©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Jb. Geol. B.-A.	ISSN 0016-7800	Band **133**	Heft 2	S. 365-384	Wien, August 1990

Die petrogenetische Deutung der Zirkonmorphologie einiger porphyritischer Ganggesteine der östlichen Zentralalpen

Von PETER TONDAR, ANDREAS NEUMAIR & GEORG TROLL*)

Mit 16 Abbildungen, 2 Tabellen und 3 Tafeln

Osttirol
Südtirol
Zentralalpen
Ganggesteine
Zirkon
Zirkontypologie
Zirkonmorphologie

Österreichische Karte 1 : 50.000
Blätter 171, 179

Inhalt

Zusammenfassung 365
Abstract 365
1. Einführung 365
2. Die Zirkonuntersuchungen 367
2.1. Aufbereitung und Präparation 367
2.2. Zirkontypologie 368
2.3. Durchlichtbeobachtungen 370
2.4. Kristallängen und -breiten 372
3. Ergebnisse 373
4. Interpretation 377
Dank 377
Literatur 384

Zusammenfassung

Vier tonalitische bis granitische kalkalkalische Ganggesteine aus den Ostalpen können aufgrund von Durchlicht- und rasterelektronenmikroskopischen Beobachtungen ihrer Zirkonpopulationen als Mantelmaterial, das Kruste assimilierte, eingestuft werden. Während der magmatischen Entwicklungsphasen bis zur Erstarrung der Ganggesteine entstanden Zirkonpopulationen, die sich in ihren Außenflächenverhältnissen und Innenbau unterscheiden. Dies läßt auf unterschiedliche Geneseverläufe (Magmenentwicklung und Abkühlung) schließen. Aufgenommene populationsfremde Zirkone (z.B. Nebengesteinszirkone) wurden nicht gesichtet. Ein Flasergneis aus dem Altkristallin der Sesvennagruppe (westliche Ötztaler Masse) konnte mit denselben Methoden als anatektisches Material (ehemaliger S-Typ Granit) identifiziert werden.

Petrogenetic Interpretation of Zircon Morphology of a few Porphyritic Dykes in the Eastern Central Alps

Abstract

Zircon investigations on four different calc-alkaline dykes of tonalitic to granitic composition from the Eastern Alps determine a mantle and crustal origin. Scanning electron microscope and polarizing microscope observances are statistically evaluated. Evolution til solidification produced zircon populations varying in morphology and interior structure. This suggest a different genesis of these dykes in magma development and cooling. Host rock zircons are not observed. A leucogneiss out of the Altkristallin of the Sesvenna Group (western Ötztal mass) is identified as anatectic material (formerly S-type granite).

*) Anschrift der Autoren: Dipl.-Min. PETER TONDAR, Dipl.-Geol. ANDREAS NEUMAIR, Univ.-Prof. Dr. GEORG TROLL, Institut für Petrographie und Mineralogie der Universität, Theresienstr. 41, D-8000 München 2.

1. Einführung

Das Altkristallin der zentralen Ostalpen (= „South Upper Austroalpine" nach FRANK, 1987) wird von zahlreichen Gängen mit basaltischer bis granitischer Zusammensetzung durchschlagen (TROLL et al., 1988). Für die Mehrzahl wird ein oligozänes Intrusionsalter angenommen (BECCALUVA et al., 1979), mit einem K-metasomatisch verändertem Mantelmaterial und einem nicht bekannten Prozentsatz an assimilierter Kruste als Ursprungsmagma (BECCALUVA et al., 1983; PURTSCHELLER & MOGESSIE, 1988; TROLL et al. 1988).

Von vier Ganggesteinen aus verschiedenen Gebieten des Altkristallins (Abb. 1, Tab. 1) wurden die Zirkone untersucht: ein feinkörniger Mikrogranitporphyrit und ein Granodioritporphyrit, beide aus der westlichen Ötztaler Masse (Sesvennagruppe) und zur Rojener Gangschar gehörend (TROLL et al., 1988), ein mittel- bis grobkörnige Tonalitporphyrit aus dem Campo- (siehe auch ZANETTIN-LORENZONI 1964) und einer aus dem De-

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

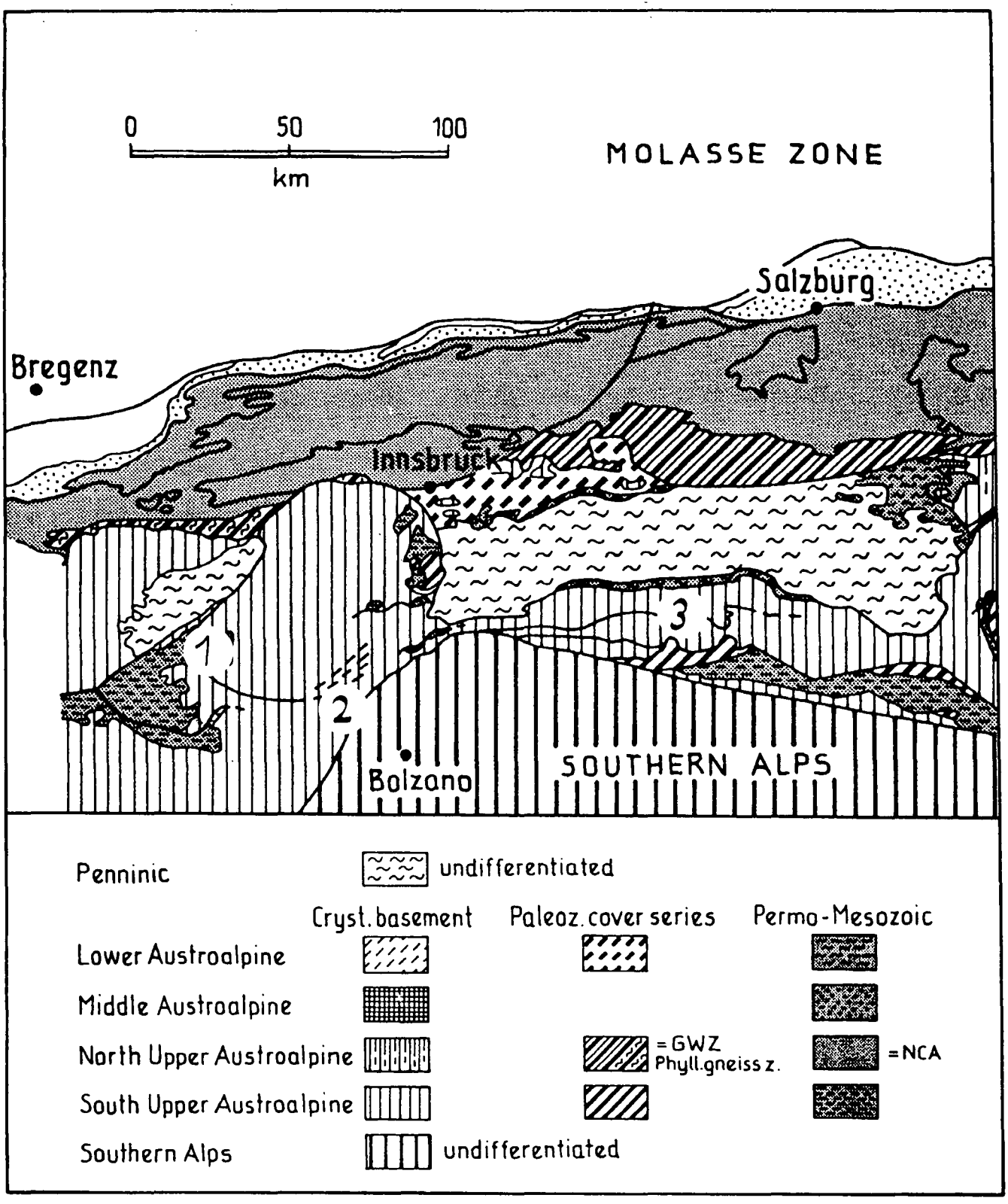


Abb. 1.
Schematische Karte der tektonischen Einheiten in den östlichen Zentralalpen (aus W. FRANK, 1987, Fig. 9) mit den Probenahmegebieten 1 (westliche Ötztalmasse), 2 (Campokristallin bei Meran) und 3 (Iseltal im Defereggen-Schoberkristallin).

fereggen-Schober-Kristallin (siehe auch AMARANTIDIS 1985). Letzterer dürfte oligozänes Alter besitzen (BORSI et al., 1978). Um aufgenommene Nebengesteinszirkone in den Gängen identifizieren zu können, haben wir einen Flasergneis aus dem Probengebiet 1 (Abb. 1) miteinbezogen.

Die Ganggesteine zeigen Auswirkungen spätmagmatischer Alteration: Serizitisierung der Feldspäte, Chloritisierung von Hornblenden und Biotiten (NEUMAIR, & TROLL, 1989). Nach dem Chemismus handelt es sich durchwegs um kalkalkalische Magmatite (Tab. 1 und Abb. 2), wie sie als periadriatische Intrusivgesteine in

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Tabelle 1.
Geochemie der untersuchten Gesteine (gemessen mit Röntgenfluoreszenzspektrometer).
LOI = Glühverlust, FeO* = Gesamteisen.

Probe	6	9790	9953	10174	8903
SiO_2	75,70	74,77	74,33	60,07	60,57
TiO_2	0,07	0,03	0,17	0,68	0,71
Al_2O_3	13,22	14,65	13,68	17,63	17,17
FeO^*	1,08	0,97	1,68	5,50	6,06
MnO	0,04	0,04	0,03	0,10	0,12
MgO	0,13	0,13	0,30	2,51	2,66
CaO	0,48	0,44	0,86	6,16	6,15
Na_2O	3,49	4,53	3,50	2,62	2,58
K_2O	4,63	4,01	4,74	2,31	2,49
P_2O_5	0,46	0,13	0,12	0,24	0,24
LOI	0,96	0,90	1,12	1,87	0,78
Summe	100,26	100,60	100,53	99,69	99,53

den Ostalpen häufig sind (GIZYCKI, 1977). Die Nebengesteine, Schiefer und Paragneise mit wahrscheinlich oberproterozoischem Sedimentationsalter (SÖLLNER & HANSEN, 1987) und kaledonische Orthogneise (BORSI et al., 1980), sind durch eine druckbetonte amphibolitfazielle Metamorphose am stärksten überprägt worden.

Von den fünf Gesteinen wurden Zirkone separiert und jeweils drei Untersuchungsverfahren unterworfen:

- der zirkontypologischen Untersuchung gemäß PUPIN & TURCO (1972, 1972a, 1975, 1980, 1981, 1985), modifiziert mit dem REM,
- der Durchlichtbeobachtung (Zonarbau, Einschlüsse etc.)
  und
- der Längen- und Breitenmessung.

Ziel dieser Zirkonuntersuchungen ist es, den Gang der Gesteinsgenese zu aufzuklären. Dazu wurden folgende Fragestellungen die Zirkone betreffend bearbeitet:

- Welche Informationen bietet der Zirkon bei der Untersuchung mit Rasterelektronen- und Polarisationsmikroskop?
- Wie ist es möglich, diese Informationen darzustellen?
- Wie genau lassen sich Zirkonpopulationen voneinander unterscheiden?
- Führen die Ganggesteine Nebengesteinszirkone?

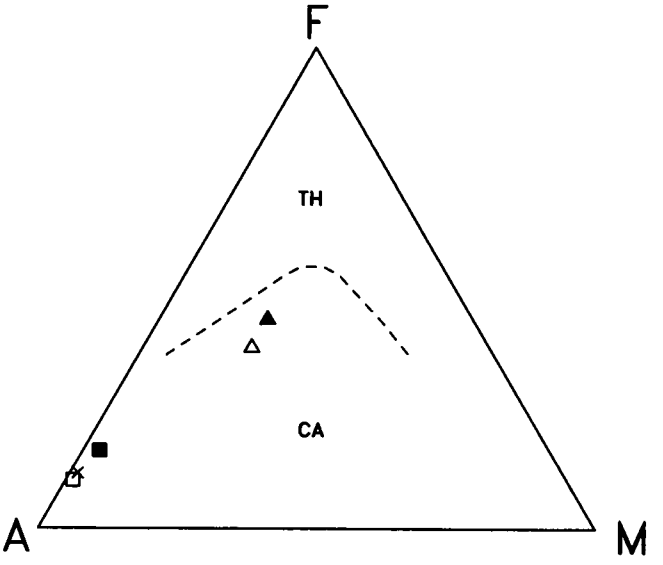


Abb. 2.
AFM-Diagramm (nach IRVINE & BARAGAR, 1971) der untersuchten Gesteine. × = Flasergneis, Sesvennagruppe; ▲ = Tonalitporphyrit, Töll; △ = Tonalitporphyrit, Iseltal; □ = Mikrogranitporphyr, Sesvennagruppe; ■ = Granodioritporphyrit, Sesvennagruppe; - - - = Grenzlinie zwischen kalkalkalischen (CA) und tholeiitischen (TH) Trends (nach RICKWOOD 1989).

2. Die Zirkonuntersuchungen

2.1 Aufbereitung und Präparation

Der Gang der Aufbereitung ist einfach: zuerst Zerkleinern im Stahlmörser auf <0,5 mm, dann Schwermineraltrennung auf dem Stoßherd, anschließendes Bad in konzentrierter Salzsäure und letztlich Entfernen der magnetischen Minerale mit dem FRANTZ-Magnetscheider (Isodynamic Separator Model L-1, USA)in stärkster Einstellung (dabei wird auch Xenotim extrahiert!). Im verbleibenden unmagnetischen Rest ist Zirkon genügend angereichert, um in zwei Arten von Streupräparaten visuell auswertbar zu sein: Eines dient der Durchlichtbeobachtung einschließlich der Längen- und Breitenmessung, wozu die Zirkone auf einem Glasobjektträger in Immersionsöl (n = 1,96) eingebettet wurden, das Zweite, bei dem die auf einem Metallplättchen aufgetragenen Zirkone mit Gold bedampft wurden, wird für die rasterelektronenmikroskopische Trachtbestimmung benötigt.

Tabelle 2.
Probenverzeichnis.

Probenr.	Gestein	Vorkommen	Koordinaten	
6	Flasergneis	Fallungtal		
		oberer Vintschgau, Südtirol:	10°22'50"	46°45'45"
9790	Mikrogranitporphyrit	Griankopf		
		oberer Vintschgau, Südtirol:	10°26'46"	46°46'25"
9953	Granodioritporphyrit	Elferspitze		
		oberer Vintschgau. Südtirol:	10°29'30"	46°46'40"
10174	Tonalitporphyrit	Straße Töll-Quadrathöfe		
		unterer Vintschgau, Südtirol:	11°05'25"	46°40'25"
8903	Tonalitporphyrit	Steinbruch Pölland		
		Iseltal, Osttirol:	12°43'20"	46°50'20"

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

2.2. Die Zirkontypologie

Die Untersuchungen gemäß PUPIN & TURCO (1972, 1975, 1980, 1981, 1985) haben wir mit dem Rasterelektronenmikroskop durchgeführt. Nach unseren Erfahrungen ist es nicht möglich, sehr schmal entwickelte Flächen (s.a. Tafel 3) mit Lichtmikroskopen festzustellen.

Die untersuchten Zirkone zeigen, soweit idiomorph ausgebildet, lediglich die vier üblichen verschiedenen Flächen: Die beiden Prismen (100) und (110) und die zwei Pyramiden (101) und (211) (indiziert nach CARUBA & TURCO 1971).

Typologisch klassifiziert wurden die gesichteten Zirkone gemäß dem von PUPIN et al., (s.o.) entwickelten Diagramm (Abb. 3). In diesem ist in horizontaler Richtung das Verhältnis der Pyramidenflächen zueinander angetragen. PUPIN zeigt, daß deren relatives Größenverhältnis vom Magmenchemismus abhängt: in aluminiumbetonten Magmen entwickeln sich bevorzugt die auf der linken Diagrammseite dargestellten (211)-, in alkalibetonten Magmen die rechts erfassten (101)-Pyramiden.

In vertikaler Richtung ist das Verhältnis der Prismenflächen (100) und (110) angetragen, welchem PUPIN (1972) eine quantifizierte Thermometerfunktion zuordnen konnte: Je mehr sich (100) entwickelt und (110) zurücktritt, umso höher war die Temperatur des die Prismenflächen generierenden Magmas (Abb. 3).

Für die Diagramme von Abbildung 4 wurden im REM die Streupräparate zeilenweise nach 101 unzerbrochenen Zirkonen abgesucht und die Zirkone gemäß dem PUPIN-Diagramm klassifiziert. Beim Granodioritporphyrit (Probe 9953) konnten wir lediglich 26 Zirkone auswerten. Die solcherart gewonnenen Häufigkeitsverteilungen der Besetzungsdichten im PUPIN-Diagramm (Abb. 4) stimmen gut mit den von PUPIN (1980 S. 214, 1985 S. 34) angegebenen typologischen Entwicklungstrends überein. Aus dem Gesteinschemismus läßt sich nur der kalkalkalische Charakter ablesen (Abb. 2), der für alle untersuchten Gänge zutrifft, aber keine Entwicklung zum Endprodukt konstruieren. So zeigen die PUPIN-Diagramme (Abb. 4) am Beispiel der Tonalitporphyrite (Probe 10174 und 8903) unterschiedliche Einträge trotz gleichartiger Petrographie und Geochemie (Tab. 1 und Abb. 2). Die untersuchten Proben ergeben für die Bildungsphasen der Außenflächen Magmentemperaturen von ca. 600–800°C. Sogar für den „Auswuchs" der Häufigkeitsverteilung bei Probe 9790 nach

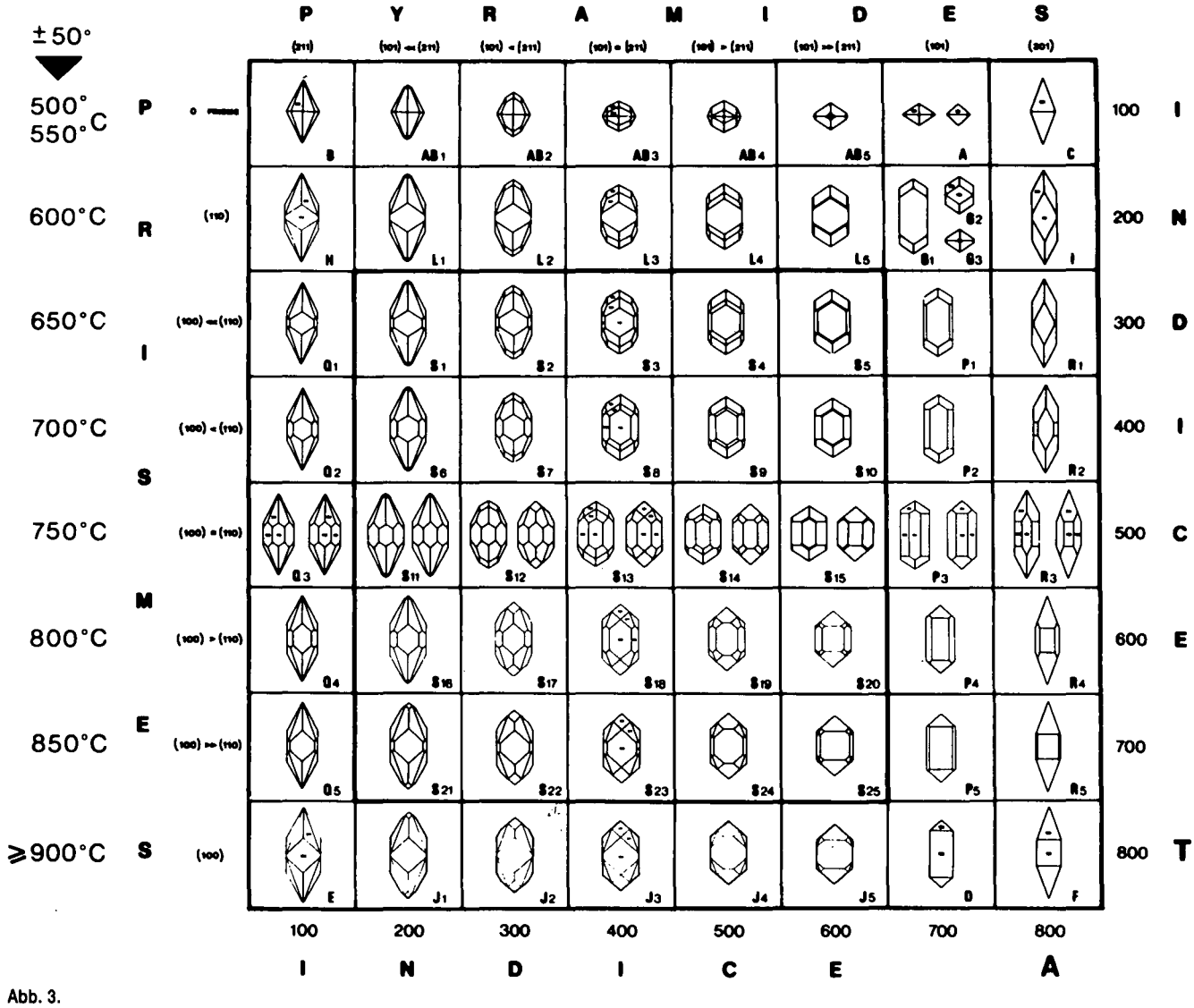
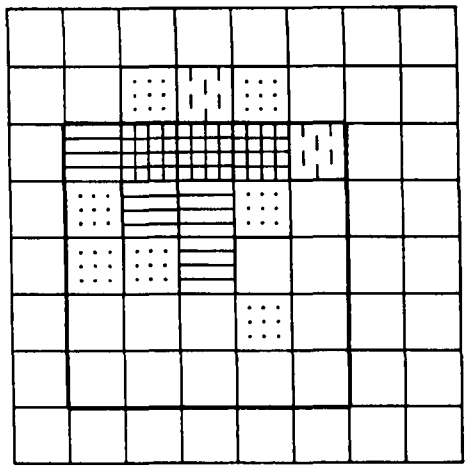
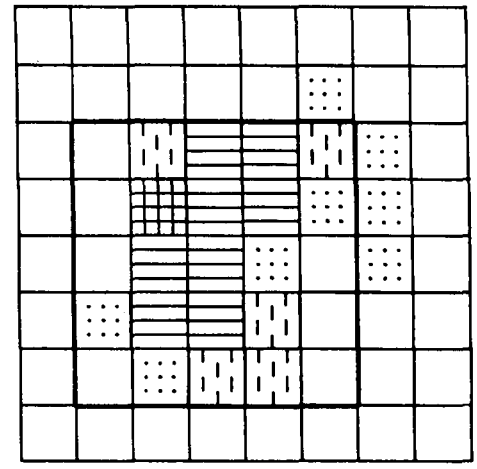


Abb. 3.
Die grundlegenden Zirkontypen und Untertypen der typologischen Klassifizierung mit dem korrespondierenden geothermischen Maßstab.
Aus PUPIN, & TURCO, 1981.

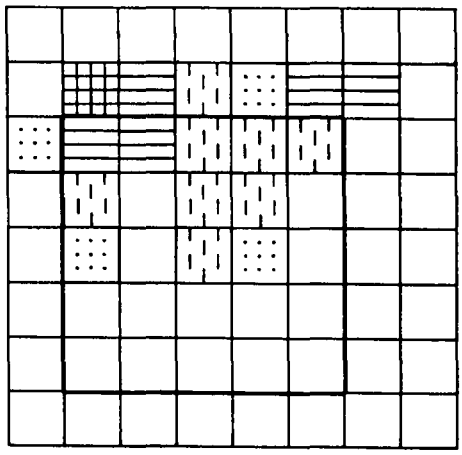
©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at



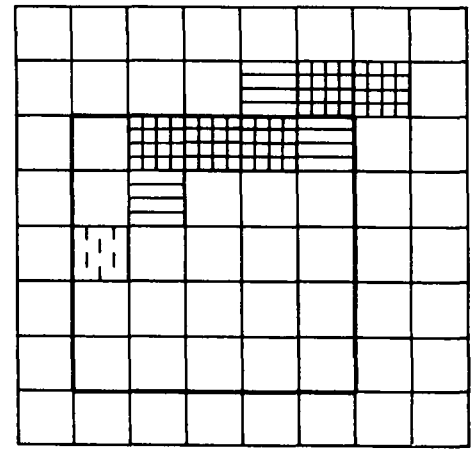
10174 (n = 101)
Tonalitporphyrit



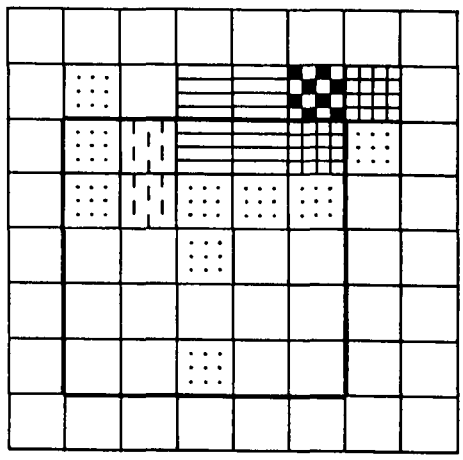
8903 (n = 101)
Tonalitporphyrit



9790 (n = 101)
Mikrogranitporphyr



9953 (n = 26)
Granodioritporphyrit



6 (n = 101)
Flasergneis

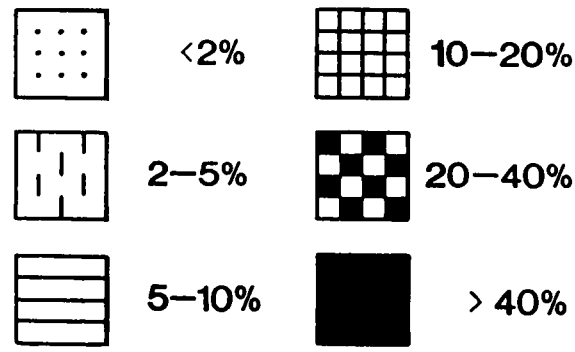


Abb. 4.
Die PUPIN-Diagramme der untersuchten Gesteine.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

links oben (Abb. 4, Zirkontyp L1) wird im Weiteren dieses Berichtes (Kapitel 3) die Deutung gegeben.

2.3. Durchlichtbeobachtungen

Mit hochlichtbrechendem Einbettungsmittel ($n_{Immersionsöl} = n_{Zirkon}$) kann der gesamte Innenbau der Zirkone in seinem räumlichen Zusammenhang untersucht werden (siehe Tafel 1 und 2), was beim wesentlich aufwendigeren Kathodenlumineszenzverfahren nur in einer zweidimensionalen Schnittebene möglich ist. Für diese Untersuchungen haben wir ein konventionelles Polarisationsmikroskop verwendet.

Das Problem dieser Methode ist, die gefundenen Erscheinungen und Regelmäßigkeiten zu dokumentieren. Im Streupräparat einer Zirkonpopulation herrscht einerseits eine enorme Vielfalt von Erscheinungen – kein Zirkon gleicht dem anderen – , doch existierten andererseits populationsweit charakteristische, allgemein verbreitete Eigenheiten im Aufbau der Zirkone. Diese zur Charakterisierung geeigneten Merkmale sind aber bei verschiedenen Zirkonindividuen wiederum unterschiedlich ausgebildet. Die noch so genaue Untersuchung einzelner oder weniger, zufällig herausgegriffener Zirkone kann somit nicht für eine ganze Zirkonpopulation repräsentativ sein. Erst die Untersuchung einer größeren Anzahl von Zirkonen (bei uns in der Regel 200 bis über 500) schafft Klarheit über die wirklich typischen Erscheinungen einschließlich ihres jeweiligen Ausbildungsspektrums innerhalb einer Population. Um diese Merkmale mit ihren verbreiteten Varianten jeweils fotografisch zu dokumentieren, sind viele Aufnahmen nötig. Dann kann der Leser selbst, gewiß schneller mit einer begleitenden Beschreibung, die immer wiederkehrenden charakteristischen Erscheinungen einer Zirkonpopulation mit ihrem Ausbildungsspektrum feststellen.

Eine andere Möglichkeit sind Zirkonzeichnungen. In einer Zeichnung kann Wesentliches und Charakteristisches hervorgehoben werden. Aus den obenstehenden Ausführungen geht hervor, daß je Zirkonpopulation immer noch mehrere Zeichnungen nötig sind, um die verschiedenen Erscheinungen mit ihrem Ausbildungsspektrum abzudecken. Aber warum immer einen ganzen Zirkon zeichnen? In der Zeichnung eines viertel Zirkons läßt sich der gleiche Informationsgehalt unterbringen wie in der Zeichnung eines ganzen Zirkons (Abb. 5).

Damit können anstelle der Zeichnung eines ganzen Zirkons vier unterschiedliche Viertel dargestellt werden, die es leichter ermöglichen, in die verschiedenen Erscheinungen (mit ihrer Ausbildungsvielfalt) einer Zir-

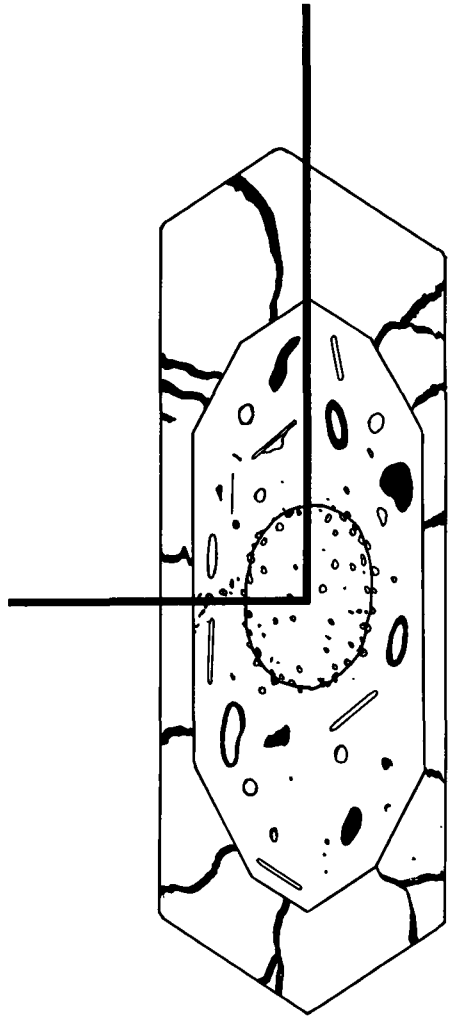


Abb. 5.
Die Zeichnung eines Zirkonviertels reicht aus, um den ganzen Zirkon darzustellen.
Blickrichtung senkrecht zur c-Achse.

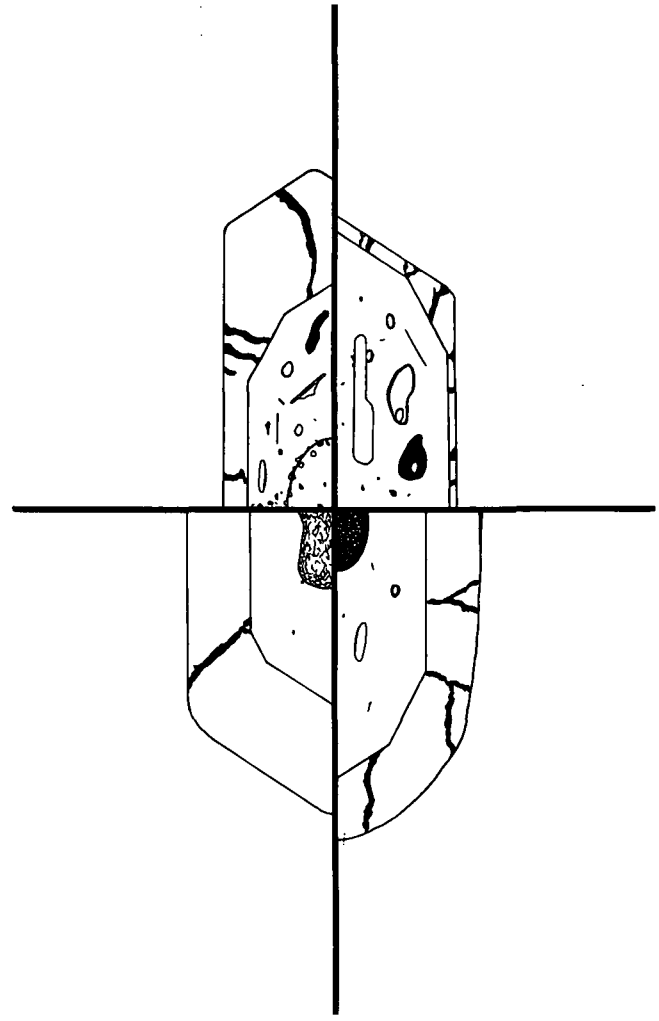


Abb. 6.
Konstruiertes Beispiel: Die Bandbreite der charakteristischen Erscheinungen einer Zirkonpopulation.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

konpopulation Einblick zu gewähren (Abb. 6). Die Anzahl der zu zeichnenden Viertel richtet sich nach dem Bedarf der jeweils zu charakterisierenden Population.

Im Innenbau vieler Zirkonpopulationen sind, von innen nach außen fortschreitend, Schichten oder Hüllen unterscheidbar. Sie wurden offensichtlich zeitlich nach-

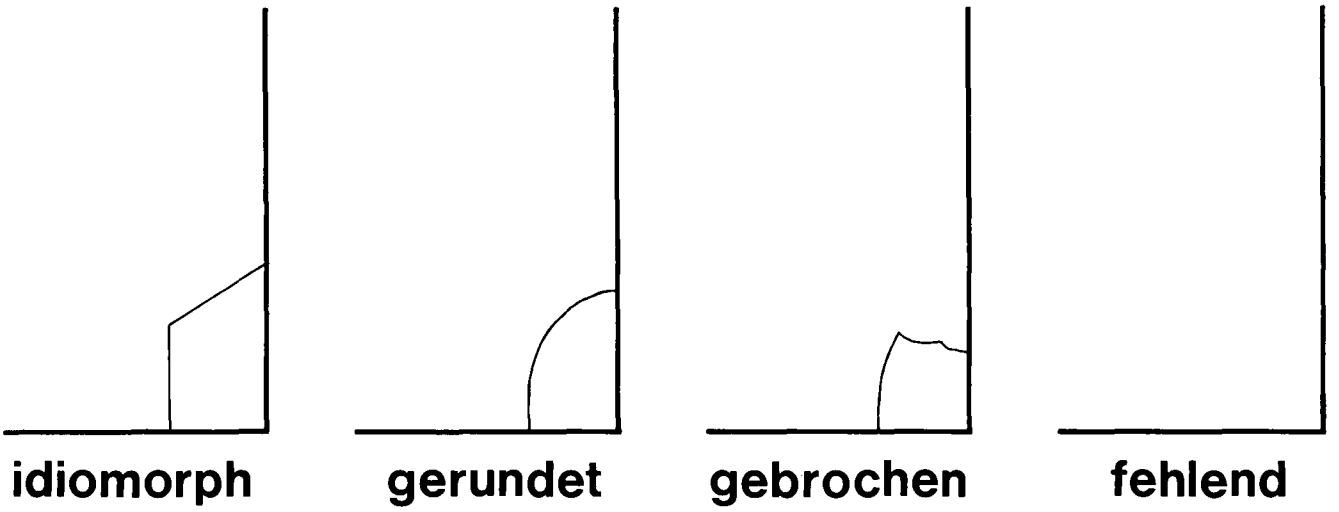


Abb. 7.
Die grundlegenden Kernbauformen.
Zwischenformen und Kombinationen sind ebenso möglich.

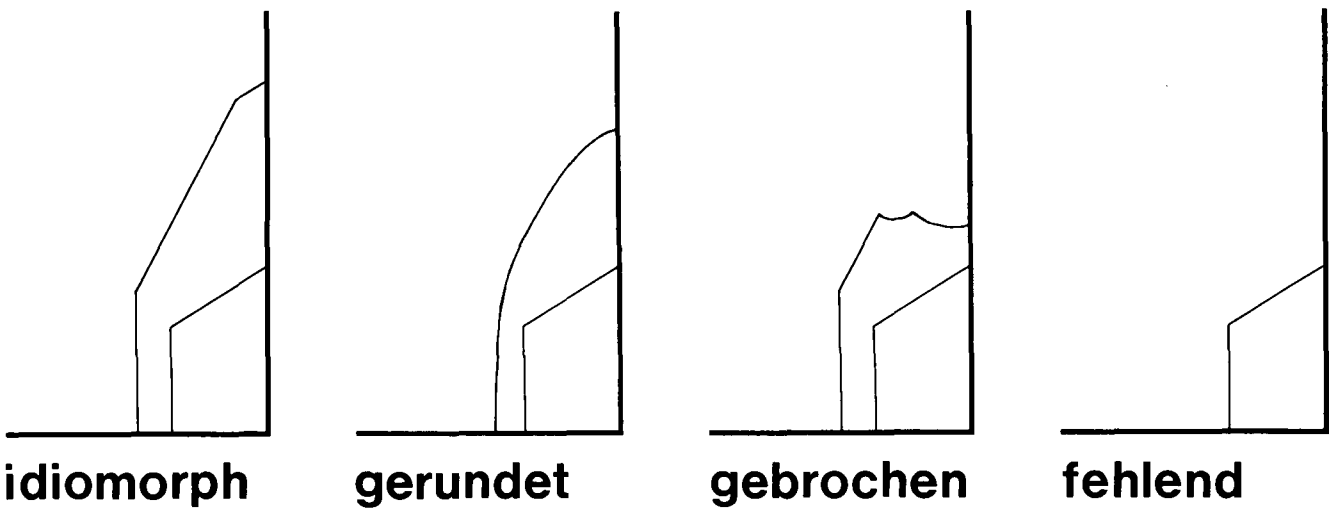


Abb. 8.
Für die Kernhülle(n) gilt der bei den Kernen (Abb. 7) angeführte Sachverhalt, weiterhin sind Kombinationen mit den restlichen Kernformen aus Abb. 7 ebenso möglich.

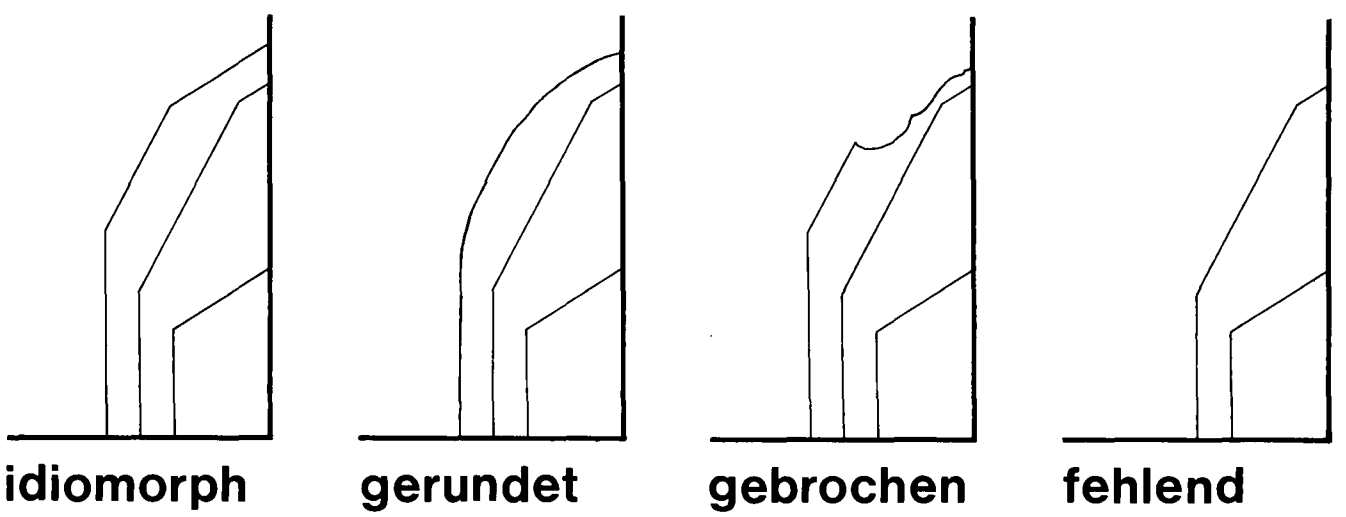


Abb. 9.
Auch bei der Außenhülle gilt: Alle Zwischenformen und volle Kombinationsfreiheit mit den bei Abb. 8 angeführten Erscheinungen sind möglich.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

einander im Verlauf von hinzufügenden oder abtragenden Vorgängen gebildet bzw. geprägt.

Im Wesentlichen ist es möglich, die Grundzüge des Innenbaues der Zirkonpopulationen mit folgender Dreiteilung zu gliedern:

1. Kerne (Abb. 7)
2. Kernhülle(n) (Abb. 8)
3. Außenhülle (Abb. 9)

So eine Unterteilung ist nur bei Zirkonpopulationen anwendbar, die eine mehrphasige Genese durchlaufen haben, und wo Grenzen zwischen den Genesephasen sichtbar sind. In magmatischen und metamorphen Gesteinen sind diese Erscheinungen weit verbreitet. Sollte nur eine Phase erkennbar sein, umso einfacher ist die zeichnerische Darstellung. Fernerhin kann es schwierig bis unmöglich werden, eine Grenze zwischen Zonarbau (im Sinne sich innerhalb einer „Baueinheit" rhythmisch wiederholende Veränderungen im Brechungsindex) und eigenständigen Genesephasen im Sinne obenstehender Gliederung zu ziehen.

Die in Abbildung 7 bis 9 definierten „Zirkonbaueinheiten" können in wechselnder Intensität mit verschiedenen inneren Erscheinungen oder deren Kombinationen gefüllt sein. Die Abbildung 10 kann nur einen beispielhaften Ausschnitt dessen zeigen, was die Natur zu bieten vermag.

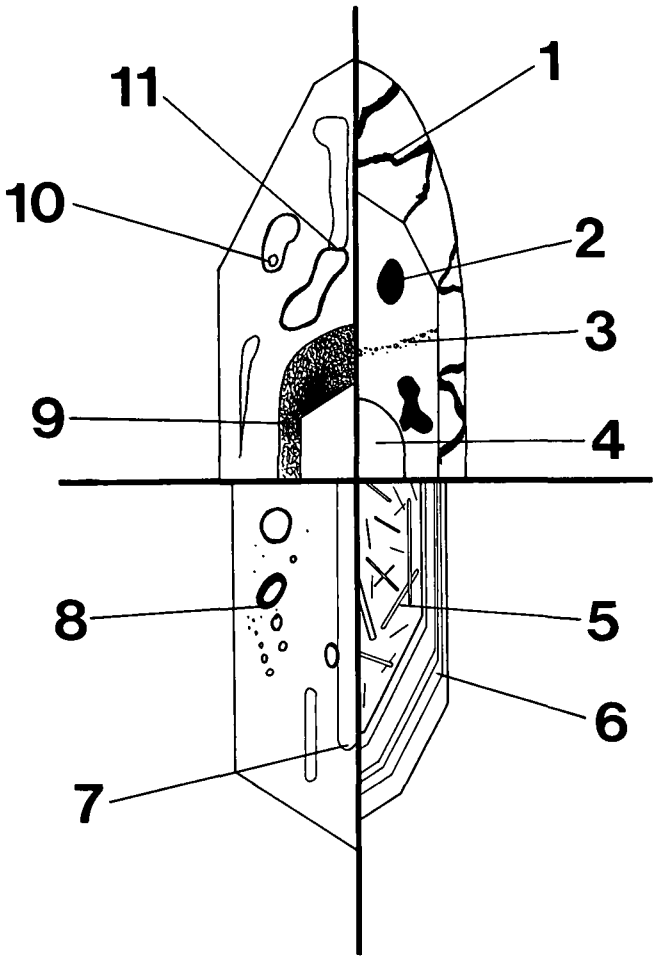


Abb. 10.
Beispielhafte Darstellung von einigen verbreiteten Erscheinungen im Zirkoninneren.
1 = Risse; 2 = opake Einschlüsse; 3 = Bläschenbahnen markieren verheilte Risse; 4 = klare Zirkonsubstanz; 5 = nadelig-säulige Einschlüsse und Hohlformen verschiedener Größe; 6 = Zonarbau durch Wechsel im Brechungsindex; 7 = Hohlformen parallel c; 8 = Blasen; 9 = Trübung (Metamiktisierung?) ganzer Bereiche/partiell; 10 = Hohlformen mit Mehrphaseneinschlüssen; 11 = irreguläre Hohlformen.

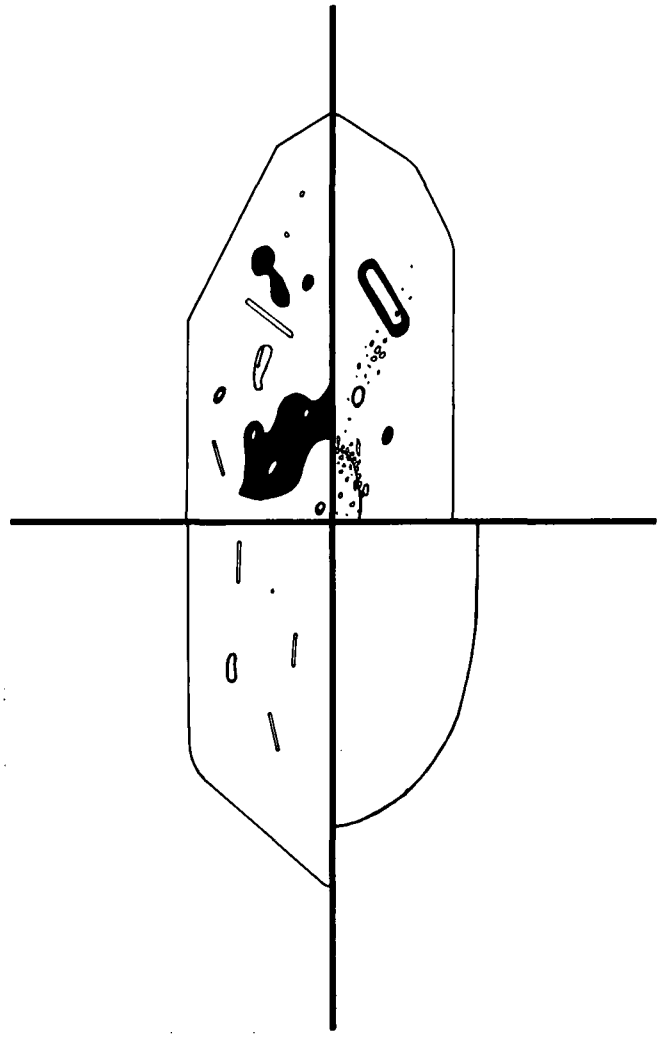


Abb. 11.
Tonalitporphyritzirkone (10174).
○ Kern: selten vorhanden.
- Xenomorph-rundlich, klein gegenüber der Zirkonquerschnittfläche.
- Klar, ±von Bläschen umrindet oder bläschengefüllt (Taf. 1, Fig. 1 und 2).

○ Hülle: Idiomorph, z.T. gerundet.
- Klar.
- Sehr selten schwach zoniert (aber: Taf. 3, Fig. 1).
- Einschlüsse (oft ganz fehlend oder nur wenige, selten zahlreich): Blasen aller Größen, unregelmäßige Hohlformen (selten mit Mehrphaseneinschlüssen) und stabförmige Einschlüsse in den verschiedensten Formen und Lagen.
- Selten von kräftigen Rissen durchzogen (Taf. 1, Fig. 1 bis 3).

Dementsprechend ergeben sich für die fünf untersuchten Zirkonpopulationen die Zeichnungen der Abbildungen 11 bis 15.

2.4 Kristallängen und -breiten

Mit dem Durchlichtmikroskop wurden jeweils 200 unzerbrochene Zirkone vermessen und daraus die Elongationen berechnet. Zwischen den Häufigkeitskurven für Länge, Breite und Elongation der verschiedenen Populationen sind keine charakteristisch unterscheidenden Merkmale feststellbar. Somit lassen sich aus den Diagrammen der Abbildung 16 lediglich die Größenverhältnisse der Zirkonpopulationen entnehmen.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

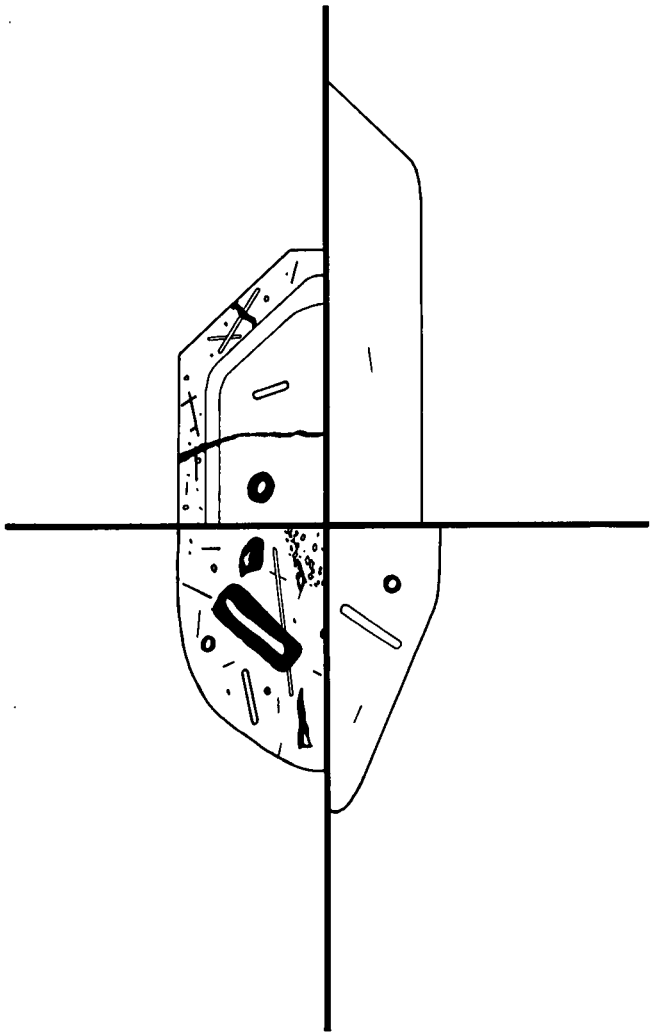


Abb. 12.
Tonalitporphyritzirkone (8903)
- ○ Kern: selten vorhanden.
  - Xenomorph-rundlich, klein gegenüber der Zirkonquerschnittfläche.
  - Klar, von kleinen Bläschen umrindet oder bläschengefüllt (Taf. 1, Fig. 4).
- ○ Hülle: idiomorph bis xenomorph.
  - Klar.
  - Zum Teil zoniert, einige bis wenige Zonen.
  - Einschlüsse: fehlend bis zahlreich, in verschiedensten Formen und Lagen: Blasen, Mehrphaseneinschlüsse, unregelmäßige Formen, stabförmige Einschlüsse.
  - Selten einige Risse (Taf. 1, Fig. 4 und 5).

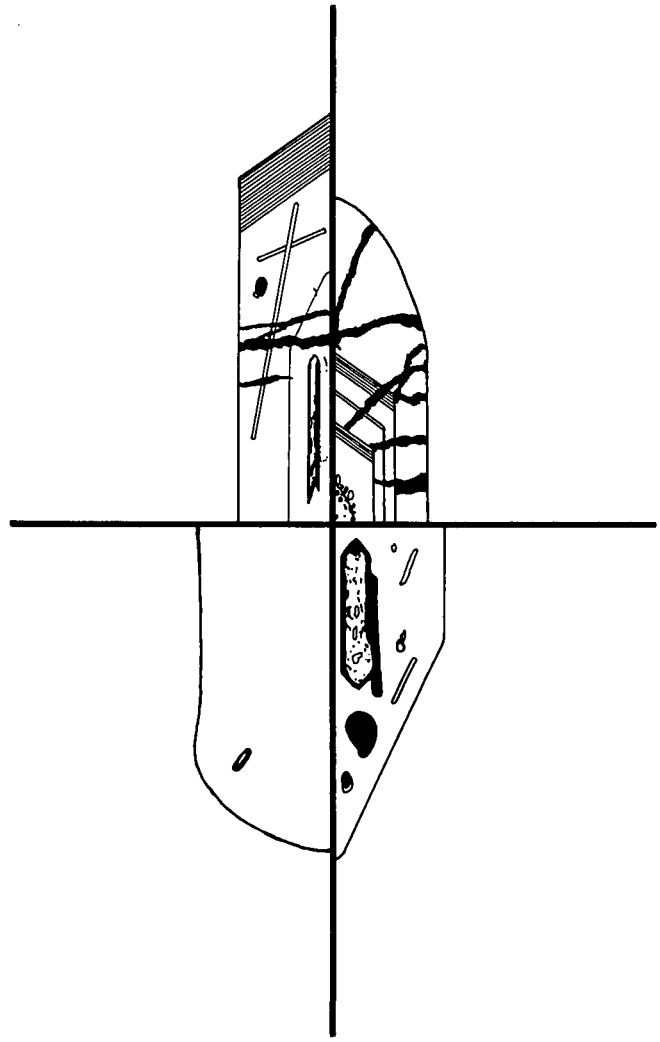


Abb. 13.
Mikrogranitporphyrzirkone (9790).
- ○ Kern: selten vorhanden.
  - Fast immer gerundet, wenn idiomorph, dann mit ausgebildeten (101)-Pyramiden, (110)-Prismenflächen und mit dunklem, xenomorphem „Innenkern" (Taf. 1, Fig. 6 und 7).
  - Meist klein gegenüber der Zirkonquerschnittfläche.
  - Klar.
- ○ Kernhülle: fast immer ausgebildet.
  - Klar.
  - Fast immer idiomorph mit (211)- und (101)-Pyramidenflächen.
  - Häufig schwach zoniert mit bevorzugter (211)-Pyramide.
  - Einschlüsse (nicht immer vorhanden): xenomorphe Kerne, z.T. mit kleinen Bläschen umrindet; zuweilen große, längliche Hohlformen auf oder parallel der c-Achse; vereinzelte große Blasen und Hohlformen; stabförmige Formen, verschiedener Größen und Richtungen, z.T. auf Zonengrenzen.
  - z.T. rissig (Taf. 1, Fig. 6 bis 10).
- ○ Außenhülle: teils vorhanden.
  - Idiomorph (überwiegend (101)- und (110)-Flächen), unterschiedlich mächtig ausgebildet.
  - Klar, kräftig mit (101)- und (110)-Flächen zoniert, häufig ausgeprägt mit Rissen durchsetzt (Taf. 1, Fig. 9 und 11).

3. Ergebnisse

Zirkon als eines der resistentesten Minerale kann prägende Vorgänge lange bewahren und gegebenenfalls akkumuliert aufzeichnen. Mit Durchlichtbeobachtungen läßt sich seine Bildung und Entwicklung zum Teil wieder ablesen. Zur Darstellung der morphologischen Charakteristika einer Zirkonpopulation mit typischen Eckpunkten ihrer Bandbreite ist die beschriebene Art der Zirkonzeichnung sehr gut geeignet. Fotos können diese Illustrationen belegen. Weiterhin lassen sich mit Fotos Phänomene dokumentieren, die in einer Abbildung der repräsentativen Erscheinungen mit ihrem jeweiligen Ausbildungsspektrum fehl am Platz sind. Die Durchlichtuntersuchung einer großen Anzahl von Zirkonen ermöglicht es weiterhin, Unterschiede sehr ähnlicher Populationen (hier die Tonalitporphyrite 10174 und 8903) genau herauszuarbeiten, da der Innenbau der Zirkone wichtig für genetische Aussagen ist.

Die Längen- und Breitenvermessung bietet relativ zum Meßaufwand gesehen wenig Informationen. Andererseits ist es zur Anfertigung einer repräsentativen Zirkonzeichnung ohnehin nötig, eine große Anzahl von Zirkonen eingehend zu studieren, so daß die vermessenen 200 Zirkone nicht umsonst angesehen wurden. Die in Abbildung 16 gewählte Darstellung gibt er-

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

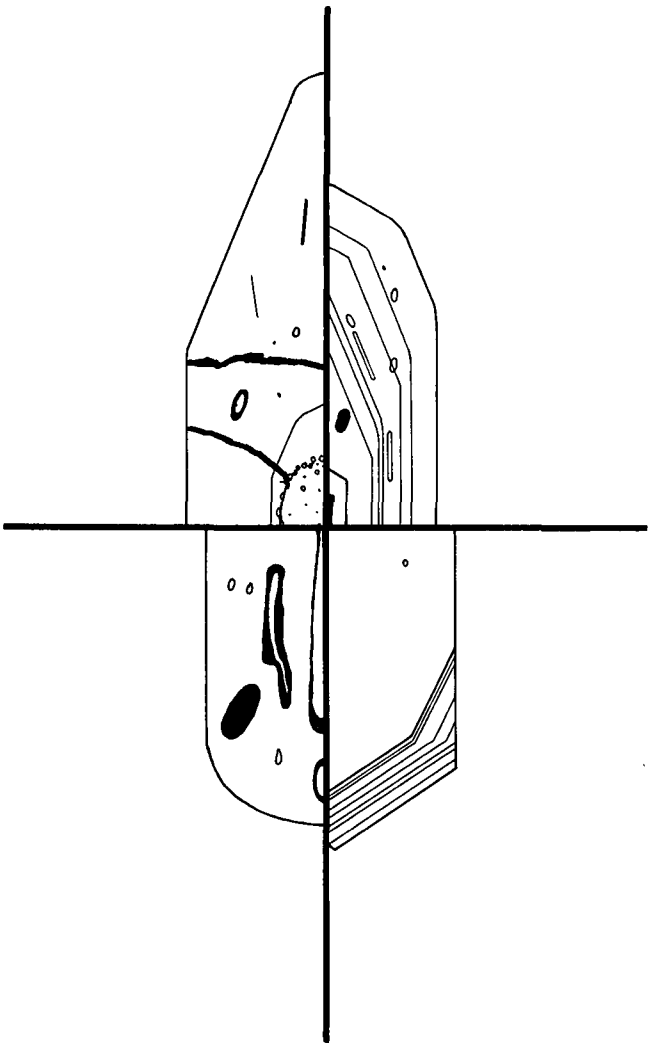


Abb. 14.
Granodioritporphyritzirkone (9953).
○ Kern: selten vorhanden.
- Xenomorph-rundlich, klein gegenüber der Zirkonquerschnittfläche.
- Klar, ±von Bläschen umrindet.

○ Hülle: idiomorph bis xenomorph.
- Klar.
- Selten zoniert, einige bis wenige Zonen, diese häufig kräftig mit (101)-Pyramiden ausgebildet.
- Einschlüsse (z.T. fehlend, selten zahlreich): Blasen und unregelmäßige Hohlformen, selten mit Mehrphaseneinschlüssen; stabförmige Einschlüsse in verschiedensten Größen und Lagen.
- z.T. von kräftigen Rißsystemen durchzogen (Taf. 2, Fig. 1 und 2).

gänzend zur allgemein verbreiteten Darstellung des Längen-Breitenverhältnisses die tatsächlichen Größenverhältnisse einer Zirkonpopulation an.

Die Untersuchung der Zirkonaußenflächen (Zirkontypologie) gemäß PUPIN & TURCO (1972, 1972a,1975, 1980, 1981, 1985) haben wir mit dem Rasterelektronenmikroskop durchgeführt, weil nach unserer Erfahrung mit Lichtmikroskopen schmal entwickelte Flächen nicht mehr feststellbar sind. Die gefundenen Häufigkeiten sind in das von PUPIN & TURCO (1972, 1972a, 1975, 1980, 1981, 1985) publizierte Diagramm eingetragen (Abb. 4).

So können Untersuchungen, wie sie z.B. MAGER (1981) publizierte, mit diesen Methoden (REM- und Durchlichtauswertung) wesentlich präzisiert werden.

Die Gesteinsgenese hat die Zirkone mitgeprägt und läßt sich durch deren Untersuchung mit Rasterelektronen- und Polarisationsmikroskop zumindest teilweise rekonstruieren. Für die beprobten Gesteine ergeben sich die im Folgenden unrissenen Geneseabläufe:

Tonalitporphyrit (10174)

Die Zirkongenese war zweiphasig:

1) Kernbildung: Es sind, wenn auch selten, gerundete Kerne enthalten (Taf. 1, Fig. 1 und 2), die in einem anderen Genesezyklus als die Zirkonhülle entstanden sein müssen. Rundung kann nur durch Transport oder chemische Korrosion erfolgt sein. Im Falle magmatischer Korrosion der Zirkone wäre in der Schmelze (oder in Mineralphasen) Zirkonium gelöst (bzw. eingebaut) worden, was ebenso auf die Aufarbeitung krustalen Materials hindeutet.
2) Das Wachstum der Hülle muß schnell und relativ gleichmäßig erfolgt sein, da große Einschlüsse in die Zirkone aufgenommen wurden (Taf. 1, Fig. 3) und nur seltenst schwache Zonierung erkennbar ist (Taf. 1, Fig. 2). Möglicherweise ist die Hülle aber auf eine Art zoniert, die den Brechungsindex konstant läßt (Taf. 3, Fig. 1).

Dem Eintrag ins PUPIN-Diagramm (Abb. 3 und 4) zufolge fand die Bildung der Außenhüllen bei ca. 650°C ihren Abschluß. Die Lage im PUPIN-Diagramm kann als auf den typologischen Entwicklungstrends vom Tonalitfeld (PUPIN, 1980) weiterentwickelt interpretiert werden.

Tonalitporphyrit (8903)

Die Zirkongenese war wieder zweiphasig und verlief sehr ähnlich zu obenstehender, aber folgende Unterschiede bei der zweiten Genesephase sind deutlich: Zonierung ist etwas häufiger, nach einer Zone kann sich die Besetzungsdichte mit Einschlüssen erhöhen (Abb. 12); es werden bei einzelnen Zirkonen insgesamt höhere Einschlußdichten erreicht und die im PUPIN-Diagramm dokumentierte Bildungstemperatur der Hülle erstreckt sich über ein größeres Temperaturintervall (ca. 800–650°C). Die Lage im PUPIN-Diagramm kann wieder als entlang den typologischen Entwicklungstrends (PUPIN, 1980) vom Tonalitfeld aus weiterentwickelt betrachtet werden. Dabei handelt es sich hier um ein Zwischenstadium zwischen PUPIN's Tonalitfeld (1980, S. 217) und dem Eintrag vom Tonalitporphyrit 10174.

Mikrogranitporphyrit (9790)

Die Zirkongenese war dreiphasig:

1) Kernbildung: Es sind selten gerundete Kerne enthalten (Taf. 1, Fig. 6 und 7). Daraus ergibt sich wieder ein Hinweis auf krustalen Ursprung für mindestens einen Teil des Ausgangsmateriales. Zirkone mit der Flächenkombination (101) und (110) wie auf Taf. 1, Figur 6 als "Innenkern" erfasst, werden gemäß PUPIN, (1980, 1985) am Ende einer Magmenentwicklung gebildet, was die Annahme weiter erhärtet, daß krustales Material aufgearbeitet wurde.
2) Die Wachstumbedingungen zur Zeit der Kernhüllenbildung müssen variiert haben: Die Wachstumsgeschwindigkeit war zumindest abschnittweise schnell wegen der großen Einschlüsse (Taf. 1, Fig. 8 und 10). Der hiatale Charakter des Wachstums wird außerdem durch die je nach Zone wechselnden Einschlüsse (Taf. 1, Fig. 10) dokumentiert. Der Chemismus war außergewöhnlich variabel wegen der vereinzelt festgestellten Variationen des Pyramidenflächenverhältnisses (Taf. 1, Fig. 8).
3) Die stark zonierte, klare Außenhülle (Abb. 13; Taf. 1, Fig. 9 und 11) ist nur einem Teil der Zirkone aufge-

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

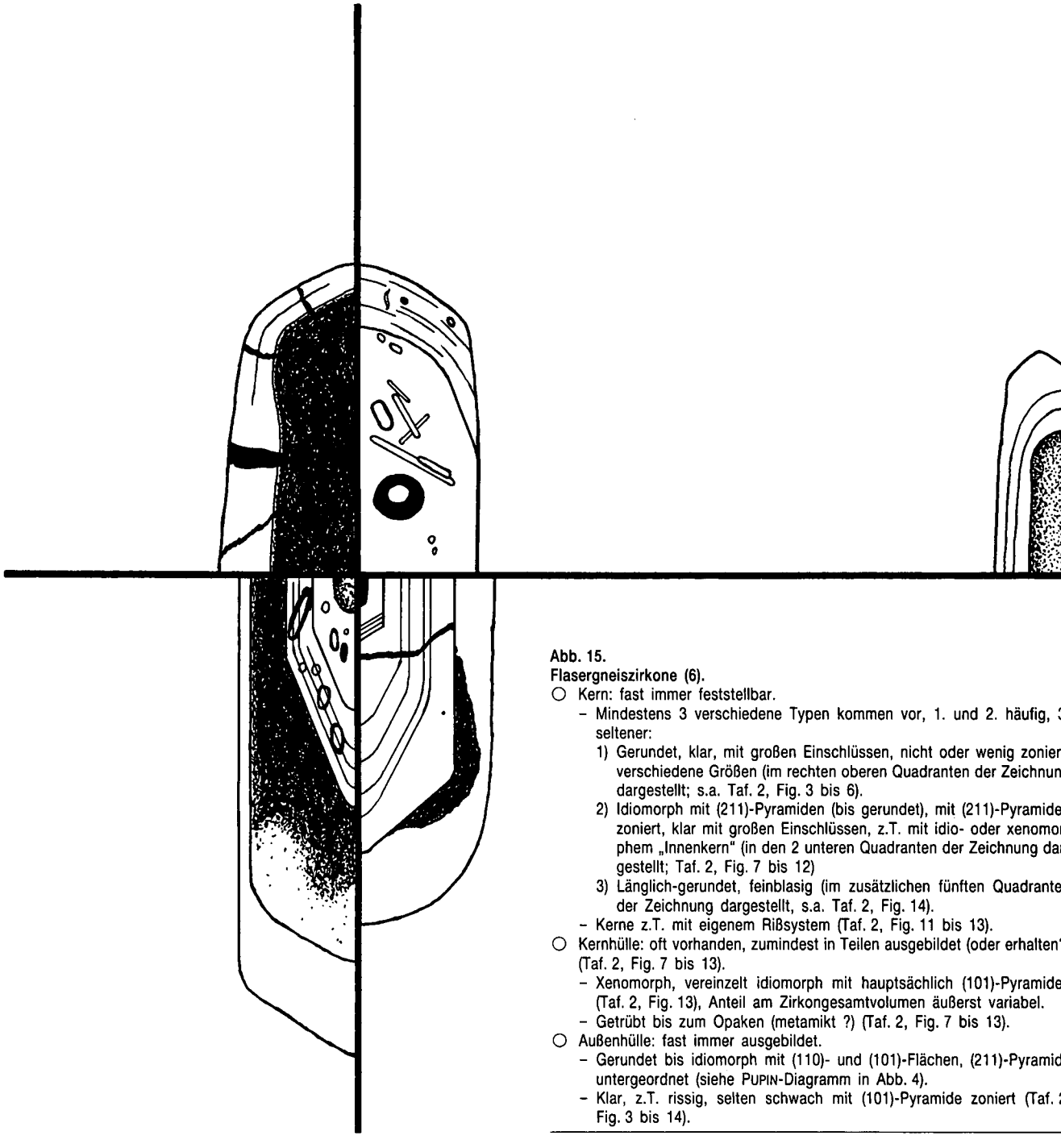


Abb. 15.
Flasergneiszirkone (6).

○ Kern: fast immer feststellbar.
- Mindestens 3 verschiedene Typen kommen vor, 1. und 2. häufig, 3. seltener:
  1) Gerundet, klar, mit großen Einschlüssen, nicht oder wenig zoniert, verschiedene Größen (im rechten oberen Quadranten der Zeichnung dargestellt; s.a. Taf. 2, Fig. 3 bis 6).
  2) Idiomorph mit (211)-Pyramiden (bis gerundet), mit (211)-Pyramiden zoniert, klar mit großen Einschlüssen, z.T. mit idio- oder xenomorphem „Innenkern" (in den 2 unteren Quadranten der Zeichnung dargestellt; Taf. 2, Fig. 7 bis 12)
  3) Länglich-gerundet, feinblasig (im zusätzlichen fünften Quadranten der Zeichnung dargestellt, s.a. Taf. 2, Fig. 14).
- Kerne z.T. mit eigenem Rißsystem (Taf. 2, Fig. 11 bis 13).

○ Kernhülle: oft vorhanden, zumindest in Teilen ausgebildet (oder erhalten?) (Taf. 2, Fig. 7 bis 13).
- Xenomorph, vereinzelt idiomorph mit hauptsächlich (101)-Pyramiden (Taf. 2, Fig. 13), Anteil am Zirkongesamtvolumen äußerst variabel.
- Getrübt bis zum Opaken (metamikt ?) (Taf. 2, Fig. 7 bis 13).

○ Außenhülle: fast immer ausgebildet.
- Gerundet bis idiomorph mit (110)- und (101)-Flächen, (211)-Pyramide untergeordnet (siehe PUPIN-Diagramm in Abb. 4).
- Klar, z.T. rissig, selten schwach mit (101)-Pyramide zoniert (Taf. 2, Fig. 3 bis 14).

wachsen, was sich im PUPIN-Diagramm (Abb. 4) in einer Zweiteilung der Belegungsdichte äußert: links oben liegen die Zirkone ohne Außenhülle, rechts oben jene mit Außenhülle. Da keine Mischung zweier Populationen vorliegt, bietet sich als Erklärung dieser Erscheinung nur an, daß die Zirkone ohne Außenhülle während der magmatischen Phase der Außenhüllenbildung in anderen Mineralen gepanzert waren. Nach der Temperaturskalierung des PUPIN-Diagrammes fand die Zirkonkristallisation bei ca. 600°C ihren Abschluß.

Granodioritporphyrit (9953)

Ein weiteres Beispiel für zweiphasige Zirkongenese: in einem ersten magmatischen Zyklus müssen die in der Folge wieder gerundeten Zirkonkerne entstanden sein (Abb. 14 und Taf. 2, Fig. 1). Die Wachstumsgeschwindigkeit der Hülle war zumindest abschnittsweise schnell wegen der großen Einschlüsse (Taf. 2, Fig. 2), aber nicht konstant wie die immer gleichartigen(!), stark ausgeprägten rhytmischen Zonierungen anzeigen (Abb. 14; Taf. 2, Fig. 1). Auch hier fand die Zirkonkristallisation bei ca. 600°C ihren Abschluß.

Flasergneis (6)

Hier liegen mindestens drei Zirkongenesephasen vor: Zunächst die unterschiedlichen der mindestens drei Kernarten in verschiedenen Magmen (Abb. 15; Taf. 2, Fig. 3 bis 16), die ihrerseits mehrphasig sein können. Nach der Rundung der Kernarten wird bei den meisten Zirkonen die Kernhülle ausgebildet, welche durch ihre Eintrübung oder Metamiktisierung ausgezeichnet ist

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

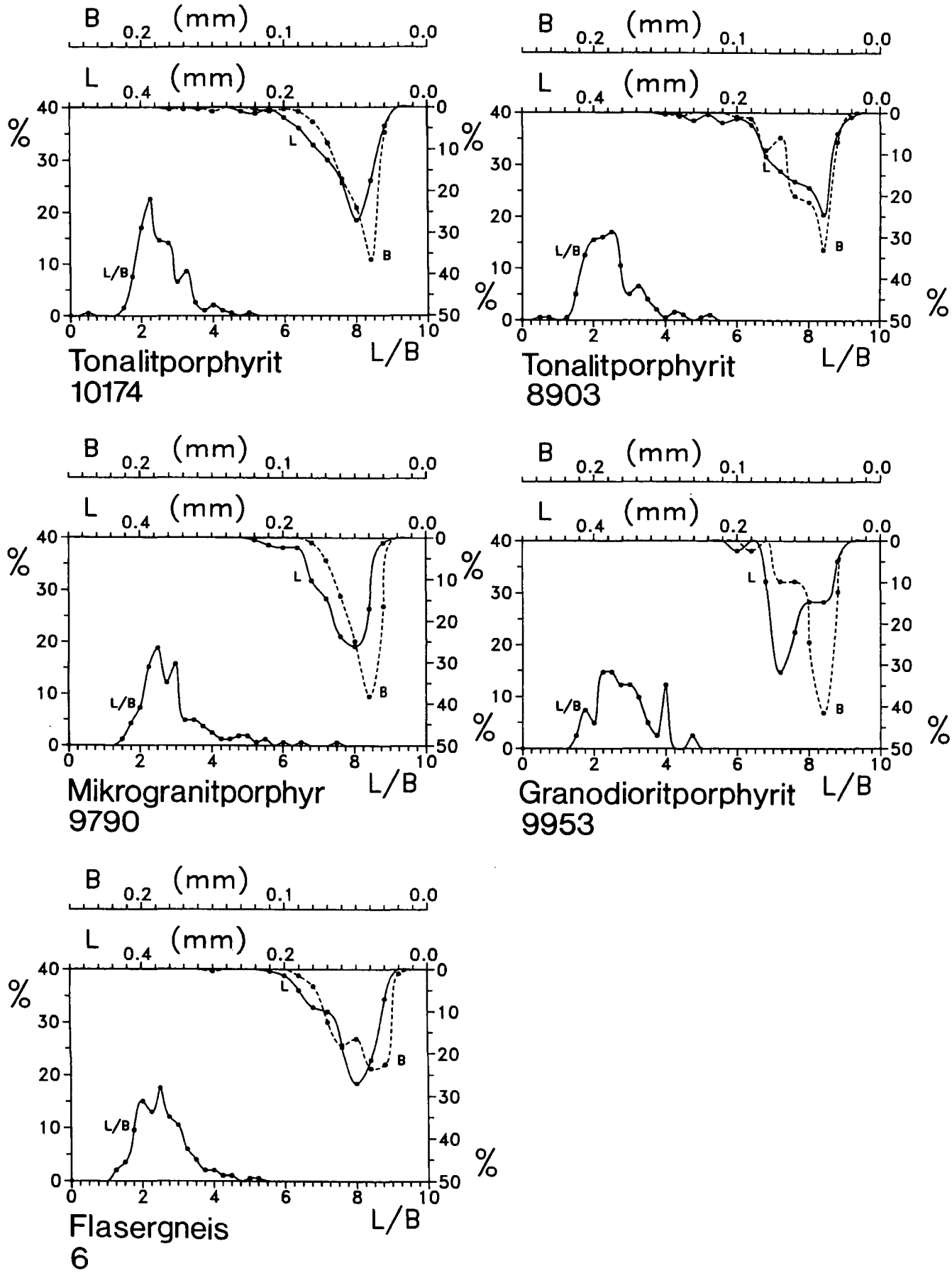


Abb. 16.
Längen/Breiten/Elongations-Häufigkeitskurven der untersuchten Zirkonpopulationen.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

(Taf. 2, Fig. 7 bis 16). Auffällig ist, daß sich der Effekt auf die Kernhülle beschränkt, sich dort keineswegs immer gleichmäßig verteilt, und benachbarte Bereiche nicht beeinflußt. Es dürfte sich um die gleiche Erscheinung handeln, die DÖLZLMÜLLER et al. (1989) bei den Zirkonen des Hohen Sonnblick-Granitgneises beobachtet haben. Als letzte Phase und fast allen Zirkonen dieser Population gemeinsam folgt die Bildung der Außenhülle, die nach der Darstellung im PUPIN-Diagramm bei ca. 600°C ihren Abschluß fand. Die verschiedenen, überwiegend gerundeten Kernarten der Zirkonpopulation des Flasergneises weisen auf den sedimentären Ursprung seines Eduktes (S-Typ Granit) hin. Es ist noch nicht gelungen, diese Zirkongenesephasen zeitlich einzuordnen.

4. Interpretation

Die Zirkonuntersuchungen stützen die Aussagen von BECCALUVA et al. (1983), PURTSCHELLER & MOGESSIE, (1988) und TROLL et al. (1988) bezüglich eines Ursprungs der Ganggesteine aus Kruste und Mantel. Der tertiäre periadriatische Rensenpluton hat nach BARTH et al. (1989) ähnliche Eigenschaften. Das Fehlen übernommener Nebengesteinszirkone zeigt, daß die Assimilation von Kruste nicht im Bereich der Platznahme, sondern der Magmengenerierung stattfand. Trotz gleichartigen Ursprungs entwickelten sich die Ganggesteine (und der Rensenpluton) individuell. Kerne, Zonierung und Außenhüllen der Zirkone verdeutlichen den unterschiedlichen Ablauf in der jeweiligen Magmenentwicklung und Abkühlungsgeschichte. Sogar regional benachbarte Gänge, die zu einem magmatischen Vorgang gezählt werden (Mikrogranitporphyr und Granodioritporphyrit, TROLL et al. 1988), differieren deutlich in ihrer durch Zirkone festgehaltenen Genese. Auch petrographisch und geochemisch sehr ähnliche Gesteine (Tonalitporphyrite) lassen sich zirkontypologisch und -morphologisch gut trennen. Nach den PUPIN-Digrammen (Abb. 4) endet das Zirkonwachstum der Ganggesteine bei 600-650°C. Daraus ergibt sich, daß Zirkon bis zum Solidus einer granitischen Schmelzzusammensetzung (ohne Berücksichtigung der Mafite) auskristallisiert ist, bzw. eine weitere Hülle erhalten hat.

Der Flasergneis unterscheidet sich aufgrund seines eindeutigen sedimentären Ursprungs vom Orthogneis aus dem Sonnblickgebiet (DÖLZLMÜLLER et al., 1989). Im PUPIN-Diagramm ist der niedrigtemperierte Bereich der Außenhüllen gut zu erkennen.

Dank

Für die Flasergneisprobe danken wir Dipl.-Min. C. BÖHM.

Tafel 1

Fig. 1: Tonalitporphyritzirkon (10174).
Aufnahme eines der seltenen Zirkone mit Kern: Der kleine, klare, xenomorph-rundliche Kern ist von Bläschen umrindet. Die klare, unzonierte Hülle führt nur wenige Einschlüsse.

Fig. 2: Tonalitporphyritzirkon (10174).
Der kleine, klare Kern ist xenomorph-rundlich und von Bläschen umrindet oder bläschengefüllt. Die klare Hülle hat wenige Einschlüsse und zeigt schwache Zonierung, was sehr selten sichtbar ist.

Fig. 3: Tonalitporphyritzirkon (10174).
Dieser Zirkon hat keinen sichtbaren Kern, seine klare Hülle weist Einschlüsse von Blasen und eine größere, unregelmäßige Hohlform auf.

Fig. 4: Tonalitporphyritzirkon (8903).
Einer der wenig verbreiteten Zirkone mit Kern: Der kleine Kern ist xenomorph-rundlich und stark von Bläschen umrindet oder bläschengefüllt. Die klare Hülle ist fast einschlußfrei, wird aber von einigen vom Kern ausgehenden Rissen durchzogen.

Fig. 5: Tonalitporphyritzirkon (8903).
Der (gebrochene) Zirkon ohne sichtbaren Kern schließt in seiner klaren Hülle Blasen und stabförmige Formen ein. Letztere sind offensichtlich parallel zu ehemaligen Wachstumflächen orientiert (FRASL, 1963).

Fig. 6: Mikrogranitporphyrzirkon (9790).
Eines der seltenen Exemplare mit Kern: Dieser ist klar, klein und idiomorph ausgebildet, mit offensichtlich vorherrschenden (101)-Pyramiden und (110)-Prismen. Er führt außerdem einen dunklen, xenomorphen „Innenkern". Die rissige, idiomorphe Hülle (mit (211) > (101)-Pyramidenflächen) ist mit bevorzugter (211)-Pyramide schwach zoniert, Einschlüsse fehlen weitgehend. Die Außenhülle ist nicht ausgebildet.

Fig. 7: Mikrogranitporphyrzirkon (9790).
Der relativ große, klare Kern ist xenomorph-rundlich und von Bläschen umrindet. Die klare, fast einschlußfreie Kernhülle besitzt schwach erkennbaren Zonarbau mit (211)- und (101)-Pyramiden. Außenflächen sind (101)-Pyramiden und (110)-Prismen.

Fig. 8: Mikrogranitporphyrzirkon (9790).
Das abgebildete Zirkonbruchstück ist kernlos und ohne Außenhüllen, weist aber neben zahlreichen Einschlüssen im ausschließlich ausgebildeten Bereich der Kernhüllen (Terminologie bezogen auf die Gesamtpopulation dieser Probe, entsprechend Beschreibung bei Abb. 13) einen interessanten Zonarbau auf: von der vorherrschenden (211)-Pyramide im Innern entwickelt sich durch stetige Zunahme der (101)-Pyramide eine deutlicher erkennbare, von (101)-Pyramiden abgeschlossene Form, um sich im Verlauf der weiteren Entwicklung bald wieder zu einer von der (211)-Pyramide dominierten Form zu wandeln!

Fig. 9: Mikrogranitporphyrzirkone (9790).
Die beiden abgebildeten Zirkone zeichnen sich durch mächtig entwickelte und kräftig zonierte, rissige Außenhüllen mit den Flächen (101) und (110) aus.

Fig. 10: Mikrogranitporphyrzirkon (9790).
Bruchstück von einem Zirkon ohne Außenhüllen und Kern. In der einzig entwikkelten Phase der Kernhülle sind im inneren Bereich drei große Hohlformen parallel c sichtbar. Nach außen zu schließt sich ein zonierter Bereich mit (211)-Pyramiden an, in der äußeren Zone finden sich mehrere kleine stabförmige Einschlüsse.

Fig. 11: Mikrogranitporphyrzirkon (9790).
Ein weiteres Zirkonbruchstück: Hier ist deutlich der Wechsel von der Phase der Kernhülle mit (211)- und (101)-Pyramidenflächen zur Phase der Außenhülle mit den Flächen (101) und (110) erkennbar.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

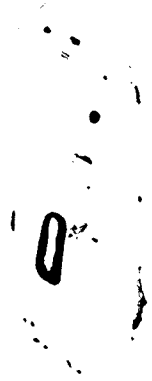


Fig. 1

Fig. 2

Fig. 3

Fig. 4

Fig. 5

Fig. 6

l = 0,4 mm

Fig. 7

Fig. 8

Fig. 10

Fig. 11

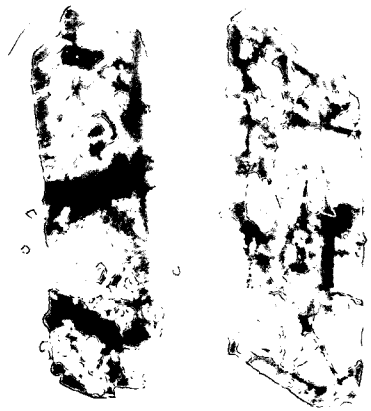


Fig. 9

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Tafel 2

Fig. 1: Fig. 1: Granodioritporphyritzirkon (9953).
Bei diesem Zirkon folgt auf den kleinen, klaren, gerundeten Kern ein Bereich mit mehreren deutlich abgesetzten, klaren Zonen, die mit (101)-Pyramidenflächen enden. Von jenem Bereich ausgehend wird der Zirkon von starken Rissen bis zur Außenfläche durchzogen.

Fig. 2: Granodioritporphyritzirkon (9953).
Das abgebildete, kernlose Zirkonbruchstück weist mehrere Einschlüsse auf, darunter eine große Hohlform parallel c.

Fig. 3,4,5: Flasergneiszirkon (6).
Bei diesen Zirkonen fehlt die Kernhülle (s. Text zu Abb. 15). Der große, klare Kern (Typ 1 aus Text zu Abb. 15) ist direkt von der dünnen, ebenfalls klaren Außenhülle umgeben.

Fig. 6: Flasergneiszirkon (6).
Zirkonbruchstück mit länglich-gerundetem, trübem Kern (Typ 3 aus Text zu Abb. 15) in klarer Außenhülle. Die Kernhülle fehlt.

Fig. 7: Flasergneiszirkon (6).
Der Kern (im Sinne der Ausführungen zu Abb. 15) ist hier nicht das kleine Gebilde im Zentrum, sondern nimmt einen großen Teil des Zirkons ein. Kenntlich wird er durch die nur andeutungsweise entwickelte Phase der Kernhülle, die als dunkler Überzug auf dem gerundeten Kern sichtbar wird. Nach der Kernhülle folgt die klare Außenhülle mit (101)-Flächen. Der Kern (im Sinne vorstehender Ausführungen) ist komplex aufgebaut: Im Mittelpunkt liegt ein kleiner, trüber, gerundeter „Innenkern". Er wird umschlossen von einer deutlich ausgebildeten, klaren Hülle mit (101)- und (110)-Flächen. Den überwiegenden Anteil des Kernes bildet klare, fast einschlußfreie Substanz mit schwacher, aber regelmäßiger Zonierung mit vorherrschender (211)-Pyramide. Daraus folgt, die Flächenentwicklung des Zirkonkerns insgesamt verlief nacheinander mindestens über die 3 Extremata:
1) Klare Hülle um „Innenkern": (101) und (110).
2) Hauptanteil des klaren Kernes mit überwiegend (211) und unbestimmbarer Prismenfläche.
3) Außenhülle des Kerns mit überwiegend (101) und (110).

Fig. 8: Flasergneiszirkon (6).
Bei diesem Zirkon sind die für die Population des Flasergneises typischen drei Baueinheiten (im Sinne der Ausführungen zu Abb. 15) fast modellhaft entwickelt: Kern mit (211)-Pyramidenflächen und großen Einschlüssen, rissig (Typ 2 aus Text zu Abb. 15), Kernhülle mit (101) und (211)-Pyramidenflächen, eingetrübt (metamikt?) und Außenhülle, klar und idiomorph mit (101)- und (110)-Flächen.

Fig. 9: Flasergneiszirkon (6).
Auch dieser Zirkon zeigt wie der Vorhergehende die deutliche Dreiteilung in Kern, Kernhülle und Außenhülle, aber die getrübte Kernhülle und die klare Außenhülle werden nicht von indizierbaren Pyramidenflächen abgeschlossen. Der Kern dagegen ist deutlich mehrphasig aufgebaut: Erkennbar ist ein länglicher, klarer „Innenkern" mit Einschlüssen, der von einer dünnen, eingetrübten „Innenkernhülle" überzogen ist, welche mit (211)-Pyramidenflächen endet. Den äußeren Bereich des Kernes bildet eine einmal zonierte Hülle mit (211)-Pyramidenflächen. Demgemäß ist der Kern vom Typ 2 (s. Text zu Abb. 15).

Fig. 10: Flasergneiszirkon (6).
Ein weiterer Zirkon mit voll entwickelter Dreiteilung in klare Außenhülle, getrübte Kernhülle und Kern. Der Kern ist ähnlich dem von Fig. 9 aufgebaut, allerdings noch detailreicher: Ganz innen liegt eine dünne, stabförmige, schwach trübe Form, umgeben von einer klaren Zone oder Hülle mit gerundeten Enden, die am (in der Fig. 10) oberen Ende eine ausgeprägte „Kappe" aus trüber Substanz besitzt und am unteren Ende eine schwach angedeutete „Kappe". Dann folgt wieder eine Zone mit klarer Zirkonsubstanz, am Ende mit (211)-Pyramidenflächen abgeschloßen. Nur schwach sichtbar ist die darauf folgende dünne Zone, die teils gerundete Enden, teils (101)-Pyramidenflächen aufweist. Die äußere Zone des Kernes ist wieder mächtiger ausgebildet, die Kernaußenflächen sind von der trüben Kernhülle verdeckt, trotzdem dürfte Typ 2 (s. Text zu Abb. 15) als Klassifizierung für den Kern zutreffen.

Fig. 11: Flasergneiszirkon (6).
Die eingetrübte, xenomorphe Kernhülle ist schwächer ausgebildet. Im Gegensatz dazu sind die klare Außenhülle (idiomorph mit (101)- und (110)-Flächen) und der klare Kern deutlich entwickelt. Der Kern zeigt wieder Zonierung mit (211)-Pyramidenflächen und große Einschlüsse, er ist somit vom Typ 2 (s. Text zu Abb. 15).

Fig. 12: Flasergneiszirkon (6).
Eine klare, hypidiomorphe Außenhülle umgibt die nur fleckweise getrübte, ebenfalls hypidiomorphe Kernhülle. Der klare Kern mit (211)-Pyramidenflächen enthält einen kleinen, klaren, runden „Innenkern", von Bläschen umgeben. Der Kern ist vom Typ 2 (s. Text zu Abb. 15).

Fig. 13: Flasergneiszirkon (6).
In der klaren, hypidiomorphen Außenhülle liegt die Kernhülle, die den Kern nur zum Teil umgibt. Die Kernhülle ist im Bereich der (101)-Pyramidenflächen nicht gänzlich getrübt (metamiktisiert?). Kern und Kernhülle sind möglicherweise gemeinsam gebrochen worden (siehe Risse im Kern und unterer Zirkonbereich in Fig. 13). Die Außenhülle ist unzerbrochen. Der gerundete, klare Kern ist vom Typ 1 (s. Text zu Abb. 15).

Fig. 14: Flasergneiszirkon (6).
Die kräftig entwickelte, stark getrübte Kernhülle in der klaren Außenhülle macht es unmöglich, den nur noch durchscheinenden Kern zu typisieren.

Fig. 15: Flasergneiszirkon (6).
En Zirkon, bei dem nur die größtenteils getrübte Phase der idiomorphen Kernhülle (mit (101)-Pyramidenflächen) in der klaren, ebenfalls idiomorphen Außenhülle (mit (101)-Pyramidenflächen erhalten ist.

Fig. 16: Flasergneiszirkon (6).
Der klare Bereich der Außenhülle ist mächtig entwickelt. Die trübe, xenomorphe Kernhülle umschließt den gerundeten, klaren Kern nur zur Hälfte.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Fig. 1

Fig. 2

Fig. 3

Fig. 4

Fig. 5

Fig. 6

Fig. 7

Fig. 8

Fig. 9

Fig. 10

Fig. 11

Fig. 12

Fig. 13

Fig. 14

Fig. 15

Fig. 16

l = 0,4 mm

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Tafel 3

Fig. 1: Tonalitporphyritzirkon (10174), 300x.
Bei den Zirkonen dieser Population ist im Durchlicht nur sehr selten schwacher Zonarbau angedeutet (Abb. 11 und Taf. 1, Fig. 1,2,3). Bei diesem Exemplar wurden durch Lösungsvorgänge Schalen mit unterschiedlicher Löslichkeit herauspräpariert. Ist also ein Zirkonbereich, der im Durchlicht homogen aussieht, tatsächlich homogen? Die Frage kann hier leider nicht abschließend geklärt werden, weil von allen im REM untersuchten Zirkonen dieser Probe nur der Abgebildete mit den gezeigten Lösungserscheinungen aufzufinden war. Möglicherweise ist er also nicht repräsentativ für seine Zirkonpopulation und würde im Durchlicht entsprechenden Zonarbau aufweisen..

Fig. 2: Tonalitporphyritzirkon (10174), 450x.
Zirkon vom Typ S_2 ((101)<(211) und (100)<<(110)) der Einteilung nach PUPIN & TURCO (1972, 1975, 1980, 1981, 1985), mit 16 % der idiomorphen Zirkone in der untersuchten Probe vertreten.

Fig. 3: Tonalitporphyritzirkon (8903), 120x.
Zirkon vom Typ S_3 ((101): (211) und (100)<<(110)) der Einteilung nach PUPIN & TURCO (1972, 1975, 1980, 1981, 1985.), mit 8 % der idiomorphen Zirkone in der untersuchten Probe vertreten.

Fig. 4: Mikrogranitporphyrzirkon (9790), 400x.
Zirkon vom Typ L_1 ((101)<<(211) und (110)) der Einteilung nach PUPIN & TURCO (1972, 1975, 1980, 1981, 1985.), mit 16 % der idiomorphen Zirkone in der untersuchten Probe vertreten.

Fig. 5: Granodioritporphyritzirkon (9953), 600x.
Zirkon vom Typ G_1 ((101) mit (110)) der Einteilung nach PUPIN & TURCO (1972, 1975, 1980, 1981, 1985), mit 19 % der idiomorphen Zirkone in der untersuchten Probe vertreten..

Fig. 6: Granodioritporphyritzirkon (9953), 500x.
Zirkon vom Typ S_3 ((101): (211) und (100)<<(110)) der Einteilung nach PUPIN & TURCO, (1972, 1975, 1980, 1981, 1985.), mit 15 % der idiomorphen Zirkone in der untersuchten Probe vertreten.

Fig. 7: Flasergneiszirkon (6), 450x.
Zirkon vom Typ L_5 ((101)>>(211) und (110)) der Einteilung nach PUPIN & TURCO (1972, 1975, 1980, 1981, 1985.), mit 28,5 % der idiomorphen Zirkone in der untersuchten Probe vertreten.

Fig. 8: Flasergneiszirkon (6), 500x.
Zirkon vom Typ L_5 ((101)>>(211) und (110)) der Einteilung nach PUPIN & TURCO (1972, 1975, 1980, 1981, 1985.), mit 28,5 % der idiomorphen Zirkone in der untersuchten Probe vertreten.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Fig. 1

Fig. 2

Fig. 3

Fig. 4

Fig. 5

Fig. 6

Fig. 7

Fig. 8

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Literatur

AMARANTIDIS, G.: Die Tonalitporphyritgänge Osttirols: ihre Varietäten, ihr Mineralbestand mit besonderer Berücksichtigung der Granate. – Unpubl. mineralogische Dipl.-Arb. Univ. München, 112 S., 1985.

BARTH, S., OBERLI, F. & MEIER, M.: U-Th-Pb systematics of morphologically characterized zircon and allanite: a high-resolution isotopic study of the Alpine Rensen pluton (northern Italy). – Earth Plan. Sci. Lett., **95**, 235–254, 1989.

BECCALUVA, L., GATTO, G.O., GREGNANIN, A., PICCIRILLO, E.M. & SCOLARI, A.: Geochemistry and petrology of dyke magmatism in the (Alto Adige) and its geodynamic implications. – N. Jb. Geol. Paläont. Mh., **6**, 321–339, 1979.

BECCALUVA, L., BIGIOGGERO, B., CHIESA, S., COLOMBO, A., FANTI, G., GATTO, G.A., GREGNANIN, A., MONTRASIO, A., PICCIRILLO, E.M. & TUNESI, A.: Post Collisional Orogenic Dyke Magmatism in the Alps. – Mem. Soc. Geol. Ital., **26**, 341–359, 1983.

BORSI, S., DEL MORO, A., SASSI, F.P. & ZIRPOLI, G.: On the age of the Vedrette di Ries (Rieserferner) massif and its geodynamic significance. – Geol. Rdsch., **68**, 41–59, 1978.

BORSI, S., DEL MORO, A., SASSI, F.P. & ZIRPOLI, G.: New petrographic and radiometric data on the Oetztal and Stubai orthogneisses (Eastern Alps). – N. Jb. Miner. Abh., **1980**, 75–89, 1980.

CARUBA, R. & TURCO, G.: Mise au point sur la notation des faces du zircon. Élaboration d'une méthode d'indexation rapide des faces des zircons accessoires des roches par utilisation d'abaques.- Bull. Soc. fr. Minéral. Cristallogr., **94**, 427–436, 1971.

DÖLZLMÜLLER, H., FINGER, F. & SCHERMAIER, A.: Die Ausbildung der Zirkone im Granitgneis des hohen Sonnblicks (Penninikum, Ostalpen) und ihre Aussage zur Gesteinsgenese. – Mitt. österr. geol. Ges., **81**, 33–45, 1989.

FRANK, W.: Evolution of the Austroalpine Elements in the Cretaceous. – In: H.W. FLÜGEL, (Hrsg.) Geodynamics of the Eastern Alps, 418 S. Wien, 1987.

FRASL, G.: Die mikroskopische Untersuchung der akzessorischen Zirkone als eine Routinearbeit des Kristallingeologen. – Jb. Geol. B.-A., **106**, 405–428, 1963.

GIZYCKI, P. v.: Petrographisch-geochemische Untersuchungen an periadriatischen Plutonen und ihren Rahmengesteinen am SW-Rand des Tauernfensters (Südtirol). – Diss. Univ. München, 137 S., 1977.

HOPPE, G.: Die Verwendbarkeit morphologischer Erscheinungen an akzessorischen Zirkonen für petrogenetische Auswertungen. – Abh. dt. Akad. Wiss. Berlin, Nr.**1**, 131 S., 1963.

IRVINE, T.N. & BARAGAR, W.R.A.: A Guide to the Chemical Classification of the Common Volcanic Rocks. – Can. J. Earth Sci., **8**, 523–548, 1971.

MAGER, D.: Vergleichende morphologische Untersuchungen an Zirkonen des altkristallinen Augengneises von Sand in Taufers (Südtirol) und einiger benachbarter Gesteine. – N. Jb. Miner. Mh., **1981**, 385–397, 1981.

NEUMAIR, A. & TROLL, G.: Ganggesteine aus der Sesvennagruppe, Südtirol. – Mitt. Österr. Miner. Ges., **134**, 120–122, 1989.

PUPIN, J-P. & TURCO, G.: Le zircon accessoire en géothermométrie. – C. R. Akad. Sci. Paris, ser. D, **274**, 2121–2124, 1972.

PUPIN, J-P. & TURCO, G.: Une typologie original du zircon accessoire. – Bull. Soc. fr. Minéral. Cristallogr., **95**, 348–359, 1972a.

PUPIN, J-P. & TURCO, G.: Typologie du zircon accessoire dans les roches plutoniques dioritiques, granitiques et syenitiques. Facteurs essentiels déterminant les variations typologiques. – Pétrologie, **1**, H. 2, 139–156, 1975.

PUPIN, J-P.: Zircon and granite petrology. – Contr. Min. Petr., **73**, 207–220, 1980.

PUPIN, J-P. & TURCO, G.: Le zircon, minéral commun significatif des roches endogènes et exogènes. – Bull. Minéral., **104**, 724–731, 1981.

PUPIN, J-P.: Magmatic zoning of Hercynian granitoids in france based on Zircon typology. – Schweiz. Miner. Petr. Mitt., **65**, 29–56, 1985.

PURTSCHELLER, F. & MOGESSIE, A.: Dikes from Ortler, Sarntal Alps and Brixen Granite : Mineralogy, Chemical Composition and Petrogenesis. – Mineral. Petrol., **38**, 17–35, 1988.

RICKWOOD, P.C.: Boundary lines within petrologic diagrams which use oxides of major and minor elements. – Lithos, **22**, 247–263, 1989.

SÖLLNER, F. & HANSEN, B.T.: „Pan-afrikanisches" und „kaledonisches" Ereignis im Ötztalkristallin der Ostalpen: Rb-Sr- und U-Pb-Altersbestimmungen an Migmatiten und Metamorphiten. – Jb. Geol. B.-A., **130**, 529–569, 1987.

TROLL, G., NEUMAIR, A. & HOFSTETTER, A.: Porphyritische Ganggesteinsgesellschaft der Ötztaldecke im Gebiet Elferspitze – Griankopf (Sesvenna-Gruppe, Südtirol). – Jb. Geol. B.-A., **131**, 649–662, 1988.

ZANETTIN-LORENZONI, E.: Le porfiriti quarzo-dioritiche granofiriche (Telliti) di Tel presso Merano (Alto Adige). – Atti Ist. Veneto Sci., Lett. ed Arti, **CXXII**, 229–292, 1964.

Manuskript bei der Schriftleitung angelangt am 23. Februar 1990.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt

Jahr/Year: 1990

Band/Volume: 133

Autor(en)/Author(s): Tondar Peter, Neumair Andreas, Troll Georg

Artikel/Article: Die petrogenetische Deutung der Zirkonmorphologie einiger porphyritischer Ganggesteine der östlichen Zentralalpen 365-384