

	<b>125 Jahre Knappenwand – 125 years Knappenwand</b> Proceedings of a Symposium held in Neukirchen am Großvenediger (Salzburg/Austria) September 1990			<b>Editors:</b> Volker Höck Friedrich Koller
	Abh. Geol. B.-A.	ISSN 0378-0864 ISBN 3-900312-85-0	Band 49	S. 137–146

## Variszische und alpidische Intrusionen entlang der Periadriatischen Naht – ein geochemischer Vergleich

Von REINHARD GRATZER & FRIEDRICH KOLLER\*)

Mit 8 Abbildungen und 2 Tabellen

*Periadriatische Intrusiva*  
*Alpidische Intrusiva*  
*Tonalit*  
*Granit*  
*Geochemie*  
*Fraktionierung*  
*Magmengenese*  
*Rieserferner-Pluton*  
*Rensen-Pluton*

Österreichische Karte 1 : 50.000  
Blatt 177

### Inhalt

Zusammenfassung .....	137
Abstract .....	138
1. Einleitung .....	138
2. Beschreibung und Geologie der einzelnen Intrusionen .....	138
2.1. Alpidische Intrusiva .....	139
2.1.1. Rieserferner-Pluton .....	139
2.1.2. Rensen-Pluton .....	139
2.1.3. Altenberg- und Winnetal-Pluton .....	139
2.2. Variszische Intrusiva .....	139
2.2.1. Brixener Pluton .....	139
2.2.2. Iffinger Pluton .....	139
2.2.3. Kreuzberg-Pluton .....	139
3. Geochemischer Vergleich der Periadriatischen Intrusiva .....	140
3.1. Unterschiede zwischen variszischen und alpidischen Intrusiva .....	140
3.2. Unterschiede zwischen Rieserferner- und Rensen-Pluton .....	143
4. Interpretation der Ergebnisse .....	143
Literatur .....	146

### Zusammenfassung

Die geochemischen Daten der alpidischen und variszischen Intrusiva entlang der periadriatischen Naht wurden aus der Literatur zusammengestellt und miteinander verglichen. Dabei konnten deutliche Unterschiede abgeleitet werden, so sind für die variszischen Plutone gegenüber den alpidischen höhere Gehalte an K, Rb, Sr und Ti typisch. Dies wird auf ein unterschiedliches geotektonisches Environment, mit einer Aufschmelzung von kontinentaler Kruste für die variszischen und einer Herkunft von aufgeschmolzener ozeanischer Kruste oder von remobilisierten Magmatiten für die alpidischen zurückgeführt.

Auch innerhalb der alpidischen Plutonite sind deutliche Unterschiede erkennbar, so besitzen die Gesteine des Rensen-Plutons deutlich höhere Sr-Gehalte als vergleichbare Proben aus dem Rieserferner-Komplex. Die Entwicklung innerhalb des Rensen-Plutons läßt sich durch eine Amphibol- und Biotit-dominierte Fraktionierung erklären, im Rieserferner muß zusätzlich noch eine Plagioklas-dominierte Fraktionierung angenommen werden.

\*) Anschriften der Autoren: REINHARD GRATZER, Institut für Geowissenschaften, Montanuniversität Leoben, A-8700 Leoben; Univ.-Doz. Dr. FRIEDRICH KOLLER, Institut für Petrologie, Universität Wien, Dr. Karl Lueger-Ring 1, A-1010 Wien.



## 2.1. Alpidische Intrusiva

### 2.1.1. Rieserferner-Pluton

Die Rieserferner-Intrusion liegt südlich des Tauernfensters und nördlich der DAV (Defregger-Antholzer-Valsler) Linie. In diese Zone der alten Gneise erfolgte im mittleren Oligozän (BORSI et al., 1978) die Intrusion des Rieserferner-Pluton. Der Intrusivkomplex bildet einen bis zu 4,5 km breiten und über 40 km langen E–W verlaufenden Körper. An seinem Nordkontakt zur Zone der alten Gneise liegt flaches Einfallen nach Norden vor, am Südrand entlang der DAV-Linie dominiert steiles Einfallen nach Süden.

Im mittleren Bereich des Körpers ist das „alte Dach“ noch erhalten und teilt morphologisch den Körper in zwei Kerne, den Rieserkern im Osten und den Rainwaldkern im Westen (BECKE, 1892). Die Rahmengesteine der Rieserferner-Intrusion bilden Glimmerschiefer und Amphibolite, die eine deutliche kontaktmetamorphe Überprägung aufweisen. BELLINI (1977) und PROCHASKA (1980) beschreiben die Neubildung von Andalusit, Sillimanit, Granat, Staurolith und sehr selten Cordierit. Die Kontaktzone im Westteil des plutonischen Körpers zeigt lokal eine leichte Migmatisierung, im östlichen Bereich hingegen wird der Kontakt zum Nebengestein durch eine scharfe tektonische Grenze gebildet.

Die Rieserferner-Intrusion wird hauptsächlich aus Granodiorit, Tonalit und untergeordnet Granit sowie sporadisch aus Diorit aufgebaut. Basische Einschlüsse, Lamprophyre und Aplite ergänzen die lithologische Abfolge. Die Granodiorite mit einer hypidiomorph körniger Textur stellen den dominierenden Gesteinstyp dar. Sie bestehen aus stark zonargebautem Plagioklas ( $An_{60-30}$ ), Quarz, Alkalifeldspat und Biotit. Als akzessorische Mineralphasen sind Hornblende, Klinozoisit, Zirkon, Apatit und Ilmenit zu erwähnen. Die Tonalite weisen eine ähnliche Textur auf und führen geringfügig höhere Plagioklasgehalte mit einem ausgeprägten Zonarbau ( $An_{60-30}$ ), Quarz, Alkalifeldspat, Biotit und Hornblende sowie akzessorisch Zirkon, Apatit, Ilmenit und Klinozoisit. An einer Lokalität, im Kontaktbereich des Intrusivkörpers konnte das Auftreten von Granat beobachtet werden (BELLINI et al., 1978; GRATZER, 1982, 1984).

Die Granite bilden unregelmäßig verteilte kleine Massen innerhalb des Intrusivkörpers und bestehen im wesentlichen aus Quarz, Alkalifeldspat und Plagioklas mit den akzessorischen Phasen Apatit, Zirkon und Orthit. Die Diorite bilden kleine Massen und bestehen hauptsächlich aus Hornblende und zonierten Plagioklas ( $An_{80-50}$ ) sowie selten Biotit, Quarz und Granat.

### 2.1.2. Rensen-Pluton

Der Rensen-Pluton bildet innerhalb des austroalpinen Altkristallins einen über 1,5 km breiten und 6 km langen E–W verlaufenden Körper und ist dem größeren Massiv des Brixener Granits nur ca. 1,5 km nördlich vorgelagert. Am Nordkontakt zu der Zone der alten Gneise herrscht steiles Einfallen nach Norden vor, am Südrand flacheres ( $40^{\circ}$ – $60^{\circ}$ ) Einfallen in gleicher Richtung.

Die Intrusion erfolgte im wesentlichen parallel zum Hauptflächengefüge der Alten Gneise, wobei Teile des Nebengesteins verdrängt und aufgeschmolzen wurden. Dies führte zu lokalen Assimilationen und zur Bildung von Schollenmigmatiten. Eine schwach ausgebildete Kontaktzone ist gelegentlich zu beobachten.

Lithologisch wird dieser Körper von Granodioriten und Tonaliten aufgebaut, wobei letztere besonders am Nordrand des Plutons vertreten sind und von GYZYCKI (1977) als „basischere Fazies“ abgetrennt werden. Restite und Ganggesteine erweitern die Variationsbreite des sonst relativ einheitlich aufgebauten Plutons.

### 2.1.3. Altenberg- und Winnetal-Pluton

Im Altkristallin zwischen der Rieserferner-Intrusion und dem Rensen-Pluton liegen noch zwei relativ kleine magmatische Körper: die Altenberg-Masse östlich des Pfunderer Tales und die Winnetal-Masse am Talende des Winnebaches nördlich von Terenten. Lithologisch handelt es sich bei diesen Körpern vor allem um Granodiorite, die der Hauptfazies des Rensen-Plutons stark ähnlich sind (GYZYCKI, 1977; BELLINI et al. 1984).

## 2.2. Variszische Intrusiva

### 2.2.1. Brixener Pluton

Dieser Intrusivkomplex liegt nördlich von Brixen und hat eine E–W-Ausdehnung bis zu 30 km und erreicht eine Breite von 10 km. Er erstreckt sich von Kiens im Pustertal über Brixen nach Westen bis Pens und setzt sich in südwestlicher Richtung im Iffinger Massiv fort. Die Intrusion erfolgte entlang der Judikarien-Pustertal-Linie, die eine alte tektonische Schwächezone darstellt (SCHMIDEGG, 1936; SCHWINNER, 1947; BÖGEL, 1975). Der Brixener Granit trennt heute das ostalpine Altkristallin vom Brixener Quarzphyllit. Der Nord- und Nordwestrand wurde von den Bewegungen entlang der Periadriatischen Naht stark beeinflusst und liegt daher heute nur mehr als tektonischer Kontakt vor. Der Südrand hingegen zeigt noch die primären Intrusionskontakte mit ausgeprägten Migmatitzonen und kontaktmetamorphen Neubildungen von Andalusit, Cordierit, Korund und Sillimanit (MORGANTE, 1974; EXNER, 1976). Kleine Gabbro- und Dioritvorkommen sowie ein reichliches Gangfolge von Granitporphyren, Apliten, Lamprophyren und Pegmatiten begleiten den Intrusivkomplex.

### 2.2.2. Iffinger Pluton

Dieser ca. 20 km lange und 3 km breite Körper liegt an der Innenseite der NE-streichenden Judikarielinie. Er ist bei Pens mit dem Brixener Pluton verbunden und wird am Nordwestrand von der Tonalitgneiszone begrenzt. Stellenweise ist der primäre Intrusionskontakt mit den ostalpinen Glimmerschiefern, Kalkmarmoren und Paragneisen noch vorhanden (EXNER, 1976). Lithologisch setzt sich dieser Körper aus Granodioriten und Graniten sowie dem entsprechenden Gangfolge zusammen. Daneben findet man noch ältere Gabbro- und Dioritkörper, die als Differentiate interpretiert werden (GYZYCKI, 1977).

### 2.2.3. Kreuzberg-Pluton

Am Ausgang des Ultentales südwestlich von Meran liegt der relativ kleine Komplex des Kreuzberg Plutons. Begrenzt wird dieser Körper im Westen von der Judikarielinie und im Osten von der Völlaner Störung, der südlichen Verlängerung der Naif-Störung. Intrusionskontakte sind

an beiden Seiten vorhanden. Lithologisch handelt es sich bei diesen Körper um mittel- bis grobkörnige Granodiorite in dem untergeordnet Granite und dioritische Schollen auftreten.

### 3. Geochemischer Vergleich der Periadriatischen Intrusiva

Während sich die einzelnen Plutonite im Mineralbestand kaum unterscheiden (Tab. 1), treten in der chemischen Zusammensetzung der einzelnen Intrusivkomplexe sehr wohl signifikante Unterschiede auf, die in weiterer Folge diskutiert werden. Mit Hilfe des vorliegenden Datenmaterials, zusammengestellt aus den Arbeiten von BELLINI (1978), BELLINI et al. (1981, 1991), GZYCKI (1977) und GRATZER (1982, 1984), wurde überprüft, ob die Unterteilung in variszische und alpidische Intrusiva auch auf geochemischer Basis beobachtet werden kann. Weiters wurde untersucht, ob Unterschiede für die einzelnen Intrusionszyklen feststellbar sind. Relativ große Menge an Daten existieren allerdings bisher nur für die Rieserferner-, Rensen- und Brixener Intrusion, deutlich geringere Anzahl an Daten liegen für die Komplexe Altenberg, Iffinger und Kreuzberg vor (Tab. 2a,b,c).

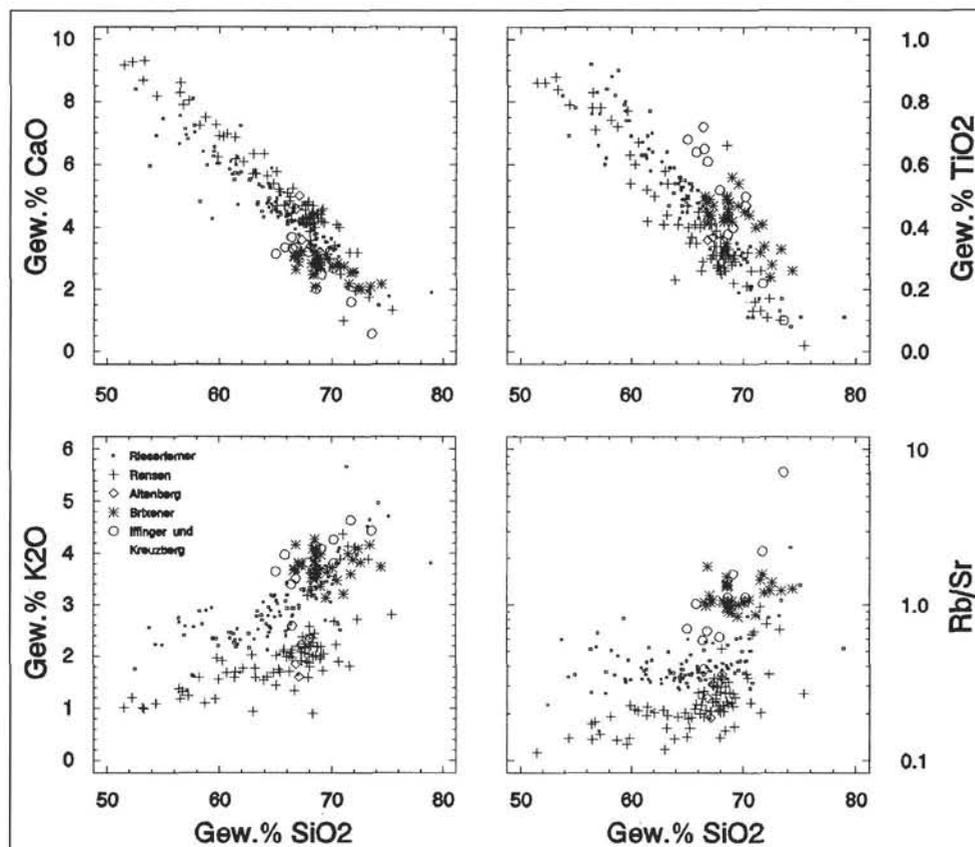
#### 3.1. Unterschiede zwischen variszischen und alpidischen Intrusiva

In Abbildung 2 ist deutlich die große Variationsbreite von 52–76 Gew.-%  $\text{SiO}_2$  für die Gesteine der Rieserferner- und Rensen-Intrusion zu erkennen, dem gegenüber weisen die variszischen Komplexe einen deutlich geringeren Variationsbereich auf, der von 64–74 Gew.-%  $\text{SiO}_2$  reicht

**Tabelle 1.** Tabellarische Auflistung des modalen Mineralbestandes der untersuchten Intrusiva. Legende: xxxx >30 Vol. %; xxx 20–30 Vol. %; xx 10–20 Vol. %; x <10 Vol. %)

Intrusion		Plag	Akf	Qz	Bi	Hb
Rieserferner	Tonalit	XXXX	X	XX	XX	X
	Granodiorit	XXXX	X	XXX	XX	-
Rensen	Tonalit	XXXX	X	XX	XX	XX
	Granodiorit	XXXX	X	XXX	XX	-
Altenberg	Granodiorit	XXXX	XX	XXX	XX	X
	Winnetal	XXXX	X	XXX	X	X
Brixener	Granit	XXXX	XXX	XXXX	X	-
	Iffinger	XXXX	XX	XX	XX	-
Kreuzberg	Granit	XXXX	XXX	XXXX	XX	-

(Abb. 2). Als wesentliche Unterscheidungskriterien können folgende Merkmale zusammengefaßt werden: Die variszischen Intrusionen des Brixener, Iffinger und Kreuzberg-Plutons lassen sich bei vergleichbaren  $\text{SiO}_2$ -Werten von den alpidischen Körpern durch ihre geringeren CaO-Werte (Abb. 2a) sowie durch höhere  $\text{TiO}_2$ -Gehalte und eingeschränkt durch höhere  $\text{K}_2\text{O}$ -Gehalte abtrennen (Abb. 2b,c). Weiters weisen die variszischen Intrusiva einen höheren Ba/Sr- und Rb/Sr-Quotienten auf (Abb. 2d), ihre Na/K-Verhältnisse liegen bei Werten unter 1. Die variszischen Komplexe weisen überwiegend Rb-Werte >200 ppm auf, dem stehen niedrigere Rb- und höhere Sr-Gehalte in den alpidischen Plutoniten gegenüber (Tab. 2). Auffallend ist, daß das Rb/Sr-Verhältnis für die einzelnen Komplexe unterschiedlich ist (Abb. 2) und mit zunehmendem  $\text{SiO}_2$ -Gehalt leicht ansteigt. In den variszischen Graniten werden Rb/Sr- Werte >1 erreicht (Abb. 2).



**Abb. 2.**  $\text{SiO}_2$  vs CaO,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{TiO}_2$  und Rb/Sr für die Intrusiva entlang des periadriatischen Lineaments, Daten nach BELLINI (1978), BELLINI et al. (1981), GZYCKI (1977) und GRATZER (1982, 1984).

Gestein	Granit		Tonalit		Granod.		Diorit		Bas.Eins.	
Anzahl	10	2 $\sigma$	39	2 $\sigma$	54	2 $\sigma$	2	2 $\sigma$	12	2 $\sigma$
SiO <sub>2</sub>	73,01	2,50	62,69	2,50	67,30	2,15	53,38	0,92	57,32	1,95
TiO <sub>2</sub>	0,15	0,05	0,60	0,12	0,40	0,11	0,90	0,21	0,77	0,10
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14,39	1,18	17,28	0,72	16,23	0,51	18,59	0,75	16,82	1,23
FeO <sub>tot</sub>	1,40	0,46	4,80	0,95	3,31	0,83	8,07	0,34	8,08	1,14
MnO	0,05	0,02	0,11	0,02	0,09	0,02	0,22	0,01	0,22	0,06
MgO	0,37	0,21	2,27	0,58	1,34	0,44	3,94	0,31	3,76	1,00
CaO	2,19	0,47	5,47	0,74	3,99	0,59	7,66	0,75	6,58	1,10
Na <sub>2</sub> O	3,19	0,54	2,87	0,35	3,13	0,24	2,57	0,52	2,54	0,33
K <sub>2</sub> O	4,43	0,57	2,41	0,35	3,17	0,35	2,00	0,24	2,45	0,41
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,07	0,02	0,14	0,05	0,13	0,04	0,23	0,02	0,22	0,08
Rb	175	34	99	15	136	28	90	29	119	52
Sr	205	61	292	49	348	86	309	41	250	100
Zr	51	37	50	69	70	62	61	61	71	48
Ba	81	147	152	262	258	328			419	249

◀ a

Gestein	Granit		Tonalit		Diorit		Mikroton.		Granitg.		Granod.	
Anzahl	5	2 $\sigma$	26	2 $\sigma$	5	2 $\sigma$	3	2 $\sigma$	6	2 $\sigma$	39	2 $\sigma$
SiO <sub>2</sub>	69,58	3,66	62,98	5,16	54,77	2,38	63,49	1,32	71,12	1,59	67,32	2,16
TiO <sub>2</sub>	0,27	0,16	0,51	0,22	0,80	0,07	0,43	0,06	0,16	0,07	0,34	0,08
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16,34	0,78	16,90	0,91	18,99	0,80	18,38	0,43	15,86	0,55	16,15	0,96
FeO <sub>tot</sub>	3,74	1,40	4,59	1,97	7,07	0,70	3,56	0,22	1,60	0,60	3,22	0,67
MnO	0,04	0,02	0,09	0,03	0,15	0,02	0,09	0,01	0,06	0,00	0,06	0,02
MgO	1,80	0,90	2,42	1,36	3,87	0,38	1,56	0,06	0,48	0,24	1,96	0,55
CaO	3,80	1,44	6,07	1,72	8,23	0,66	5,68	0,35	2,10	0,72	4,56	0,61
Na <sub>2</sub> O	2,32	1,26	3,00	0,66	2,52	0,16	3,36	0,17	3,42	0,17	3,31	0,37
K <sub>2</sub> O	2,33	0,36	1,76	0,64	1,21	0,22	1,76	0,01	4,01	0,24	2,00	0,25
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>			0,07	0,08	0,19	0,04	0,18	0,05	0,17	0,08		
Rb	126	30	68	22	49	13	77	2	170	13	103	20
Sr	457	74	368	63	343	3	442	35	246	30	451	46
Zr	92	53	158	72	124	6	127	19	63	19	118	28
Ba	489	95	456	90	260	96	409	35	536	114	640	94

b ▲

Gestein	Granit		Granit		Granit		Granit	
Anzahl	4	2 $\sigma$	8	2 $\sigma$	4	2 $\sigma$	32	2 $\sigma$
SiO <sub>2</sub>	67,33	0,48	67,15	1,56	71,15	1,69	69,40	2,00
TiO <sub>2</sub>	0,36	0,05	0,59	0,11	0,30	0,15	0,42	0,08
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17,03	0,71	15,06	0,88	15,38	0,81	14,86	1,02
FeO <sub>tot</sub>	3,43	0,75	4,09	0,46	2,31	0,77	3,49	0,88
MnO	0,06	0,01	0,04	0,00	0,03	0,01	0,04	0,02
MgO	2,00	0,38	1,60	0,17	0,98	0,25	1,31	0,28
CaO	4,16	0,67	3,13	0,47	1,84	0,84	2,72	0,36
Na <sub>2</sub> O	3,25	0,33	2,68	0,67	3,16	0,32	2,96	0,37
K <sub>2</sub> O	2,01	0,29	3,67	0,49	4,25	0,32	3,77	0,26
Rb	115	24	205	36	321	58	238	22
Sr	418	11	282	50	156	63	211	26
Zr	119	23	181	28	145	27	167	24
Ba	578	93	731	103	655	64	679	106

◀ c

**Tabelle 2.**  
 Tabellarische Gegenüberstellung der durchschnittlichen Gesteinschemismen und deren Standardabweichung.  
 a) Mittelwerte und Standardabweichung für die Gesteine der Rieserferner-Intrusion (Granod. für Granodiorit; Bas. Eins. für Basische Einschlüsse).  
 b) Mittelwerte und Standardabweichung für die Gesteine des Rensen-Plutons (Mikrotonal. für Mikrotonal. Granitg. für Granitgneis und Granod. für Granodiorit).  
 c) Mittelwerte und Standardabweichung für die Gesteine des Altenberger, Iffinger, Kreuzberg und Brixener Granites.

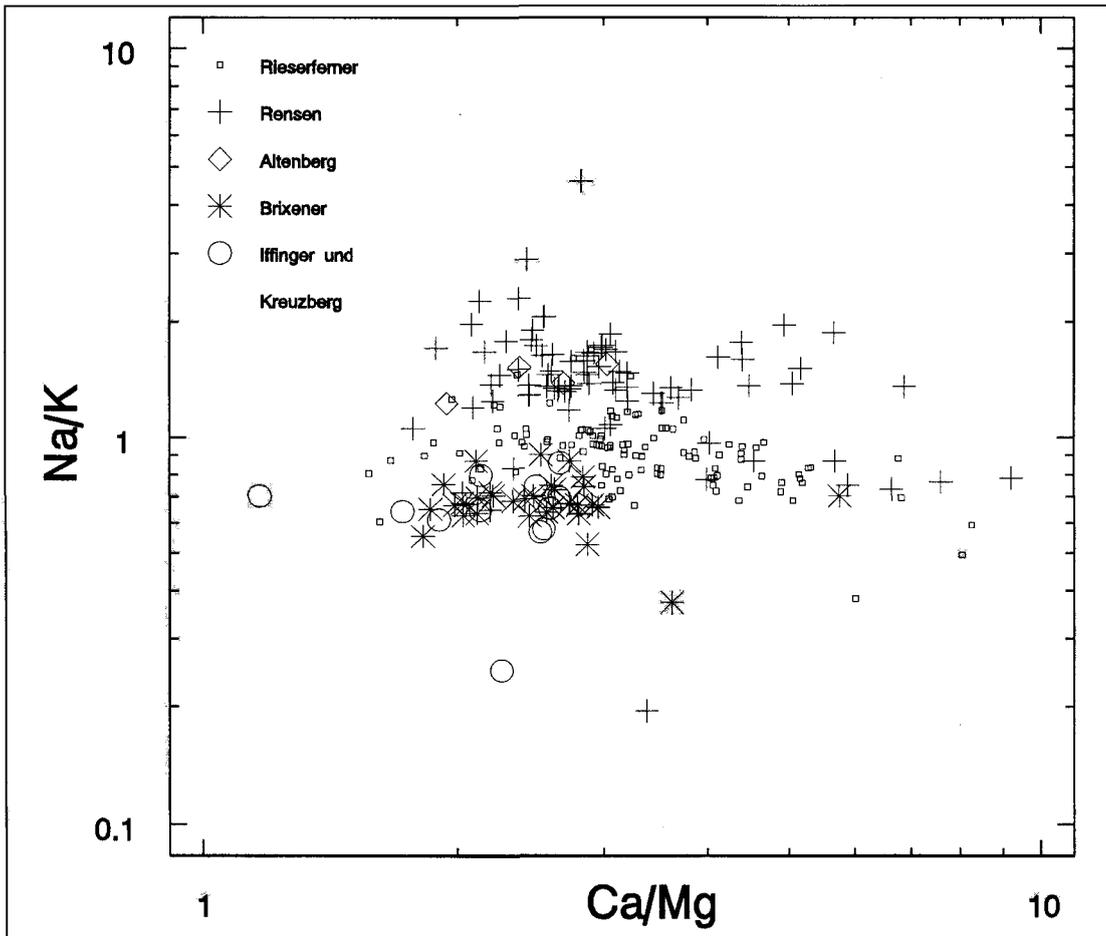


Abb. 3. Na/K- vs Ca/Mg-Verhältnisse der periadriatischen Intrusiva, Daten nach BELLIENI (1978), BELLIENI et al. (1981), GYZYCKI (1977)

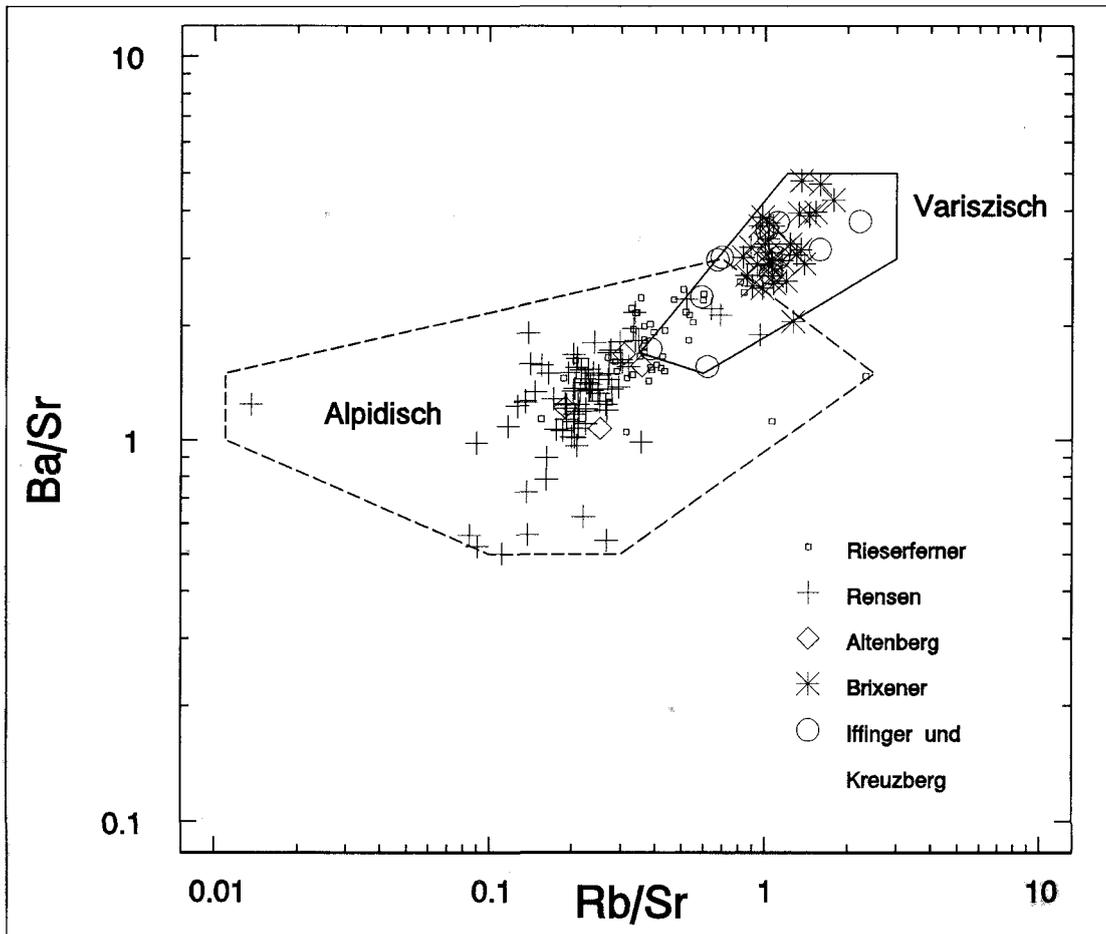


Abb. 4. Ba/Sr- vs Rb/Sr-Verhältnisse der periadriatischen Intrusiva, Daten nach BELLIENI (1978), BELLIENI et al. (1981), GYZYCKI (1977) und GRATZER (1982, 1984).

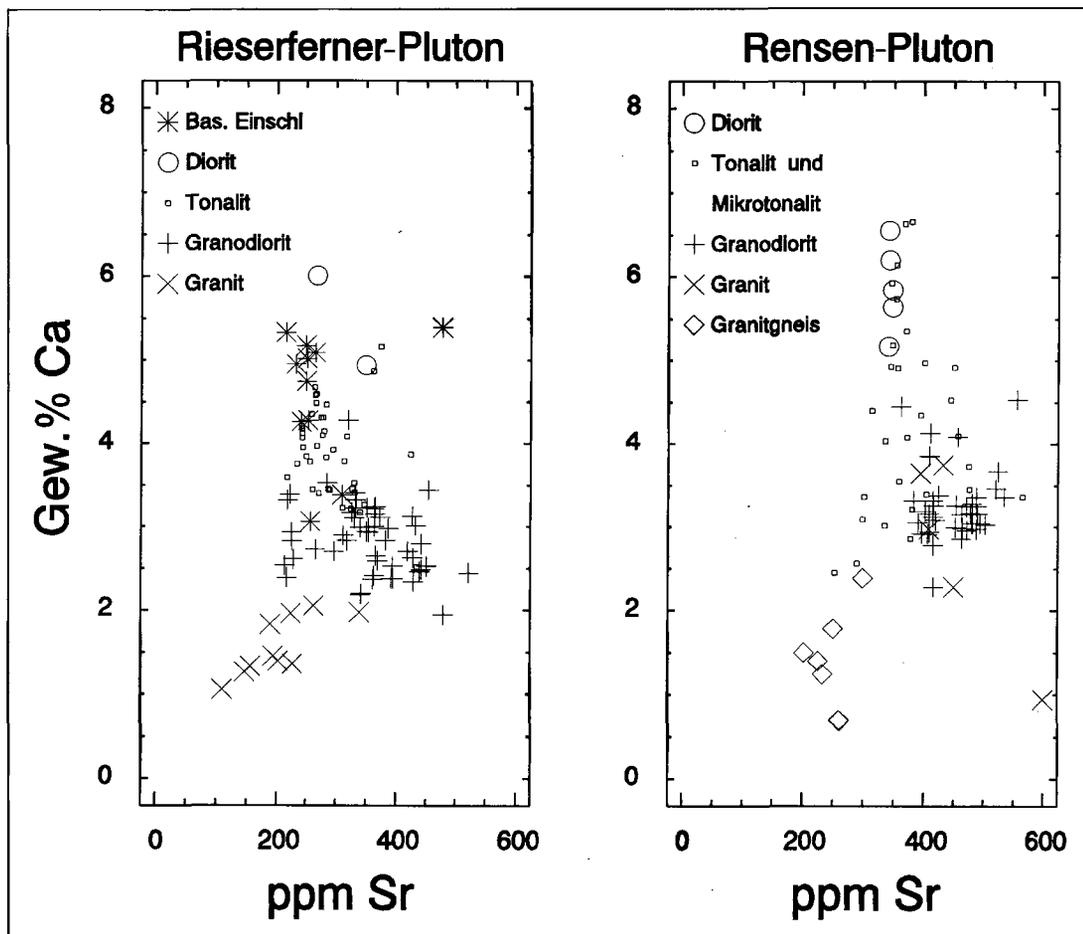


Abb. 5. Ca vs Sr für die Gesteine des Rieserferner- und Rensen-Plutons. Daten nach BELLIENI (1978), BELLIENI et al. (1981), GIZYCKI (1977) und GRATZER (1982, 1984).

Aber auch innerhalb der alpidischen Plutone, dargestellt am Beispiel der Rieserferner- und Rensen-Intrusion, sind Unterschiede zu beobachten, wobei der Rieserferner-Pluton durch höheres  $K_2O$ ,  $TiO_2$  und  $Rb/Sr$  sowie niedrigeres  $CaO$  gekennzeichnet ist (Abb. 2). Weiters lassen sich der Rieserferner- und Rensen-Pluton neben den  $Ba/Sr$ - und  $Rb/Sr$ -Quotienten noch durch das  $Na/K$ -Verhältnis gut unterscheiden (Abb. 3), da das  $Na/K$ -Verhältnis für den Rieserferner-Werte von 0,6 bis 1 und für den Rensen-Pluton  $>1$  annimmt.

### 3.2. Unterschiede zwischen Rieserferner- und Rensen-Pluton

Die großen Datenmengen für den Rieserferner- und den Rensen-Pluton erlauben auch eine detaillierte Betrachtung bezüglich einer Gliederung nach Gesteinstypen. In weiterer Folge wird nun auch noch nach folgenden Gruppen gegliedert:

- Basische Einschlüsse,
- Diorite,
- Tonalite,
- Granodiorite und
- Granite.

Im Rensen-Pluton überwiegen Tonalite und Granodiorite, im Rieserferner-Pluton sind die Granodiorite und Tonalite mengenmäßig annähernd gleich, Granite etwas seltener vertreten.

Im Diagramm Ca vs Sr (Abb. 5) läßt sich für Rensen und Rieserferner-Pluton eine Abnahme von Ca und meist eine Zunahme von Sr von Tonalit zu Granodiorit beobachten, wobei eine breitere Streuung der Daten im Bereich der

Granodiorite und Granite zu beobachten ist. Für die Granite des Rieserferner Plutons ist eine Abnahme von Ca und Sr typisch (Abb. 5). Am auffälligsten unterscheidet sich der Rensen-Pluton vom Rieserferner-Pluton durch höhere Strontiumwerte, die im Bereich von 350–600 ppm Sr liegen. Die Variationsbreite der Rieserfernergesteine reicht von 100–500 ppm Sr, wobei der überwiegende Anteil der untersuchten Proben Sr-Werte  $<350$  ppm aufweist. Gleiche Gesteine, im Sinne der Nomenklatur nach LE MAITRE (1989), des Rensen-Plutons weisen systematisch gegenüber dem Rieserferner höhere Sr-Gehalte auf. Dies bedingt bei ähnlichen Rb-Werten ein signifikant niedrigeres  $Rb/Sr$ -Verhältnis (Abb. 6).

Die Entwicklung des Rensen-Pluton weist ein relativ konstantes  $Ti/Zr$ -Verhältnis um 20 auf, wobei beide Elemente eine positive Korrelation aufweisen (Abb. 7). Im Rieserferner-Pluton folgt nur ein Teil der Proben diesem Trend, der größere Anteil der Daten zeigt für Zr-Gehalte zwischen 90–250 ppm eine Ti-Zunahme bei annähernd konstantem Zr (Abb. 7). Daraus läßt sich ableiten, daß im Rieserferner-Pluton nur einzelne Proben der Entwicklung des Rensen-Plutons mit einem  $Ti/Zr$ -Verhältnis  $\sim 20$  folgen (Abb. 7), der Großteil der untersuchten Proben hingegen einem eigenständigen Trend mit eher konstanten Zr-Werten präsentieren.

## 4. Interpretation der Ergebnisse

Zusammenfassend können folgende Unterschiede zwischen den variszischen und den alpidischen Intrusionen abgeleitet werden: Die variszischen Plutonite sind durch

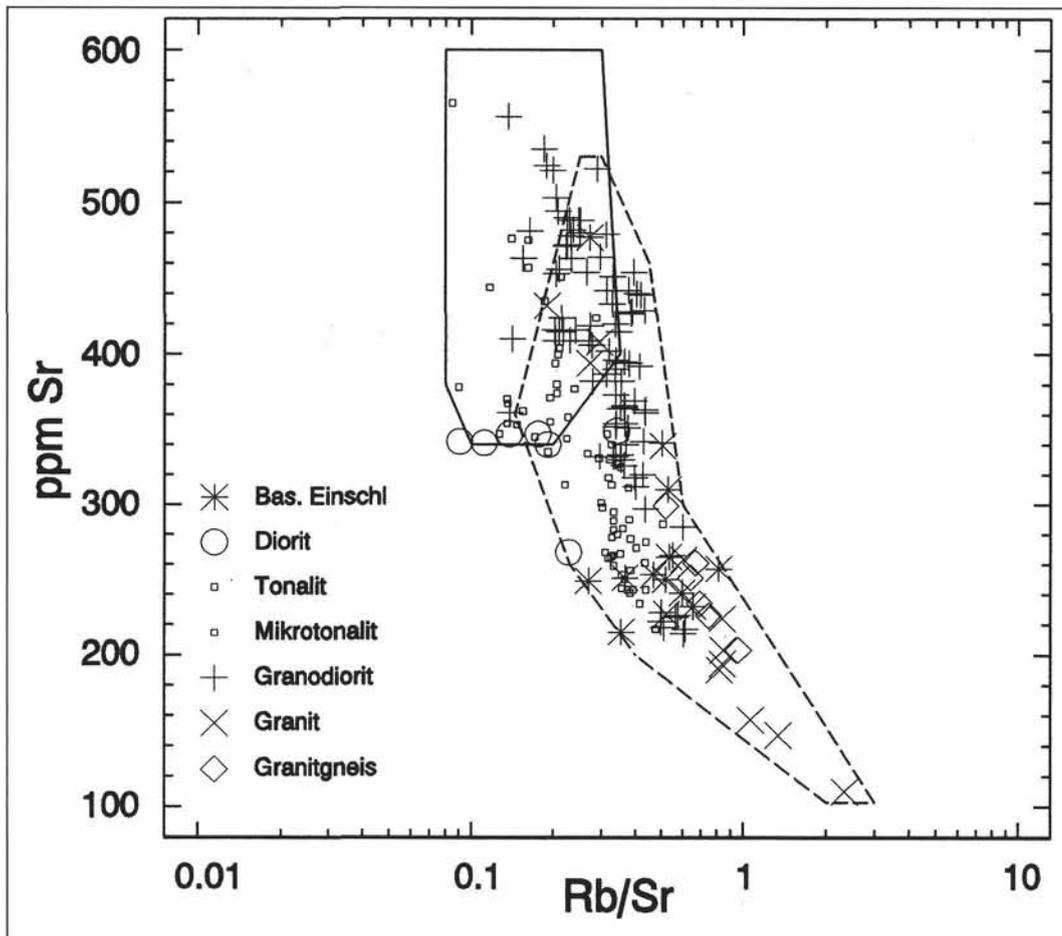


Abb. 6.  
Sr vs Rb/Sr-Quotient der Gesteine des Rieserferner (strichliertes Feld) und des Rensen-Plutons (durchgezogene Linie). Daten nach BELLIENI (1978), BELLIENI et al. (1981), GYZYCKI (1977) und GRATZER (1982, 1984).

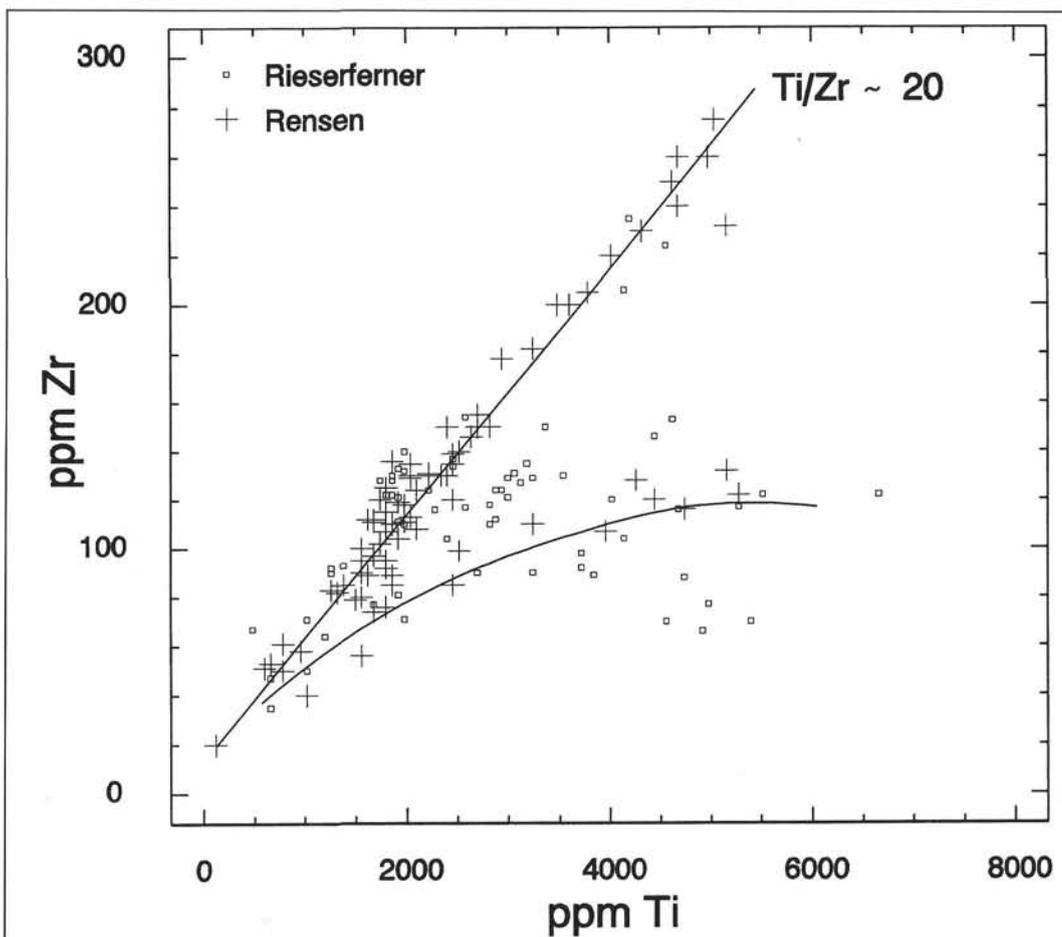


Abb. 7.  
Zr vs  $TiO_2$  für Rieserferner- und Rensen-Pluton. Daten nach BELLIENI (1978), BELLIENI et al. (1981), GYZYCKI (1977) und GRATZER (1982, 1984). Gerade Linie = Trend 1; gekrümmte Linie = Trend 2.

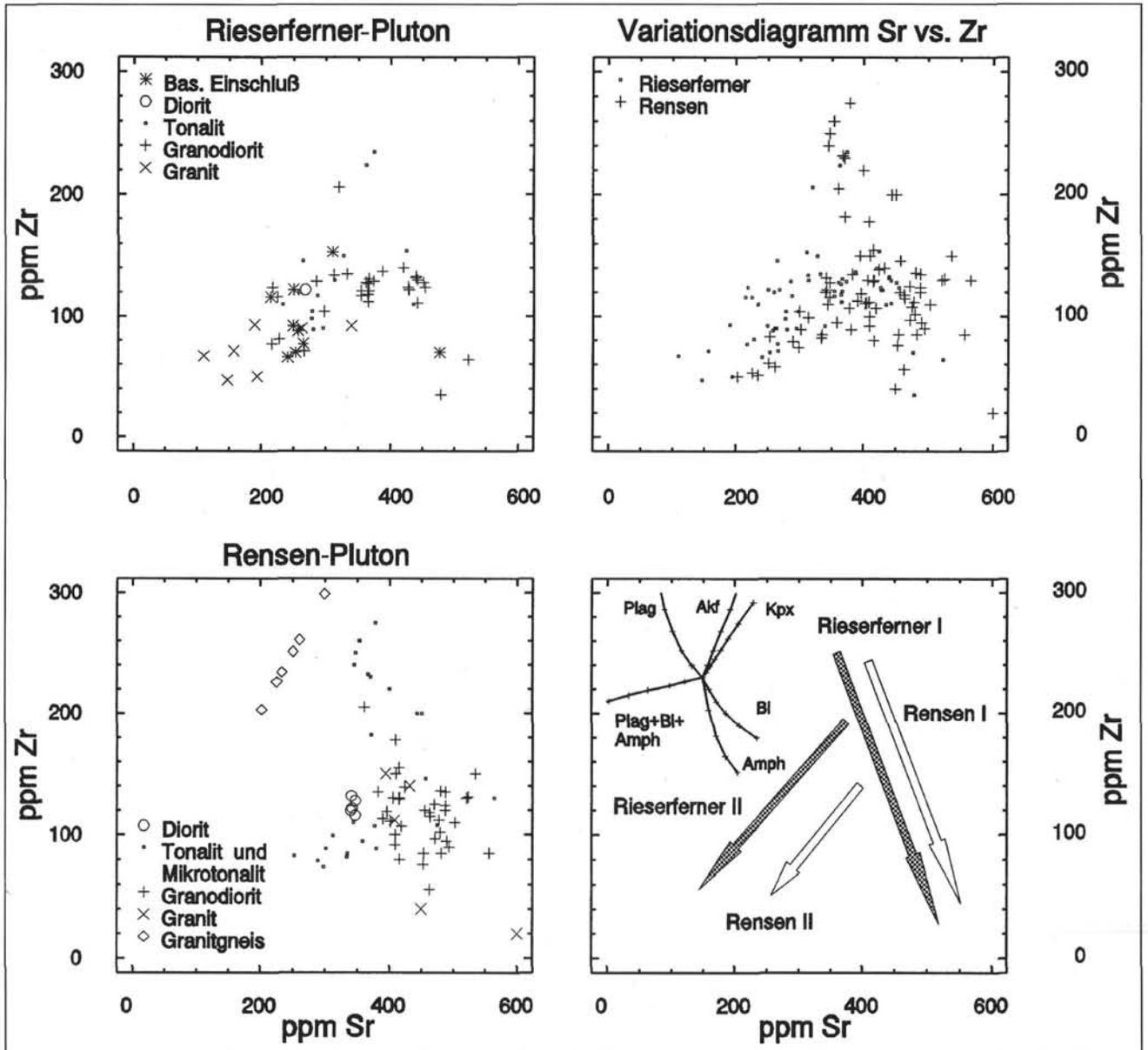


Abb. 8. Sr vs Zr-Verhältnisse für die Gesteine des Rieserferner und Rensen-Plutons, Daten nach BELLINI (1978), BELLINI et al. (1981), GYZYCKI (1977) und GRATZER (1982, 1984).

- a) Daten für den Rieserferner-Pluton, gegliedert nach Gesteinsgruppen.
- b) Daten für Rieserferner- und Rensen-Pluton, gegliedert nach Intrusionen
- c) Daten für den Rensen-Pluton, gegliedert nach Gesteinsgruppen.
- d) Fraktionierungstrends für den Rieserferner-(I und II) sowie für den Rensen-Pluton empirisch nach Abb. 8a und 8c, weiters Mineralfraktionierungsvektoren für Plagioklas (Plag), Alkalifeldspat (Akf), Klinopyroxen (Kpx), Biotit (Bi) und Amphibol (Amph) sowie ein modellierter Fraktionierungsvektor für den Rieserferner-Pluton mit (60 % Plagioklas + 20 % Biotit + 20 % Hornblende); berechnet nach ALLEGRE & MINSTER (1978), Verteilungskoeffizienten nach PEARCE & NORRY (1979), Skalierung in 10 %-Schritten.

höhere Gehalte an K, Rb, Sr und Ti gekennzeichnet und lassen sich dadurch von den alpidischen abtrennen. Dies läßt sich sehr klar aus den dargestellten Korrelationsdiagrammen (Abb. 2,3,4,5) ableiten.

Man kann dies als Argument für ein unterschiedliches geotektonisches Environment der beiden Intrusionszyklen ansehen. Für die granitischen Schmelzen der variszischen Intrusiva muß, bedingt durch deren hohe K/Rb-Verhältnisse und die hohen Al-Gehalte, als Ausgangsmaterial überwiegend S-Typ Granit und damit eher kontinentale Kruste als Bildungsort angenommen werden. Die alpidischen Plutonite zeigen im Gegensatz dazu in ihren Elementspektren eine deutliche Affinität zu I-Typ Graniten. Als Ausgangsmaterial wird zumindest für die Tonalite entweder die Aufschmelzung von basischen Gesteinen, die

Abstammung aus intermediären Magmen einer kontinentalen Unterkruste oder als Aufschmelzungsprodukt einer ozeanischen Kruste im Sinne einer Andesitbildung angenommen. (GRATZER, 1982, 1984). Nach LIU (1990, 1992) kann aus dem verbreiteten Auftreten von einem Mineral der Klinozoisit/Epidot-Gruppe als Reaktionsprodukt um die magmatischen Amphibole auf eine Magmenbildung bei Drucken über 5 kb geschlossen werden.

Entsprechend dem vorliegenden Datenmaterial soll nun der Versuch unternommen werden, am Beispiel verschiedener Korrelationsdiagramme die Beziehung zwischen der Rieserferner-Intrusion und dem benachbarten Rensen-Pluton detaillierter zu untersuchen. Die Variation der Hauptelementdaten entspricht sowohl für den Rieserferner- als auch für den Rensen-Pluton sehr gut einem Frak-

tionierungstrend. Mittels Spurenelementdaten kann aber gezeigt werden, daß für beide Intrusivkomplexe zwei unterschiedliche Trends existieren (Abb. 8). Die Entwicklung des Rieserferner-Pluton kann in Form einer intensiven Zr-Abnahme und einer Sr-Zunahme für die Entwicklung von Tonalit über Granodiorit zum Granit dargestellt werden (Abb. 8a). Eine ähnliche Entwicklung gibt es beim Rensen-Pluton (Abb. 8c). Weiters gibt es auch für Rieserferner- und Rensen-Pluton einen Entwicklungstrend von Diorit zu Tonalit und Granit (Granit nur beim Rieserferner), bei dem sowohl Zirkon als auch Strontium abnehmen. Die Entwicklungstrends, Rieserferner-I und Rensen-I, mit einer Abnahme von Zirkonium und einer Zunahme von Strontium lassen sich mittels einer Amphibol-, Biotit- oder (Amphibol+Biotit)-dominierten fraktionierten Kristallisation herleiten. Bei Benützung der Verteilungskoeffizienten von Zr und Sr für saure Magmatite nach PEARCE & NORRY (1979) sowie der Gleichungsmodelle von ALLEGRE & MINSTER (1978) sind mit diesem Entwicklungstrend gut übereinstimmende Fraktionierungsvektoren berechenbar (Abb. 8d). Die in Abbildung 8c dargestellten Granitgneise (BELLIENI et al. 1991) weisen gegenüber den übrigen Gesteinen der Rensen-Intrusion ein sehr hohes initiales  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Verhältnis auf. Ihre Entwicklung im Fraktionierungstrend ist von den übrigen Gesteine deutlich unterscheidbar und am besten durch eine Alkalifeldspatfraktionierung erklärbar (Abb. 8d)

Ein Teil der Rieserferner- und Rensen-Plutonite folgt diesen Trend mit abnehmenden Zr und Sr (Rieserferner-II und Rensen II), Abb. 8d. Derartige Entwicklungen lassen sich am besten mit einem komplexen Fraktionierungsmodell, an dem Plagioklas einen wesentlichen Einfluß hat, erklären. Als Modell für diese Fraktionierung wurde eine Zusammensetzung ( $\text{Plag}_{0.60} + \text{Bio}_{0.20} + \text{Hb}_{0.20}$ ) verwendet. Von einer dioritischen Schmelze ausgehend, erhält man nach einer Fraktionierung von 20–30 Vol. % ( $\text{Plag}_{0.60} + \text{Bio}_{0.20} + \text{Hb}_{0.20}$ ), dies würde ungefähr einer dioritischen Zusammensetzung entsprechen, oder von ( $\text{Plag}_{0.50} + \text{Bio}_{0.15} + \text{Hb}_{0.15} + \text{Qu}_{0.20}$ ), eines tonalitischen Mineralbestandes, granitische Schmelzen mit niedrigem Zr und Sr, die denen der Granodiorite und in weiterer Folgen denen der Granite entsprechen würden.

Daraus wird nun einerseits der Schluß gezogen, daß der Rensen Pluton sowie Teile der Rieserferner-Intrusion eine enge genetische Beziehung aufweisen und somit durchwegs aus derselben oder aus einer ähnlichen Schmelze abgeleitet werden können. Andererseits belegen unterschiedliche Spurenelementverhältnisse eine komplexe, mehrphasige Magmengenese für beide Intrusiva. Die Unterschiede zwischen Rieserferner- und Rensen-Pluton können nur durch unterschiedliches Ausgangsmaterial oder durch unterschiedliche Aufschmelzungsraten erklärt werden. Höhere Rb/Sr-Quotienten für den Rieserferner-Komplex lassen eine Magmenkontamination durch Krustenanatexis als durchaus mögliche Interpretation zu.

### Literatur

ALLEGRE, C.J., MINSTER, J.F. (1978): Quantitative models of trace element behavior in magmatic processes. – *Earth & Planetary Sci. Lett.*, **38**, 1–25.  
 BECKE, F. (1892): Petrographische Studien am Tonalit der Rieserferner. – *Tschermaks Min. Petr. Mitt.*, **13**, 379–464.  
 BELLIENI, G. (1977): Caratteri geobarometrici delle intrusioni granitiche del plutone delle Vedrette di Ries (Rieserferner) (Alto

Adige Orientale) alla luce dei siti sperimentali Qu – Or – Ab – An – H<sub>2</sub>O. – *Rend. Soc. Ital. Mineral. Petrol.*, **33**, 631–645.  
 BELLIENI, G. (1978): Caratteri geochimici del massiccio granodioritico tonalitico delle Vedrette di Ries (Rieserferner) – Alto Adige Orientale. – *Rend. Soc. Ital. Mineral. Petrol.*, **34**, 527–548.  
 BELLIENI, G., MOLIN, G.M. & VISONA, D. (1978): The petrogenetic significance of the garnets in the intrusive massifs of Bressanone and Vedrette di Ries (Eastern Alps – Italy). – *Neues Jahrb. Mineral. Abh.* **136**, 138–153.  
 BELLIENI, G., PECCERILLO, A. & POLI, G. (1981): The Vedrette di Ries (Rieserferner) plutonic complex: petrological and geochemical data bearing on its genesis. – *Contrib. Mineral. Petrol.* **78**, 145–156.  
 BELLIENI, G., PECCERILLO, A., POLI, G. & FIORETTI, A. (1984): The genesis of Late Alpine plutonic bodies of Rensen and Monte Alto (Eastern Alps): Inferences from major and trace element data. – *N. Jb. Miner. Abh.*, **149**, 209–254.  
 BELLIENI, G., CAVAZZINI, J., VIORETTI, A.N., PECCERILLO, A. & POLI, G. (1991): Geochemical and isotopic evidence for crystal fractionation, AFC and crustal anatexis in the genesis of the Rensen-Plutonic Complex (Eastern Alps, Italy). – *Chem. Geol.*, **92**, 21–43.  
 BÖGEL, H. (1975): Zur Literatur über die „Periadriatische Naht“. – *Verh. Geol. B.-A.*, **1975**, 163–199.  
 BORSI, S., DEL MORO, A. & FERRARA, G. (1972): Età radiometriche della rocce intrusive del massiccio di Bressanone-Ivigna-Monte Croce (Alto Adige). – *Boll. Soc. Geol. Ital.* **91**, 387–406.  
 BORSI, S., DEL MORO, A., SASSI, F.P. & ZIRPOLLI, G. (1973): Metamorphic evolution of the Austriac rocks to the south of the Tauern Window (Eastern Alps): radiometric and geo-petrological data. – *Mem. Soc. Geol. It.* **12**, 549–571.  
 BORSI, S., DEL MORO, A., SASSI, F.P. & ZIRPOLLI, G. (1978): On the age of the periadriatic Rensen massif (Eastern Alps). – *N. Jb. Geol. Paläont. Mh.*, 267–272.  
 EXNER, Ch. (1976): Die geologische Position der Magmatite des periadriatischen Lineaments. – *Verh. Geol. B.-A.*, **1976**, 3–64.  
 GYZYCKI, P.V. (1977): Petrographisch-geochemische Untersuchungen an periadriatischen Plutonen und ihren Rahmgesteinen am SW-Rand des Tauernfensters (Südtirol). – *Diss. Univ. München*, S. 154.  
 GYZYCKI, P.V. & SCHMIDT, K. (1978): Zur Genese der Plutone im SW des Tauernfensters (Ostalpen). – *N. Jb. Geol. Paläont. Mh.*, **11**, 657–673.  
 GRATZER, R. (1982): Ein Beitrag zur Petrologie der Rieserferner Intrusion in Ost- und Südtirol. – *Diss. Univ. Wien*, S. 91.  
 GRATZER, R. (1984): Ein Beitrag zur Petrologie der Rieserferner Intrusion in Ost- und Südtirol. – *Mitt. Ges. Bergbaustud. Österr.* **30/31**, 319–342.  
 GRATZER, R., KOLLER, F. (1990): Geochemischer Vergleich Variszischer und alpidischer Intrusivkörper entlang dem periadriatischem Lineament. – *Mitt. Österr. Min. Ges.*, **135**, 29–31.  
 GRAUERT, B., SEITZ, M.G. & SOPTRAJANOVA, G. (1974): Uranium and lead gain of detrital zircon studied by isotopic analyses and fission-track mapping. – *Earth. Planet. Sci. Lett.* **21**, 389–399.  
 LE MAITRE, R.W. (1989): A classification of igneous rocks and glossary of terms. – *Oxford (Blackwell)* 193 S.  
 LIU, J.G. (1990): Stabilities and compositional variations of natural epidotes. – *Mitt. Österr. Min. Ges.* **135**, 51–53.  
 LIU, J.G. (1992): Stabilities of natural epidotes. – *Jb. Geol. B.-A. Wien*, im Druck.  
 MORGANTE, S. (1974): Il massiccio granitico di Bressanone. – *Mem. Mus. Trid. Sc. Nat.*, 37–38, 67–157.  
 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.  
 PROCHASKA, W. (1980): Der Kontakthof der Rieserfernerintrusion in Ost- und Südtirol. – *Diss. Univ. Wien*, S. 88.  
 SCHMIDEGG, O. (1936): Steilachsige Tektonik und Schlingenbau auf der Südseite der Tiroler Zentralalpen. – *Jb. Geol. B.-A.*, **86**, 115–149.  
 SCHWINNER, R. (1947): Homologien und Analogien in der Tektonik der Ostalpen. – *Jb. Geol. B.-A.*, **90**, 3/4, 95–115.