

# Mineralogisch-petrographische, geochemische und isotopengeologische Untersuchungen an einem Meta-Lamprophyr und seinem granodioritischen Nebengestein (Matorello-Gneis) aus der Maggia-Decke

Autor(en): **Steiner, H.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische mineralogische und petrographische Mitteilungen  
= Bulletin suisse de minéralogie et pétrographie**

Band (Jahr): **64 (1984)**

Heft 1-2

PDF erstellt am: **17.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-49544>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# **Mineralogisch-petrographische, geochemische und isotopengeologische Untersuchungen an einem Meta-Lamprophyr und seinem granodioritischen Nebengestein (Matorello-Gneis) aus der Maggia-Decke.**

von *H. Steiner\**

## **Abstract**

The crystalline rocks of the Pennine Maggia Nappe (Swiss Central Alps) underwent Alpine metamorphism under lower amphibolite facies conditions. Local chemical exchanges during Alpine times can be detected in the contacts between chemically distinct rocks. Small (200 g) whole rock samples of a section across a lamprophyre into the granodioritic Matorello-Gneisses revealed that a new Sr equilibrium was established around  $16.8 \pm 0.9$  Ma. This Rb-Sr whole rock isochron age corresponds to the regional biotite cooling age. The country rock of the lamprophyre was contaminated with Sr from the dyke. The primary initial  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  ratio of the lamprophyre must have been considerably below 0.7085 (present value) considering a possible mantle contribution to the basic dyke.

*Keywords:* granodiorite, lamprophyre, isotope geochemistry, Rb-Sr ages, K-Ar ages, Pennine Alps

## **Einführung**

Das Untersuchungsgebiet befindet sich nördlich des Poncione dei Laghetti, (Landeskarte der Schweiz 1:25000, Blatt 1251 Val Bedretto), im Kanton Tessin.

Die Region des Maggia-Kopfes (Stirnpartie der penninischen Maggia-Decke, Zentralalpen) ist bereits mehrfach beschrieben worden.

In GÜNTHERT et al. (1976) werden neben geochemischen erste isotopengeologische Daten präsentiert. Die konkordanten U-Pb Alterswerte um 300 Ma der Zirkone aus dem Matorello-Gneis werden als Bildungsalter interpretiert.

Die älteste Deformation der granitoiden Kerngesteine in der Maggia-Decke (Matorello-Gneise) wird von RAMSEY & GRAHAM (1970), RAMSAY & ALLISON

---

\* Abteilung für Isotopengeologie, Universität Bern, Erlachstr. 9a, CH-3012 Bern.

(1979) und SIMPSON (1982) als heterogene einfache Scherung erkannt und dem alpinen Zyklus zugeordnet. Eine zweite Faltungsphase führt zur Bildung von Isoklinalfalten. Nach dem Höhepunkt der tertiären Metamorphose in Amphibolitfazies werden die Gesteine durch die regionale Rückfaltung erneut deformiert.

Durch die Deformation und die Metamorphose sind die Kontakte zwischen den prämesozoischen Kerngesteinen und den prämesozoischen, polymetamorphen Rahmengesteinen (Glimmerschiefer, Gneise, Amphibolite) verwischt worden. Lediglich im Bereich von Laghetti ist innerhalb der Kerngesteine eine intrusive Abfolge nachweisbar.

Der zentrale Diorit wird durch das Eindringen des Granodiorits randlich in Schollen zerlegt. Im Granodiorit treten neben Dioritxenolithen zahlreiche Aplite und basische Gänge auf.

### Problemstellung

Anhand eines geochemischen Profils über einen Lamprophyr ins granodioritische Nebengestein (Matorello-Gneis) soll der Einfluss der alpinen Metamorphose im Bereich chemisch verschiedener Gesteine untersucht werden.

Zudem sollen Rb-Sr Gesamtgesteinsanalysen an Kleinbereichsproben Auskunft darüber geben, ob zu irgendeiner Zeit eine Sr-Homogenisierung zwischen den beiden Gesteinen stattgefunden hat. Dabei würde das initiale  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Verhältnis wichtige Hinweise zur Genese des Lamprophyrs liefern.

## 2. Mineralogie und Petrographie

Bei den semiquantitativen Rb-Sr-Voranalysen an Bohrkernen aus verschiedenen basischen Gängen von Laghetti, die freundlicherweise von Herrn DR. A. GÜNTHERT zur Verfügung gestellt wurden, hat sich ein Gang als besonders günstig für eine Datierung erwiesen.

In der strukturgeologischen Detailkarte von RAMSAY & ALLISON (1979) ist der bezeichnete Gang als ost-west streichender, von der Deformation wenig erfasseter Lamprophyr eingezeichnet. Er zeigt gegenüber den anderen Gängen wesentlich erhöhte Rb/Sr-Verhältnisse. Auch mineralogisch nimmt er durch den sehr hohen Biotitgehalt eine Sonderstellung ein. Ein gewisser Nachteil für die radiometrische Altersbestimmung ergibt sich aus seiner geringen Mächtigkeit von lediglich 10 bis maximal 40 cm. Als deutlich jüngstes Element der Abfolge durchtrennt und versetzt er Aplite und Dioritxenolithe im Matorello-Gneis. Der scharfe Kontakt zwischen Gang- und Nebengestein impliziert das Eindringen einer Schmelze in ein festes Nebengestein.

Am Westende wurden im Abstand von 10 cm zwei Bohrprofile durch den hier etwa 40 cm breiten Gang gelegt. Alle gezogenen Kerne weisen einen Durchmesser von 3.5 cm auf und sind durchschnittlich 15 cm lang. Beide Profilerien bestehen aus je sieben Bohrkernen. Dazu wurden insgesamt fünf Kerne aus dem Nebengestein gezogen. Ihr maximaler Abstand zum Lamprophyr beträgt 15 cm.

Bereits die Rb-Sr Voranalysen zeigten eine starke, jedoch kontinuierliche Variation der Rb/Sr-Verhältnisse über den Gang.

### **Makroskopische Merkmale**

- Durch seine grobtafeligen, in einer hellen Quarz-Feldspatmatrix schwimmenden Individuen verleiht der Biotit dem Gestein eine «gabbroide» Textur.
- Hornblende tritt in feinkörnig-filzigen, bis 2 cm grossen augigen Domänen von hellgrüner Farbe auf.
- Epidot-Klinozoisit ist als honiggelbes, körniges Mineralaggregat bevorzugt in biotitreichen Partien vorhanden.

### **Mikroskopische Beschreibung**

1. Biotit: Die groben Biotitblättchen sind leistung ineinander verwachsen. Vereinzelt sind sie entlang von Spaltrissen in Chlorit umgewandelt. Einschlüsse sind: Epidot-Klinozoisit, Titanit, Zirkon.

2. Hornblende: Eine alte, ehemals grossflächige Hornblende ist anhand gleichauslöschender reliktscher Inseln zu erkennen. Sie wird von einer jüngeren, schwach grün pleochroitischen Hornblendegeneration mit hypidiomorphen Leisten richtungslos überwachsen. Zusammen bauen sie als filziges Gewebe (Uralit?) die makroskopisch grünen Flecken auf, welche stets auch Quarz, Carbonat, Titanit und vereinzelt Epidot-Klinozoisit enthalten.

3. Kalifeldspat: Einerseits sind es einschlussreiche xenomorphe Körner mit verschwommener Mikroklingitterung, andererseits verdrängen einschlussfreie neugewachsene Kalifeldspatsäume den Biotit.

4. Quarz: Quarz ist fein bis mittelkörnig rekristallisiert. Die Korngrenzen sind gerade bis leicht gebogen.

5. Carbonat: z. T. zwickelfüllend im Verband mit Hornblende, daneben tafelig.

6. Epidot-Klinozoisit: Meist zonar gebaute Individuen (Rand = Epidot, Kern = Klinozoisit) mit deutlichem Trend zur Idiomorphie.

Akzessorien sind: Plagioklas, Titanit, Zirkon.

### **3. Geochemie**

Von 13 Gang- und fünf Nebengesteinsproben wurden die Haupt- und Spurenelemente mit der Röntgenfluoreszenzmethode bestimmt.

Der normative Mineralbestand wurde nach BARTH & NIGGLI (Katanorm) berechnet und für den Lamprophyr zunächst dem primären Mineralbestand

gleichgesetzt. Der tatsächliche, heute vorliegende Mineralbestand kann durch die Berechnung der Mesonorm (Bi-Hbl-Variante) angenähert bestimmt werden (siehe Tab. 1).

Tab. 1 Chemische Analysen und Barth-Niggli Normen des Meta-Lamprophyrs KAW 2063 (n=13), der Mato-relo-Gneise (n=9) und des Nebengesteins (n=5).

## KAW 2063

Gew.-%	Mittelwert	ppm	Mittelwert
SiO <sub>2</sub>	49.42	Cr	618
TiO <sub>2</sub>	0.93	Ni	209
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13.76	Co	43
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.37	Rb	227
FeO	4.71	Sr	82
MnO	0.15	Zr	136
MgO	10.34	Ba	782
CaO	7.63		
Na <sub>2</sub> O	0.07		
K <sub>2</sub> O	5.47		
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.27		
H <sub>2</sub> O+	1.63		
CO <sub>2</sub>	1.01		
	-----		
Total	98.76		

	KAW 2063 (Kata) n=13	KAW 2063 (Meso) n=13	Mto-Gneise (Kata) n=9	NG (Mto-Gneise) (Kata) n=5
Qz	0.00	12.00	25.89	24.23
Or	33.24	12.19	19.47	11.92
Ab	0.63	0.63	31.53	39.66
An	21.59	16.49	15.39	15.27
Di	6.74	0.00	0.00	0.00
Hy	29.35	0.00	4.23	5.53
Ca	2.63	2.63	0.64	0.79
Mt	3.62	3.62	1.84	1.51
Il	1.33	0.00	0.63	0.68
Ap	0.75	0.75	0.38	0.41
Ol	0.12	0.00	0.00	0.00
Hbl	0.00	15.30	0.00	0.00
Bi	0.00	33.68	0.00	0.00
Tn	0.00	2.71	0.00	0.00

Im Dreieck Or+Lc — Ab+An+Ne — Ol+Pyx+Mt+Il nach WIMMENAUER (1973) fallen die darstellenden Punkte ins Feld der Minetten.

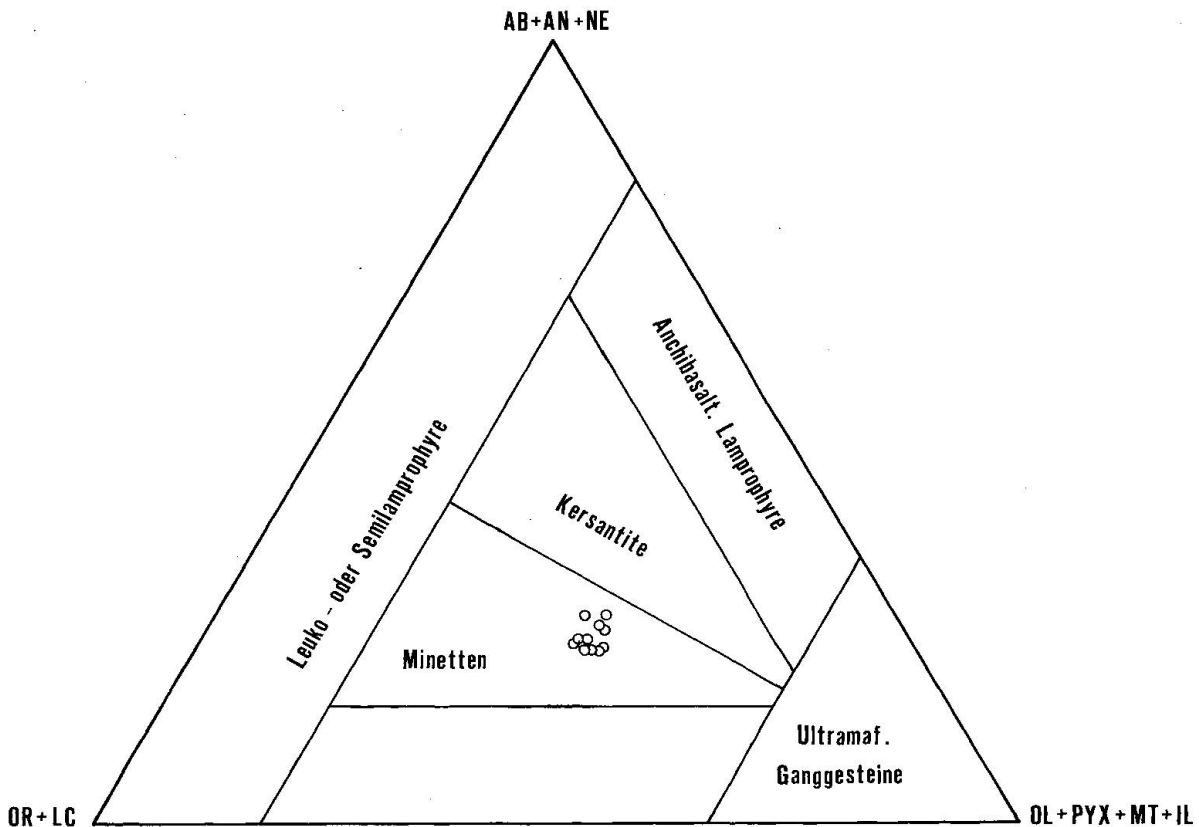


Fig. 1 Darstellung des Meta-Lamprophyrs KAW 2063 im Dreieck Or+Lc — Ab+An+Ne — Ol+Pyx+Mt+Il nach WIMMENAUER, 1973.

Der untersuchte Lamprophyr weist einen überdurchschnittlich hohen Mg-Gehalt auf.  $\text{Na}_2\text{O}$  ist nur in sehr geringen Mengen vorhanden.

Während die Gehalte der basaltophilen Elemente Cr, Ni und Co im Streubereich der Literaturwerte liegen, zeigen die granitophilen Elemente Ba und Sr grosse Abreicherungen.

Im Unterschied zu den Minetten der Literatur (Bsp. Schwarzwald), erlebte KAW 2036 eine postintrusive regionalmetamorphe Überprägung.

Somit ist es naheliegend, die beobachteten Differenzen einer Mobilität der granitophilen Elemente während der alpinen Metamorphose zuzuschreiben.

Dies wird durch die Verteilung der kritischen Elemente im Profil Lamprophyr-Nebengestein verdeutlicht.

In Figur 2 sind die Konzentrationen einiger Haupt- und Spurenelemente in Abhängigkeit ihrer Position im Lamprophyr anhand einer Profilsreihe dargestellt. Dazu kommen die Werte von fünf Nebengesteinsanalysen. An Nebengesteinsproben (Handstücke), welche in unterschiedlichen Distanzen zum Lamprophyr gesammelt worden sind, wurden semiquantitative Rb- und Sr-Bestimmungen (XRF) und flammenfotometrische K- und Ba-Bestimmungen durchgeführt.

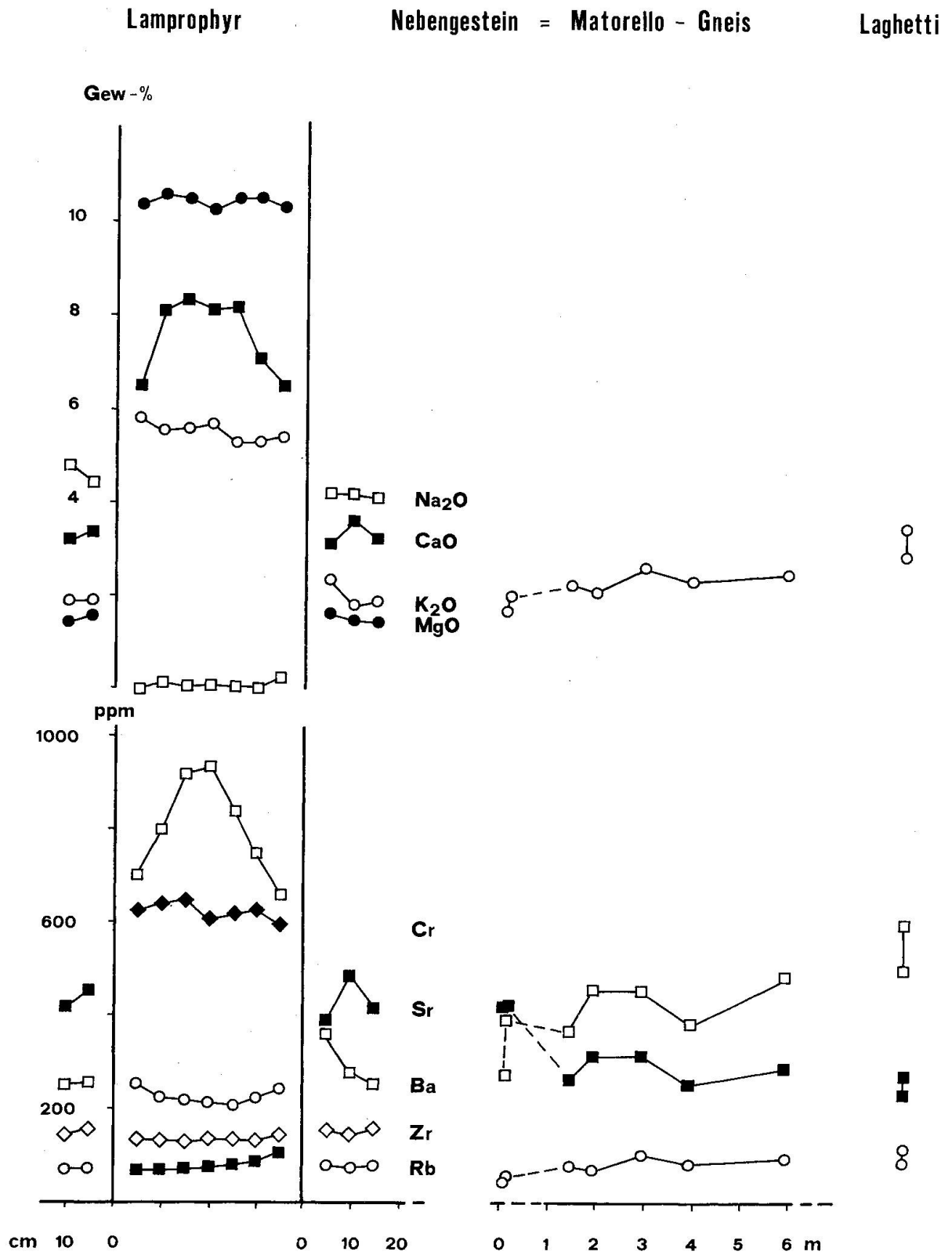


Fig. 2. Geochemisches Profil durch den Meta-Lamprophyr KAW 2063 ins Nebengestein (Matorello-Gneis).

Ebenfalls angegeben sind die Streubereiche der Elemente K, Ba, Rb und Sr aus einigen Matorello-Gneis Grossproben von Laghetti.

Deutliche Trends zeichnen sich im Gang für Ba, Rb und Ca ab. Das Sr zeigt eine asymmetrische Verteilung mit möglicher Anreicherung gegen den Rand hin. Bemerkenswert ist der gegensätzliche Verlauf von Ba und Sr im Nebengestein.

Hier nehmen über einen Bereich von 6 Metern die Konzentrationen von Ba (450→300 ppm), Rb (100→80 ppm) und K (2.5→2.0%) zum Gang hin ab. Gleichzeitig steigen die Sr-Werte von 300 auf 450 ppm an.

Sr: Eine Zufuhr von Sr aus dem Lamprophyr ins Nebengestein belegen die massenspektrometrischen Analysen der Proben KAW 2036/11–15.

K und Rb: Durch den allerdings wenig ausgeprägten Verlauf von K und Rb im Nebengestein wird eine mögliche Migration dieser Elemente in den Lamprophyr hinein angedeutet.

Ba: Die höchste Ba-Konzentration von 950 ppm ist in der Gangmitte zu finden. Gegen den Rand zu sinkt der Wert symmetrisch auf 650 ppm ab. In Gangnähe erreicht der Ba-Gehalt im Nebengestein den Tiefstwert von ca. 300 ppm, um mit zunehmender Entfernung allmählich auf 400–500 ppm anzusteigen.

Das beobachtete Ba-Defizit in Gangnähe läuft parallel mit der Verarmung des Nebengesteins an K-haltigen Mineralphasen. Während der Alkalifeldspatgehalt deutlich abnimmt, ist Hellglimmer überhaupt nicht mehr vorhanden.

Der präalpin intrudierte Lamprophyr wird von den alpinen Deformationen kaum erfasst. Die beobachteten Austauschvorgänge zwischen Meta-Lamprophyr und Nebengestein stehen in engem Zusammenhang mit der alpinen Rekristallisation. Die Temperaturerhöhung und die Anwesenheit einer fluiden Phase ermöglichen die Mobilität gewisser Elemente über kurze Distanzen (dm) im Übergangsbereich chemisch unterschiedlicher Gesteine.

## 4. Geochronologie

### 4.1 RB-SR GESAMTGESTEINSANALYSEN

Von acht Bohrkernen der Dimension 0.2 dm<sup>3</sup> aus dem Lamprophyr wurde je ein Aliquot für die Rb-Sr Gesamtgesteinsanalyse aufbereitet.

Das Alter der gut definierten Kleinbereichsisochrone beträgt  $16.8 \pm 0.9$  Ma ( $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Initial =  $0.70847 \pm 0.0001$ ).

Weil nun auch die fünf analysierten Nebengesteinsproben derselben Probengrösse praktisch auf der Lamprophyrkleinbereichsisochrone liegen (Fig. 3), muss eine gemeinsame Sr-Homogenisierung stattgefunden haben.

Im Abschnitt Geochemie wird die Umverteilung der mobilen Elemente K, Rb, Sr und Ba dem alpinen Geschehen zugeordnet. Es ist also kaum anzuneh-



## Rb-Sr Gesamtgestein Lamprophyr Laghetti

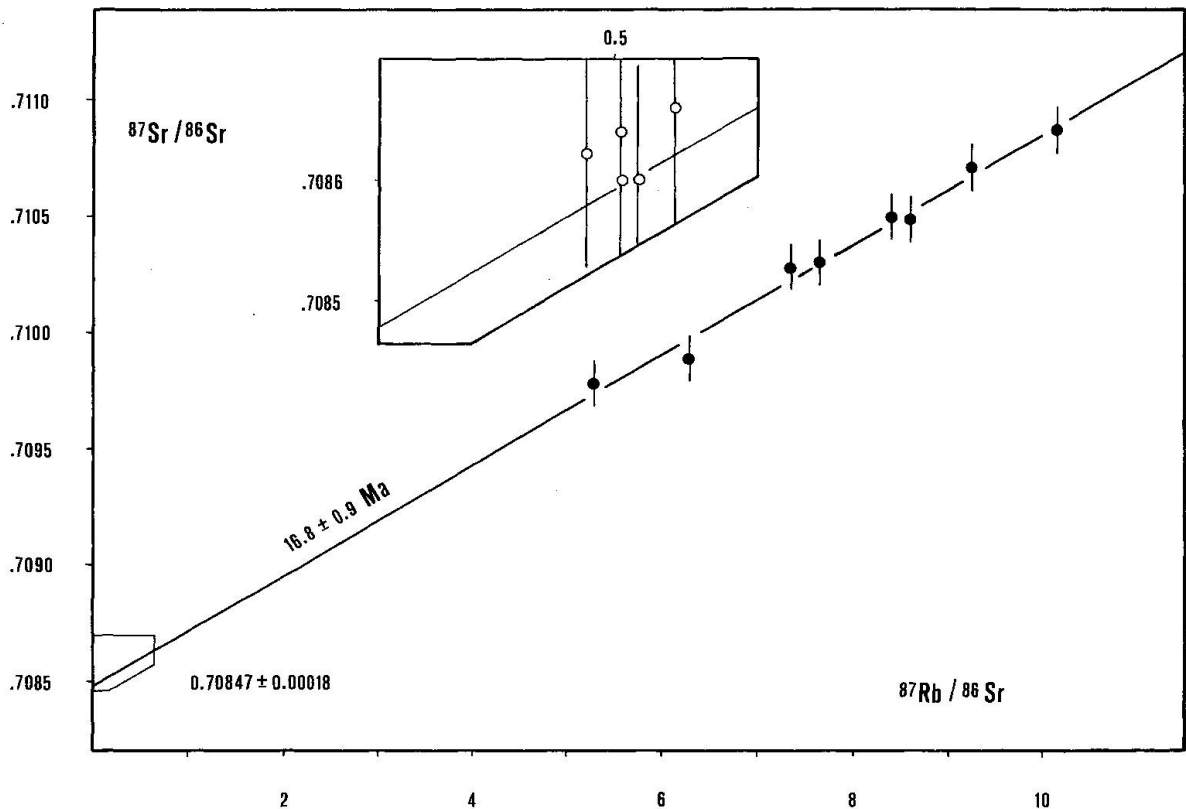


Fig. 3 Rb-Sr Gesamtgesteinsisochrone der Kleinbereichsproben aus dem Meta-Lamprophyr KAW 2063 (gefüllte Kreise) und dem Nebengestein (offene Kreise).

men, dass bereits bei der präalpinen Intrusion des Lamprophyrs ein Sr-Gleichgewicht zwischen Gang- und Nebengestein erreicht worden ist. Das vergleichsweise tiefe  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Verhältnis der Nebengesteinsproben von 0.7086 gegenüber durchschnittlich 0.7132 der Matorello-Grossproben von Laghetti kann nur durch Kontamination mit Strontium aus dem Lamprophyr erklärt werden, wobei das  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Verhältnis des zugeführten Strontiums  $< 0.7086$  gewesen sein muss.

Der Wert von 0.7086 würde der Sr-Isotopenzusammensetzung der Matorello-Gneise vor ca. 260 Ma entsprechen.

## 4.2 ZUR PROBLEMATIK VON KLEINBEREICHISISOCHRONEN

Wird durch ein sekundäres thermisches Ereignis eine primäre Rb-Sr Systematik gestört, ohne dass dabei in der gewählten Systemgröße eine vollständige Sr-Homogenisierung eintritt, besteht die Möglichkeit, mit Kleinbereichsproben das zweite Ereignis zu erfassen.

Dies ist dann der Fall, wenn durch die Systemgrößenreduktion das Volumen unterschritten wird, in welchem während des späteren Ereignisses ein Sr-Gleichgewicht erreicht wurde. Eine Schwierigkeit ergibt sich aus der Tatsache, dass nicht alle Mineralphasen gleichzeitig bezüglich Rb-Sr zum geschlossenen System werden. Mit der Kleinbereichsisochrone kann angenähert das Ende der Umverteilung von radiogenem Sr datiert werden, also das Abkühlalter der letztschließenden Mineralphasen.

#### Interpretation der Lamprophyrkleinbereichsisochrone

Während der Hauptphase der tertiären Metamorphose wird durch das bestehende Stoffgefälle im Kontaktbereich Lamprophyr-granodioritisches Nebengestein ein Austausch mobiler Elemente unter Anwesenheit einer fluiden Phase ermöglicht. Dabei wird das Nebengestein mit Sr aus dem Lamprophyr kontaminiert.

Während der Abkühlung wird weiterhin radiogenes  $^{87}\text{Sr}$  aus den Rb-reichen Mineralphasen herausgelöst und im Lamprophyr wahrscheinlich von Calcit und Epidot eingefangen.

Die separierten Mineralien der Lamprophyrkleinbereichsprobe KAW 2063/8 liegen im Nicolaysen-Diagramm nicht auf einer Geraden (siehe Fig. 4).

#### Rb-Sr Mineralanalysen KAW 2063/8 (Lamprophyr)

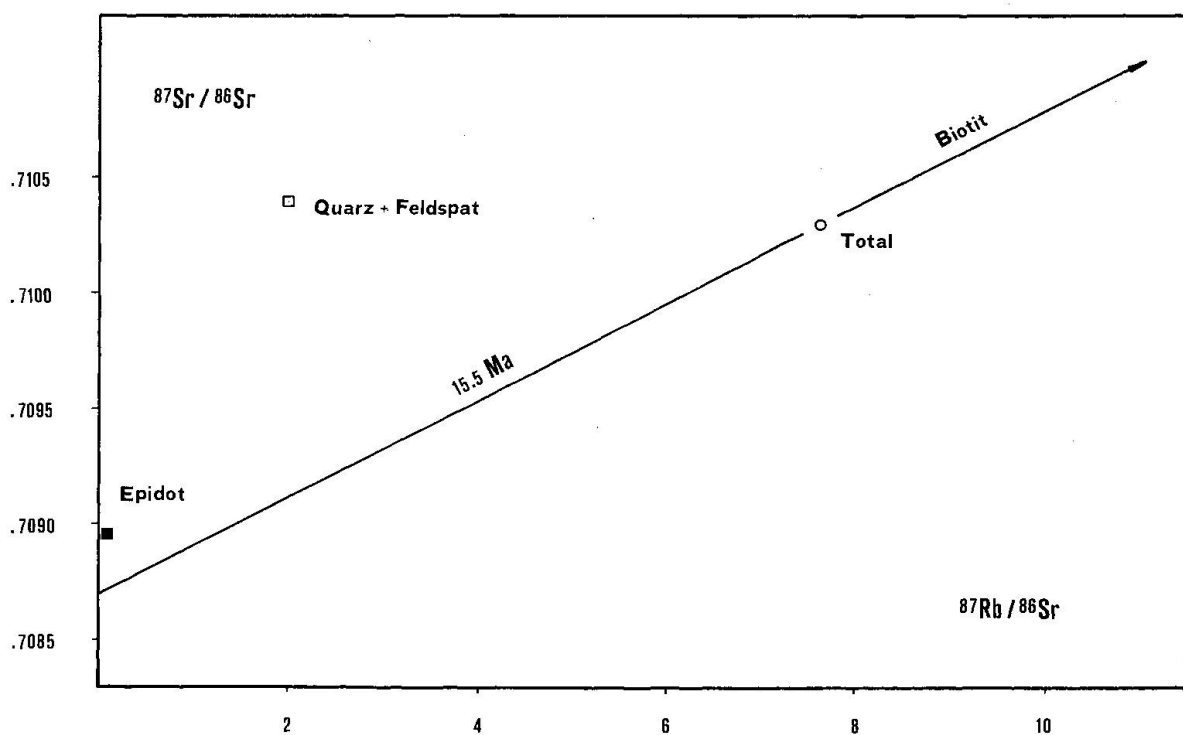


Fig. 4 Rb-Sr Mineralanalysen aus dem Meta-Lamprophyr KAW 2063.

Da weder Quarz, Plagioklas noch Alkalifeldspat als reine Konzentrate vorliegen, und neben Hornblende auch der wichtige Sr-Träger Calcit nicht abgetrennt werden konnte, wird auf eine Interpretation der Mineralanalysen verzichtet.

Das Gesamtgesteinsalter des Lamprophyrs wird durch den Hauptrubidiumträger Biotit bestimmt. Da das Isochronenalter in etwa dem Biotitabkühler entspricht, ist die Gesamtgesteinsisochrone faktisch eine Biotitisochrone. Sämtliche analysierte Biotite, auch diejenigen der Nebengesteinsproben, ergeben gesamtgesteinskorrigiert das regionale Biotitabkühlalter.

#### 4.3 ZUSAMMENFASSUNG

Die Gesteine der penninischen Maggia-Decke unterlagen während der alpinen Metamorphose den Bedingungen der unteren Amphibolitfazies. Die Rekristallisation verlief weitgehend isochemisch. Einzig im Bereich chemisch unterschiedlicher Gesteine, beispielsweise im Übergangsbereich Lamprophyrgranodioritisches Nebengestein (Matorello-Gneis) sind lokal Elementumverteilungen feststellbar.

Durch isotopengeologische Untersuchungen konnte mit der Rb-Sr-Methode an Kleinbereichsproben gezeigt werden, dass eine vollständige Sr-Homogenisierung zwischen einem Lamprophyr und seinem granodioritischen Nebengestein stattgefunden hat.

Die gemeinsame Gesamtgesteinsisochrone mit dem Alter von  $16.8 \pm 0.9$  Ma datiert den Zeitpunkt, bei dem alle Mineralphasen bezüglich Rb-Sr zum geschlossenen System wurden.

Die Rb-Sr Kleinbereichsisochrone ist faktisch eine Biotitisochrone und stimmt mit dem regionalen Biotitabkühlalter überein.

Aus den geochemischen Daten des untersuchten Metalamprophyrs geht die Vielschichtigkeit des Lamprophyr-Problems deutlich hervor.

Unabhängig von den durch die alpin regionalmetamorphe Überprägung hervorgerufenen Austauschvorgänge bleiben folgende Fakten erhalten:

Eine Krustenaffinität beweisen die Elementkonzentrationen von Ba, Rb und Sr, während die Gehalte von Cr, Ni und Co Mantelherkunft andeuten.

Durch die Rb-Sr Analysen konnte gezeigt werden, dass das initiale  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Verhältnis des Lamprophyrs tiefer als 0.7085 gewesen sein muss, was als Argument für die Beteiligung von Mantelmaterial gewertet werden kann.

#### Verdankungen

Ich danke Frau Prof. E. Jäger und PD Dr. J.C. Hunziker für die mir gewährte Unterstützung. Dr. R. Oberhänsli bin ich dankbar für Literaturhinweise zum Thema «Lamprophyre».

## Literaturverzeichnis

- FREY, M., BUCHER, K., FRANK, E., MULLIS, J. (1980): Alpine Metamorphism along the Geotraverse Basel-Chiasso - a review. - *Eclogae geol. Helv.* 73/2, 527-546.
- GÜNTHER, A. (1954): Beiträge zur Petrographie und Geologie des Maggia-Lappens (NW-Tessin). - *SMPM* 34, 1-159.
- GÜNTHER, A., STERN, W.B., SCHWANDER, H. (1976): Isochemische Granitgneisbildung im Maggia-Lappen (Lepontin der Zentralalpen). - *SMPM* 56/1, 105-143.
- HÄNNY, R., GRAUERT, B., SOPTRAJANOVA, G. (1975): Paleozoic Migmatites Affected by High-Grade Tertiary Matamorphism in the Central Alps (Valle Bodengo, Italy). - *Contr. Mineral. Petrol.* 51, 173-196.
- JÄGER, E. (1970): Rb-Sr Systems in Different Degrees of Metamorphism. - *Eclogae geol. Helv.* 63, 163-172.
- JÄGER, E., NIGGLI, E., WENK, E. (1967): Rb-Sr-Altersbestimmungen an Glimmern der Zentralalpen. *Beitr. Geol. Karte der Schweiz N.F.*, 134, 67 S.
- KÖPPEL, V., GÜNTHER, A., GRÜNENFELDER, M. (1981): Patterns of U-Pb zircon and monazite in polymetamorphic units of the Swiss Central Alps. - *SMPM* 61, 97-120.
- KRAMER, W. (1976): Genese der Lamprophyre im Bereich der Fichtelgebirgisch-Erzgebirgischen Antiklinalzone. - *Chem. Erde* 35, 1-49.
- LIPPOLT, H.J., BARANYI, I., RACZEK, I. (1975): Isotopische Untersuchungen an Lamprophyren des Südschwarzwaldes. - *Fortschr. Miner.* 53/1.
- MÜLLER, H. (1982): Petrographie und Geochemie von Lamprophyren des Schwarzwaldes. - *Diplom. Univ. Freiburg i.Br.*
- RAMSAY, J.G., GRAHAM, R.H. (1970): Strain variations in shear belts. - *Canad. J. Earth Sci.* 7, 786-813.
- RAMSAY, J.G., ALLISON, I. (1979): Structural analysis of shear zones in an Alpinised Hercynian Granite. - *SMPM* 59/3, 251-279.
- SIMPSON, C. (1982): The structure of the northern lobe of the Maggia Nappe, Ticino, Switzerland. - *Eclogae geol. Helv.* 75/3, 495-516.
- WIMMENAUER, W. (1973): Lamprophyre, Semilamprophyre und anchibasaltische Ganggesteine. - *Fortschr. Miner.* 51/1, 3-67.

Manuskript eingegangen 16. April 1984