröff. Diss. Formal- und Naturwiss. Fak. Univ. Wien, 181 S, Wien.
- SHERVAIS, J. W., (1982): Ti-V plots and the petrogenesis of modern and ophiolitic lavas. — *Earth Planet. Sci. Lett.*, **59**, 101-118.
- STRASSER, F., (1910): Sedimentpetrographische Untersuchungen an den Konglomeraten der Gosauformation der Neuen Welt von Grünbach bei Puchberg a. Schneeberg. — *Centralblatt f. Miner. Geol. Paläont.*, **1910**, 195-197.
- TOLLMANN, A., (1985): *Geologie von Österreich*, Band 2, 710 S., Wien (Deuticke).
- WINCHESTER, J. A. & FLOYD, P. A., (1977): Geochemical discrimination of different magma series and their differentiation products using immobile elements. — *Chemical Geology*, **20**, 325-343.

Bei der Schriftleitung eingelangt am 24. April 1991