

GENESE UND HERKUNFT VON GOLD-NUGGETS AUS DEM GULI MASSIV,
NORDSIBIRIEN, RUSSLAND: EINE MULTIDISZIPLINÄRE MINERALOGISCHE UND
GEOCHEMISCHE STUDIE

DISSERTATION

Eingereicht zur Erlangung des akademischen Doktorgrades der montanischen
Wissenschaften der Montanuniversität Leoben

Dip.Ing. Sami Dvorani

Betreuung:

Ao.Univ.-Prof. Dr.phil. Oskar A. R. Thalhammer
O.Univ.-Prof. Dr. Fritz Ebner

Department für Angewandte Geowissenschaften und Geophysik
Lehrstuhl für Mineralogie und Petrologie
Montanuniversität Leoben

Leoben, Juli 2007

ANLEITUNG

1. ZUSAMMENFASSUNG.....	7
2. AUFGABENSTELLUNG.....	11
3. ARBEITSMETHODEN.....	13
3.1. <i>Die Geländearbeiten und Beprobungen.....</i>	<i>13</i>
3.1.1 <i>Geländearbeit und Probenahme der Goldnuggets.....</i>	<i>32</i>
3.1.2 <i>Geländearbeit und Beprobung an dem Karbonatit-Alkali-Komplex.....</i>	<i>13</i>
3.2. <i>Probenaufbereitung.....</i>	<i>13</i>
3.2.1. <i>Herstellung von Gesteinspulvern.....</i>	<i>14</i>
3.2.2. <i>Herstellung von Mineralkonzentraten</i>	<i>14</i>
3.2.3. <i>Sieben und Trocknen.....</i>	<i>14</i>
3.2.4. <i>Optische Selektion.....</i>	<i>15</i>
3.2.5. <i>Schliffpräparation.....</i>	<i>15</i>
3.2.6. <i>XRF – Schmelzaufschlüsse.....</i>	<i>16</i>
3.2.7. <i>Säureaufschlüsse für ICP-MS.....</i>	<i>16</i>
3.2.7.1. <i>Spurenelemente-SEE.....</i>	<i>16</i>
3.2.7.2. <i>Säureaufschlüsse für Edelmetalle.....</i>	<i>16</i>
3.2.7.3. <i>Abtrennen der Edelmetalle.....</i>	<i>17</i>
4. ANALYTIK	18
4.1 <i>X-RF.....</i>	<i>18</i>
4.2. <i>ICP-MS</i>	<i>18</i>
4.3 <i>Mineralanalytik.....</i>	<i>19</i>
4.3.1. <i>Elektronenmikrosonden Analytik.....</i>	<i>19</i>
4.3.2. <i>Raman-Spektrometrie.....</i>	<i>20</i>
4.4. <i>Mikrothermometrische Analytik.....</i>	<i>20</i>
4.4.1. <i>Der Heizkühltisch.....</i>	<i>20</i>

5. REGINALE GEOLOGIE.....	23
5.1 Nord Asien.....	23
5.2 Siberischer Kraton.....	23
5.3. Die Maimecha-Kotui Provinz.....	25
5.3.1. Das Guli Massiv.....	30
6. ZONARE ULTRAMAFISCHE KOMPLEXE.....	32
6.1. Alaskan-Uralian-Typ.....	32
6.2. Aldan-Type.....	32
6.3. Rohstoff-Potential von zonaren Komplexen.....	33
7. GOLD NUGGETS.....	35
7.1. Morphometrie der Nugget.....	35
7.1.2 Mittlere Dimension $dm (L+B)/2$	35
7.1.3. Maximale Länge $L-max$	36
7.1.4. Equivalent circle Diameter $ECD=\sqrt{LW}$	37
7.1.5. 2-D Projektion Anisometrie L/B	37
7.2. Morphologische Merkmale - Rundung und Sphärizität.....	38
7.2.1. Rundung (R).....	39
7.2.2. Sphärizität (S).....	40
7.3. Allgemeines	43
7.4.1. Chemismus der Goldnuggets.....	44
7.4.2. Gold Mineralien.....	45
7.4.3.1. Reines Gold (Au).....	46
7.4.3.2. Argentinian Gold (Au,Ag).....	47
7.4.3.3. Elektrum (Au, Ag).....	47
7.4.3.4. Tetra-Auricuprid (AuCu).....	47
7.4.4. Klasifikation der Gold Nuggets nach deren Zusammensetzung.....	47
7.4.5. Au Finenes und Cu-Gehalte.....	48
7.4.6. Interpretation der Ergebnisse-Bildungsbedingungen der Nuggets.....	52
7.5. Mineralogie und Chemismus der Einschlüsse und Verwachsungen.....	54
7.5.1. Oxide	54

7.5.2. Silikate.....	55
7.5.3. Andere Mineral Einschlüsse und Verwachsungen.....	65
7.5.4. REE-Mineralphasen.....	65
7.5.5. Sulfide-Einschlüsse.....	69
7.6. Schlussfolgerungen.....	72
8. LITHOLOGIE DER BOHRKERNE	73
8.1. Bohrkern G28.....	74
8.2. Bohrkern Z4.....	74
8.3. Bohrkern Z3.....	74
8.4. Bohrkern Z2.....	74
9. PETROGRAFIE UND MINERALCHEM.....	86
9.1.Bohrkerne G28.....	86
9.2 .Bohrkern Z4.....	99
9.3. Bohrkern Z3.....	104
9.4. Bohrkern Z2.....	106
10. REE-MINERALTRÄGER.....	118
11.GEOCHEMIE DER ULTRAMAFISCHEN GESTEINE.....	122
11.1.Geochemische Klassifikation.....	122
11.2 .Hauptelement Charakteristika.....	123
11.3. Spuren Elemente.....	129
11.3.1. Seltene Erd-Elemente (REE).....	133
11.3.2. Platingruppen-Elemente (PGE).....	136
12. GEOTHERMOBAROMETRIE.....	139
12.1. Das Single Clinopyroxen Thermometer.....	139
12.2. Olivin-Spinellthermometrie.....	140

<i>12.3. Sauerstoffugazität.....</i>	<i>141</i>
<i>13. Schmelz-Einschlüsse in Mineralien.....</i>	<i>142</i>
<i>14. Flüssigkeitseinschlüsse (FI) – Mikrothermometrie.....</i>	<i>145</i>
<i>14.1. Flüssigkeitseinschlüsse im Nephelin.....</i>	<i>146</i>
<i>14.2. FI im Apatit.....</i>	<i>148</i>
<i>14.3. FI in Calcit.....</i>	<i>150</i>
<i>15. ISOTOPENUNTERSUCHUNGEN.....</i>	<i>152</i>
<i>16. DISKUSSION.....</i>	<i>154</i>
<i>16.1. Die Au-Gehalte in der Alkali-Ultramafit-Sequenz.....</i>	<i>154</i>
<i>16.2. Die Signifikanz der festen Einschlüsse in den Au-Nuggets.....</i>	<i>154</i>
<i>16.3. Die Guli Alkalie-Ultramafit-Sequenz.....</i>	<i>157</i>
<i>16.4. Metasomatische Prozesse.....</i>	<i>158</i>
<i>16.5. Die magmatische Ereignisse im Guli Massiv.....</i>	<i>159</i>
<i>17. LITERATUR.....</i>	<i>161</i>
<i>18. ANHANG.....</i>	<i>176</i>

DANKSAGUNG

Mein Dank gilt zuerst meinem Betreuer, Herrn Univ. Prof. Dr. Oskar.A.R. THALHAMMER, der es mir ermöglichte, diese Dissertation im Rahmen eines vom FWF geförderten Projektes durchzuführen. Insbesondere möchte ich ihm für die sehr gute Betreuung, das Einbringen von Ideen, die Durchsicht der Arbeit und für die finanzielle Unterstützung danken.

Herrn Univ. Prof. Dr. R. BAKKER danke ich für die Hilfe bei den Messungen der Flüssigkeits- und Schmelz-Einschlüsse und der regen Diskussionsbereitschaft.

Herrn Univ. Prof. J. RAITH danke ich für vielseitige fachliche Unterstützung.

Herrn Univ. Prof. Dr. T. MEISEL vom Institut für Analytische Chemie an der MU Leoben danke ich für die Durchführung von chemischen Analysen und fachliche Diskussionen.

Für die hervorragende Herstellung der Dünschliffe, die Betreuung der Mikrosonde-Analysen und die Hilfsbereitschaft bei allfälligen Problemen danke ich Herrn Helmut MÜHLHANS.

Ebenfalls möchte ich Herr Dipl. Ing Peter Puschnik, der meine Probleme wie kein anderer verstand, danken.

Herrn Dipl. Ing. L. Dobrosi möchte ich herzlich für EDV Unterstützung danken.

Weiters geht mein Dank für die technische Unterstützung an Dipl. Ing. C. Piribauer, Dipl. Ing. M. Baumgartner, Mag. J. Meckelsen, Dipl. Ing G. Sammer, Frau Judith Bergthaler und Mag. Andreas Kudjelka.

Mein besonderer Dank für **Dipl. Ing Shkurte Dervishaj**, die jederzeit Hilfsbereitschaft bei meinen schwierigen Situationen und in finanzielle Hinsicht immer mir satnd.

1. ZUSAMMENFASSUNG

GENESE UND HERKUNFT VON GOLD-NUGGETS AUS DEM GULI MASSIV, NORDSIBIRIEN, RUSSLAND: EINE MULTIDISZIPLINÄRE MINERALOGISCHE UND GEOCHEMISCHE STUDIE

Die vorliegende Arbeit besteht aus zwei Teilen: Im ersten Teil wurden die Gold Nuggets aus Seifenablagerungen des Ingarinda Flusses des Guli Clinopyroxenit-Dunit Massivs detailliert untersucht. Der zweite Teil dieser Arbeit umfasst eine mineralogisch-petrologische und geochemische Untersuchung der Alkali-Ultramafit-Sequenz des Guli Massivs.

Das Guli Massiv erstreckt sich über ca. 2000km² innerhalb der Maimecha-Kotui Provinz im nördlichen Teil der sibirischen Plattform (Taimyr Provinz, Russland). Das Guli Massiv besteht aus einem riesigen Dunit-Kernkomplex, aus einer Alkali-Ultramafit-Sequenz und aus zwei Carbonatit-Intrusionen und gilt als der größte zonare Alakan-Aldan-Typ Komplex. Das Guli Massiv ist durch das Vorkommen von PGE- (Platingruppen Elemente) und Au-Seifenlagerstätten, sowie REE (seltene Erdelemente) und Phlogopit Vorkommen charakterisiert. Die vorliegende Arbeit wurde im Rahmen eines FWF Forschungsprojekt durchgeführt.

Im ersten Teil der Arbeit wurden 112 Gold Nuggets detailliert nach ihrer Form, Größe und chemischer Zusammensetzung untersucht. Die Nuggets liegen in ihrer Größe überwiegend zwischen 0.25 und 1mm, zeigen einen Rundungsgrad von eckig bis gut gerundet und eine Spherizität zwischen 0.3 und 0.9, was auf eine maximale Transportdistanz von 10-20km hinweist. Chemisch bestehen die Nuggets aus Reingold, Argentian, Elektrum und Tetra-Auricuprid, wobei komplexe Legierungen beobachtet werden konnten. Überwiegend sind die Nuggets aus Au-Ag-Legierungen zusammengesetzt. Reingold, meist am Rand der Nuggets auftretend, ist im Zuge des Transportes und der Ablagerung der Nuggets gebildet worden. Auf der Basis der chemischen Zusammensetzung lassen sich Bildungstemperaturen im Bereich von 300 bis 400°C abschätzen.

Die Nuggets sind durch eine Vielzahl an festen Einschlüssen charakterisiert. Unter den Silikaten treten in erster Linie Clinopyroxene, Olivin, Amphibole und Phlogopit auf, als Oxide konnten Ti-Magnetit, Ilmenit, Cr-Magnetit und Perowskit identifiziert werden. Neben einer Reihe von Sulfiden (es dominieren Ni-Cu-Fe Sulfide), treten auch REE-Mineralen (Chevkinit und Zirkelit), sowie Calcit und Apatit auf. Die Mineralogie dieser Einschlüsse deutet auf eine alkaline Gesteinssequenz als Herkunftsgebiet der Goldnuggets hin.

Um der Frage nach der Herkunft des Goldes näher zu kommen, wurde im zweiten Teil der Arbeit die Alkali-Ultramafit-Sequenz des Guli Massivs, auf der Basis von fünf selektierten Bohrkernen (Z2, Z3, Z4, G28 und Z12) mineralogisch, petrologisch und geochemisch detailliert untersucht. Die Bohrkern wurden in einer Reihe vom Rand des Dunit-Kernkomplex bis zur Carbonatit-Intrusion ausgewählt. Die Gesteinssequenz setzt sich aus Duniten, mit deutlichem Cumulatgefüge, am unmittelbaren Rand des Dunit-Kernkomplexes, aus Olivin-Melanepheliniten, Clinopyroxeniten und aus Jacupirangit zusammen. Mit Ausnahme der Dunite, zeigen alle Gesteine typisch alkalischen geochemischen Charakter. Vom Dunit-Kernkomplex zum Rand der Carbonatit-Intrusion zeigt sich eine zunehmende signifikante Anreicherung der Elemente Fe, Na, Ca, Al, LREE, LIL und HSFE. Diese geochemischen Trends spiegeln sich auch in den Mineralchemismen der untersuchten Gesteine wider. Die Au-Konzentrationen sind generell sehr niedrig (< 5 ppb). Es konnten keine Au-angereicherten Horizonte, wie auch keine Au-führenden Mineralphasen identifiziert werden. Bei einem Vergleich, der für die Alkali-Ultramafit-Sequenz typischen Mineralogie und Mineralchemismen mit denen der in den Au-Nuggets untersuchten Einschlüsse, zeigt sich sehr gute Übereinstimmung. Daher lässt sich der Schluss ziehen, dass das Gold aus der Alkali-Ultramafit-Sequenz zu beziehen ist, obwohl kein direkter Au-führender Gesteinshorizont gefunden werden konnte.

Die geochemischen Anreicherungstrends, die signifikante Zunahme von Mineralphasen wie Calcit, Apatit, Sodalit zum Rand der Carbonatit-Intrusion, sowie das Vorhandensein von Schmelzeinschlüssen in Mineralen der Clinopyroxenite und Olivin-Melanephelinite mit Phlogopit, Sodalit, Clinopyroxen u.a. lassen eine metasomatische Reaktion zwischen dem intrudierenden Carbonatit mit der zu diesem Zeitpunkt bereits vorhandenen Alkali-Ultramafit-Sequenz vermuten.

Altersdatierung auf der Basis der U-Pb Methode an Perowskiten in den Clinopyroxeniten am Rand der Carbonatit-Intrusion zeigen ein Alter von ca. 250 Ma. Dieses Alter passt gut mit

dem Alter der Sibirischen Flutbasalte zusammen und entspricht damit in etwa dem Alter der Carbonatit-Intrusion und der metasomatischen Reaktion.

ABSTRACT

GENESIS AND DERIVATION OF Au-NUGGETS FROM THE GULI MASSIF, NORTHERN SIBERIA, RUSSIA: A MULTIDISCIPLINARY MINERALOGICAL AND GEOCHEMICAL STUDY

The present study contains two parts: in the first part the gold nuggets from placer deposits of the Ingarinda river of the Guli Clinopyroxenite-Dunite Massif were studied in detail. The second part of this study comprises a mineralogical-petrological and geochemical investigation of the alkali-ultramafic sequence of the Guli Massif.

The Guli Massif occupies an area of about 2000km² within the Maimecha-Kotui province in the northern part of the Siberian platform (Taimyr Province, Russia). The Guli Massif is composed of a giant dunite core complex, an alkali-ultramafic sequence and of two carbonatite intrusions. It is supposed to be the largest zoned Alaskan-Aldan-type complex. Furthermore, the Guli Massif is characterised by occurrences of PGE- (platinum group elements) and Au-placer deposits, as well as REE (rare Earth elements) and phlogopite mineralisations. This study was carried under frame of a FWF research project.

The first part of this study concerns the detailed investigation of 112 gold nuggets regarding their shape, grain-size and chemical composition. The nuggets have a grain-size in the range of 0.25 to 1mm, show a roundness between angular and well rounded and a sphericity between 0.3 and 0.9. This indicates a maximum transport distance from the source in the range of 10-20km. Chemically the nuggets are pure gold, argentian, electrum and tetraauricupride. Electrum dominates, although complex solid solutions of all compounds are common. Pure gold is predominantly restricted to the rim of the nuggets and is suggested to have formed in the course of transport and deposition. A primary formation temperature in the range of 300 to 400°C is estimated on the basis of the chemical composition of the nuggets.

The nuggets are characterised by a great variety of solid inclusions. Clinopyroxene, olivine, amphibole and phlogopite dominate among the silicate inclusions, oxide phases are mainly Ti-magnetite, ilmenite, Cr-magnetite and perovskite. Apart of various sulfide inclusions (i.e. dominated by Ni-Cu-Fe sulfides), REE minerals (i.e. chevkinite and zirkelite), as well as calcite and apatite had been identified. The mineralogy of these inclusions indicates a derivation of the gold nuggets from an alkaline rock suite.

In order to tackle the question of the source of the gold in more detail, the second part of this study aims on the alkali-ultramafic-sequence of the Guli Massiv. A detailed mineralogical-petrological and geochemical investigation was carried out, on the basis of five selected drill cores (Z2, Z3, Z4, G28 and Z12). The drill core locations were selected from the periphery of the dunite core complex in the direction to the carbonatite intrusion. The rock suite investigated is composed of dunites at the periphery of the dunite core complex, showing a typical cumulate texture, of olivine melanephelinites, clinopyroxenites and jacupiringites. All rock types are characterised by an alkaline geochemical character, except the dunites. A significant enrichment of elements such as Fe, Na, Ca, Al, LREE, LIL and HFSE becomes obvious towards the carbonatite intrusion. This chemical trend is mirrored by the compositional characteristics of the major mineral phases of the rock suite. Au-concentrations are generally very low (i.e. < 5ppb). Furthermore, no Au-enriched rock horizon could be identified. The mineralogy and the compositional characteristics of the rocks of the alkali-ultramafic-sequence and those of the inclusions in the Au-nuggets are in good accordance. Therefore, it can be concluded that the gold was derived from the alkali-ultramafic-sequence, although no Au-enriched rock horizon was identified in this sequence.

The geochemical enrichment trends, the significant increase of mineral phases such as calcite, apatite, sodalite towards the carbonatite, as well as the existence of melt inclusions, composed dominantly of phlogopite, sodalite, clinopyroxene etc., in the clinopyroxenites and olivine melanephelinites in the vicinity of the carbonatite, indicate a metasomatic reaction between the intruding carbonatite and the already existing alkali-ultramafic-sequence.

U-Pb age datings on perowskite from the clinopyroxenites close to the carbonatite intrusion revealed an age of around 250 Ma. This age fits well to the age of the Siberian flood basalts and, thus, is considered as the age of the carbonatite intrusion and the metasomatic reaction event.

2. AUFGABENSTELLUNG

Das Guli Massif, Taimyr Provinz, N-Sibirien, Russland, wurde in Rahmen des FWF Projektes A16440-N11 unter der Leitung von Oskar A.R. Thalhammer einer umfangreichen, von verschiedenen Blickwinkeln angesetzten, modernen geowissenschaftlichen Bearbeitung unterzogen. Abgesehen von der bemerkenswerten petrogenetischen Sonderstellung der Guli Massivs, weist das Massiv eine Reihe von Rohstoffvorkomen auf, wie wirtschaftlich wichtige Os-Ir-(Ru) Konzentrationen, die im wesentlichen in Seifen abgebaut wurden, seltene Erdelemente-Vorkommen (REE), sowie Goldseifen (Malitch 2002).

Die Aufgabenstellung der vorliegende Arbeit umfasst zwei Teile. Der erste Teil behandelt die detaillierte Bearbeitung von Au-Nuggets aus Goldseifen, deren Bildung und ihre mögliche Herkunft. Das Studium der vielen unterschiedlichen Einschlüsse in den Au-Nuggets sollte konkrete Hinweise auf die Herkunft des Goldes ergeben. Auf der Basis der Ergebnisse des erstes Teiles der vorliegenden Arbeit, wurde im zweiten Teil das mögliche Herkunftsgebiet des Goldes, die Carbonatit-Alkali-Ultramafit-Gesteinsabfolge, detailliert mineralogisch, petrologisch und geochemisch untersucht. Das Ziel dieses zweiten Teiles war, primär Gold-vererzte Horizonte/Partien innerhalb der Carbonatit-Alkali-Ultramafischen-Gesteinssequenz zu lokalisieren.

3 ARBEITSMETHODEN

3.1. Die Geländearbeiten und Beprobungen

Die Geländearbeiten und Beprobungen wurden in zwei Etappen durchgeführt.

- a). Beprobung der Goldnuggets
- b). Beprobung von Bohrkernproben aus dem Carbonatit-Alkali-Ultramafit-Komplex.

3.1.1 Geländearbeit und Probenahme der Goldnuggets

Die Topographie dieser Region bietet natürliche Möglichkeiten für Ablagerungen von Schwermineralen entlang von Flüssen in sogenannten Seifen Lagerstätten.

Die Probennahme der Goldnuggets aus Seifen des Ingarinda Tales wurde von K. N. MALICH durchgeführt. Die Au-Nuggets wurden durch Waschen der Proben angereichert und gewonnen. In den Seifen des Ingarinda kommen die Goldnuggets zusammen mit PGE (Platingruppen-Elemente)-Nuggets vor. Nach dem Waschen wurden die gewonnenen Nuggets, beschrieben und nummeriert.

3.1.2 Geländearbeit und Beprobung an dem Karbonatit-Alkali-Komplex

Die geologische Feldarbeit und Beprobung von diversen Bohrkernen wurde im Rahmen einer Feldkampagne im Jahr 2003 unter der Leitung von O. A. R Thalhammer durchgeführt.

3.2. Probenaufbereitung

Die Probenpräparation erfolgte in Abstimmung mit den weiteren Untersuchungsmethoden. Für die folgende Untersuchungen wurden mehrere Proben aufbereitet:

- Mikroskopie Auflicht – Durchlicht.
- Geochemie (Hauptelemente, Spurenelemente, REE, PGE).

- Isotopenuntersuchung.
- Ramanspektroskopie-Mikrothermometrie.

3.2.1 Herstellung von Gesteinspulvern

Ausgewähltes Probenmaterial wurde für chemische Analysen im Backenbrecher auf eine Korngröße von maximal 2 mm zerkleinert. Um die Kontamination der zerkleinerten Proben zu verhindern, fand nach jedem Brechvorgang eine gründliche Reinigung des Auffanggefäßes statt. Das Probenmaterial wurde in einer Scheibenschwingmühle mit Achateinsätzen ca. 15 Minuten gemahlen. Nach jeder Probe erfolgte eine Reinigung des Mahlbechers und der Einsätze mit Wasser und Alkohol. Zur Trocknung kam eine Luftdruckpumpe zum Einsatz. Vor dem Aufmahlen anderer Proben wurde zusätzlich zum Spülen mit Wasser und Alkohol ein Reinigungsmahlvorgang mit einer Quarzsandprobe und 10 Minuten Mahldauer durchgeführt.

3.2.2 Herstellung von Mineralkonzentraten (ELECTRIC PULSE DESINTEGRATION)

Bei der Herstellung von Phlogopitmineralkonzentraten wurden 11 Proben mit der "electric pulse-disintegration" (EPD) Anlage (MU Leoben, Lehrstuhl Mineralogie und Petrologie) zerkleinert (Rudashevsky et al. 1995). Die Disintegration der Proben erfolgte unter 250 kV Spannung, 15mA, bei 2-3 Impulse pro Sekunde. Das Gestein bricht infolge der unterschiedlichen Leitfähigkeit der Mineralphasen an den Mineralgrenzen in seine einzelnen Mineralkomponenten.

3.2.3 Sieben und Trocknen

Das mittels EPD zerkleinerte Material wurde in einem Trockenschrank für ca 15 Stunden bei ca 70°C getrocknet. Danach folgte im weiteren eine Trockensiebung in die Korngrößenfraktionen > 500 µm, 250-500 µm, 63-125 µm und < 63 µm.

3.2.4. Optische Selektion

Im letzten Schritt der Mineralkonzentratherstellung wurden die zerkleinerten, gesiebten und getrockneten Konzentate unter dem Binokular händisch von Fremdmineralien befreit.

Nach der optischen Sortierung standen Phlogopite, Klinopyroxene und Perowskite in reiner Form zu Verfügung. Die gewonnenen Präparate wurden für Isotopenuntersuchungen (Ar-Ar, U-Pb) vorbereitet.

3.2.5 Schliffpräparation

Für die Schliffpräparationen der Goldnuggets wurden zwei Arbeitsmethoden eingesetzt. Die ersten 26 Goldnuggets wurden in Kunstharz eingebettet. Dazu wurden in einem ausgehärteten mikrosondentauglichen Kunstharzobjektträger Löcher gebohrt und die Nuggets mit Kunstharz eingebettet. Danach wurde die Oberflächen geschliffen und mittels Rewald Maschine poliert.

In zweiten Fall wurden für weitere 86 Goldnuggets eine dünne Glasplatte, sowie eine Aralditlösung und ein Schliffring verwendet. Als erstes wurde der Schleifring auf der Glasplatte ausgelegt, mit einer dünnen Schicht Aralditlösung bestrichen und die Goldnuggets eingelegt. Nach einer Wartezeit von ca. 4 Stunden waren die Nuggets auf den Boden abgesunken und die Aralditlösung ausgehärtet. Der Rest des Präparates wurde mit Kunstharz aufgefüllt. Nach 3 Tagen Aushärtung konnten die Oberflächen geschliffen und mittels Rewald poliert werden.

Die Anschliffe wurden für mikroskopische und mikroanalytische (Elektronenstrahl-Mikrosonde, EMS) Methoden verwendet.

Einige sehr kleine Au-Nuggets gingen während des Schleif- und Poliervorganges verloren.

Aus selektierten Gesteinsproben wurden petrographische, polierte Dünnschliffe für die Auf- und Durchlichtmikroskopie und Mikrosondenanalytik angefertigt.

Meßpunkte für die EMS wurden mittels einer Diamantspitze unter dem Mikroskop markiert.

Für die Untersuchung der Flüssigkeitseinschlüsse wurden doppelt polierte sogenannte Dickschliffe (ca. 200µm) hergestellt.

3.2.6. XRF - Schmelzaufschlüsse

Zur Herstellung der Schmelzaufschlüsse wurden ca 2 g Probensubstanz verwendet. Nach Bestimmung des Glühverlustes wurde 1g Probe mit 6g Lithiumtetraborat ($\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$) als Schmelzmittel gemischt und in einem Platintiegel ca. 10 Minuten bei Temperaturen von über 1000°C aufgeschmolzen und abgeschreckt, um Schmelzpillen zu erhalten. Bei den Proben G28/6-1 und G28/6-2 war es nicht möglich Perlen herzustellen. In diesem Fall wurden 1.2 ml Bindemittel mit 3 g Probensubstanz und mit 2 g H_3BO_3 gemischt. Diese Mischung wurde in einer Druck-Pressen mit 15 Tonnen Druck zu Pillen gepresst.

3.2.7. Säureaufschlüsse für ICP-MS

3.2.7.1. Spurenelemente-SEE

Für die Spurenelemente und seltene Erdelement- (REE) Bestimmung wurden Serien, bestehend aus 7 Proben, einer zusätzlichen Referenzprobe (GSP-2 Diorit) und einer Blindprobe hergestellt. Um Fehler bei der Probenpräparation möglichst zu vermeiden, wurden jeweils zwei Proben aufgeschlossen. Es wurden 100 mg Probenpulver eingewogen, mit 0.6g Natriumperoxid Na_2O_2 vermischt und in Graphittiegeln für 30 Minuten bei einer Temperatur zwischen $360\text{-}380^\circ\text{C}$ erhitzt. Danach wurde das Probenmaterial aus dem Tiegel in ein Becherglas umgefüllt, mit destilliertem Wasser gespült und ca. 20 Minuten aufgewärmt. Nach weiterer Spülung wurde die Probenlösung abgedichtet und für 5 Minuten mit 4200 Umdrehungen pro Minute zentrifugiert. Danach kam die homogenisierte Lösung (100ml) in den Meßkolben. Die Rückstände aus dem Becherglas wurden mit 2ml HCl gespült und in den Meßkolben zugegeben. Die Meßkolben wurde mit destilliertem Wasser aufgefüllt.

3.2.7.2 Säureaufschlüsse für Edelmetalle

Die Gehalte an Edelmetallen (PGE und Au) in den untersuchten Gesteinen sind sehr gering. Deshalb wurde unter der Leitung von T. Meisel (Lehrstuhl Allgemeine und Analytische Chemie, MUL) eine spezielle Methode zur selektiven Abtrennung der Edelmetalle entwickelt und verwendet.

Mit dieser Verfahrensmethode wurden die Konzentrate bzw. Gesamtgesteinspulver in Quarzbehälter gefüllt und mit 5 ml HNO₃, 2 ml HCl und "Spike" vermischt. Danach wurden die Öffnungen der Quarzbehälter mit Teflonbändern versiegelt, die Deckel aufgesetzt und diese wieder mit einem Teflonband versiegelt. Der Aufschluss fand in einem Hochdruckaschenbecher HPA S (Model Anton Paar Perkin Elmer Instrumentes) unter einem Druck von ca. 100-125 bar und eine Temperatur von ca. 300°C in etwa 5 Stunden lang statt.

3.2.7.3 Abtrennen der Edelmetalle

Die Bestimmung der Konzentration und des Isotopaufbaus des Osmiums erfolgte auf direktem Weg. Dabei wird die Lösung von einem Ar-Trägergasstrom durchgespült. Mit dem Aerosol wird nun das Os in Form von OsO₄ ausgetrieben und gelangt direkt zur Messung in das ICP MS.

Die restlichen Metalle müssen danach chromatographisch abgetrennt werden. Diese Abtrennung der Metalle erfolgt mit einem Anionenaustauscher (DOWEX 1X8 100-200 Mesh). Das Prinzip der Trennung beruht darauf, dass Anion Komplexe (Chlorkomplexe) gebunden werden. Außerdem sind die Anionen (-Komplexe) unterschiedlich stark gebunden und können nun durch verschiedene Säuren in verschiedene Menge verschiedene Konzentrationen eluiert werden (Puhl 2000).

Nach dem Konditionieren der Säule folgen die Elutionsschritte mit 10 ml HCl (1 Mol), 20 ml des HNO₃ (0.8 Mol), 10 Mol HNO₃ (das 8 mol) und schließlich 10 Mol HNO₃ (13.5 Mol). Dabei werden im ersten Schritt vor allem Mo, Co, Cr, entfernt, danach Rh und Ag. In den nächsten Schritten sind im Eluat Pd, Re, Ru und schließlich Pt und Ir erhalten. Die Messungen erfolgen mittels Isotopenverdünnungsmethode an beiden ICP-MS.

4 ANALYTIK

4.1 X-RF

Die Analysen der Hauptelemente und einiger Spurenelemente wurden an einem 8410 Röntgenfluoreszenz-Gerät am Lehrstuhl für Allgemeine und Analytische Chemie der Montanuniversität durchgeführt.

Die Messungen sind für Hauptelemente vom Computerprogramm Geo-M, und UQ (UniQuant) und für einige Spurenelemente wie Cr, Ni, Sr, Zn, Cu mit dem Programm Geo-T gesteuert worden.

4.2 ICP-MS

ICP-MS (Induktively Coupled Plasma Massen-Spektrometer HP 4500)

Die ICP- MS ist eine Methode für die Bestimmung der Spurenelemente, REE, PGE und Isotopenverhältnisse. Diese Technologie wurde in den frühen Achtziger Jahren entwickelt. Das Argon ICP ist ein Hochtemperaturplasma (bis 8000°K), in das durch einen Argonstrom das Probenaaerosol geholt wird. Darauf werden die Atome durch das Plasma ionisiert. Die meisten Elemente werden überwiegend und/oder zur Gänze ionisiert, wodurch eine hohe Empfindlichkeit erzielt werden kann. Es wird dabei die Probenlösung in die Vakuumkammer eingebracht, fokussiert und auf das Quadrupol-Massenspektrometer geschickt. Das resultierende Massenspektrum kann für eine quantitative Feststellung von über 70 Elementen dienen. Das ICP Ms gibt auch Informationen über den Isotopaufbau eines Elements (Puhl 2000).

Der größte Vorteil eines ICP-MS ist einerseits durch die hohen Nachweisgrenzen, andererseits durch die rasche Multielement-Bestimmung gegeben. Die Nachweisgrenzen in der Lösung bewegen sich in ng/L (ppt) Bereichen und typisch Multielement-Analysen können in weniger als drei Minuten durchgeführt werden.

Als Zusatzgerät wurde ein so genanntes Membrandesolvator MCN 600 Nebulizer (Fa Cetac) vorgeschaltet, wodurch das Aerosol sehr gut zerstäubt und zudem getrocknet wird. Das wiederum bewirkt, dass die Oxidationsraten reduziert und somit auch störende Interferenzen

verringert werden. So könnte die Oxidbildungsrate mit irgendeinem Elementen (Ba, Cer, La), die verschiedenste Oxide und Hydroxide bilden und mit REE interferieren, deutlich herabgesetzt werden.

Als die zweite Ausrüstung stand ein ICP SF MS von FINNIGN FINNIGN-MAT (sektor field double facusing, ELEMENT) zur Verfügung. Mit dieser Ausrüstung ist die Bestimmung einiger Elemente deutlich besser, da hier die Auflösung höher ist, als beim kostengünstigeren Quadrupole-Detektorgerät von HP besser. Dennoch war feststellbar, dass für unsere ultramafischen Proben (weniger Ba) die geringere Oxidbildungsrate von 0.3-0.4 % ohne MCN 600 beim HP-Gerät gegenüber von ca. 1-2 % bei der FINNIGAN-Anlage einem wesentlichen Vorteil ergab.

4.3 Mineralanalytik

4.3.1 Elektronenmikrosonden Analytik

Mikroanalytische Untersuchungen an den Au-Nuggets, sowie verschiedenster Sulfide, Silikate und Oxide wurden mit einer Elektronenstrahl-Mikrosonde durchgeführt.

Durch einen Elektronenstrahl, der auf eine geschliffene Probe geschossen wird, wird sekundäre Röntgenstrahlung freigesetzt. Diese Strahlung und ihre Intensität verschiedenster Elemente wird an Spektrometern gemessen.

Für die vorliegendem mikroanalytischen Untersuchungen wurde eine ARL-SEMQ SERIE 30 Mikrosonde, ausgerüstet mit einen LINK 860 EDS, verwendet.

Die Messungen wurden unter 15 kV Beschleunigungsspannung, 20 nA und eine Messzeit von 10 Sekunden durchgeführt. Folgende Minerale und Metalle wurden als Standard angewendet:

Au –Au rein, Linie L α

Ag-Ag rein, Linie L α

Cu-Cu₉Fe₉S₁₆ mit der Zusammensetzung Cu 36.02, Fe 31.66, S 32.32 Gew. %, Linie KL.

Hg und Pd- Pd₃HgTe₃ mit der Zusammensetzung Pd 35.37, Hg 22.22, Te 42.41 Gew. %, Linie LA.

Für die Messung von Silikaten, Sulfiden, Oxiden und Karbonaten in Gesteinsproben, den Goldeinschlüssen und den Verwachsungen wurden nachfolgende Standards herangezogen.

Kaersutit	Granat	Olivin	Rhodonit	Biotit	Chromit	Ni-Metall	Tugtupit
Si Al Ti Ca Na	Fe	Mg	Mn	K	Cr	Ni	Cl

4.3.2. Raman-Spektroskopie

Die Raman-Spektroskopie wurde für Mineraluntersuchungen, insbesondere zur Bestimmung der Clinopyroxene und Amphibole verwendet und zur Bestimmung der Phasen in den Flüssigkeitseinschlüssen eingesetzt.

Die Raman-Spektroskopie nutzt – ähnlich wie die Infrarot-Spektroskopie – Informationen über Schwingungs- und Rotationszustände von Molekülen. In der Raman-Spektroskopie wird ein monochromatischer Laserstrahl zur Anregung der Moleküle verwendet.

Die Ramaneffekte entstehen durch Wechselwirkung eines elektromagnetischen Strahls (Laser) mit den Gitterschwingungen der Moleküle und ist unabhängig von der Wellenlänge der verwendeten Laserstrahlung. Der größte Teil der restlichen Laserstrahlung wird elastisch gestreut und behält somit die Frequenz des Lasers bei. Einfallendes Licht und reflektiertes Licht wird mit einem CCD (charge-copled devices)-Detektor (Farbvideokamera) gemessen.

Die durchgeführten Untersuchungen sind mit einem Raman-Spektrometer DPSS model 532 Serie diode-pumped frequency-doubled Nd: YAG Power 38 MW durchgeführt worden. Das Raman-Spektrometer ist mit einem digitalen Bildschirm und einem PC ausgerüstet. Die Messungen wurden über das Computerprogramm Labspec209b2 gesteuert.

Für die Analysen wurde ein polarisierter grüner Laser mit der Wellenlänge 532.2 nm verwendet. Silizium, Calcit und Diamant gemessen wurden bei den durchgeführten Messungen als Standard verwendet.

4.4. MIKROTHERMOMETRISCHE ANALYTIK

4.4.1 Der Heizkühltisch

Bei den durchgeführten mikrothermometrischen Untersuchungen wurde der Heiz-Kühltisch der Firma LINKAM MDS600 LNP CI93, gekoppelte mit einem OLYMPUS BX40 Mikroskop verwendet. Der gesamte Heiz-Kühlprozess wird von einem PC und der Software

LinkSys 2.23 gesteuert. Dieses Gerät ermöglicht die Untersuchung der Proben im Bereich von -196°C bis 600°C . Der Kühlprozess wird durch flüssigen Stickstoff ermöglicht, höhere Temperaturen werden durch die Heizanlage erreicht. Die gewünschte Temperatur wird mit einem Thermoelement gemessen. Für konstante Beibehaltung der gewünschten Temperatur ist ein Thermostat vorhanden.

Zur Phasenidentifizierung von Flüssigkeitseinschlüssen und petrogenetischer Interpretation wurden Gefriertemperatur (T_f), Schmelztemperatur (T_m) und Homogenisierungstemperatur (T_h) am Heizkühltisch gemessen. In Abbildung. 4.1. ist eine Zusammenfassung der durchgeführten Untersuchungsmethoden illustriert.

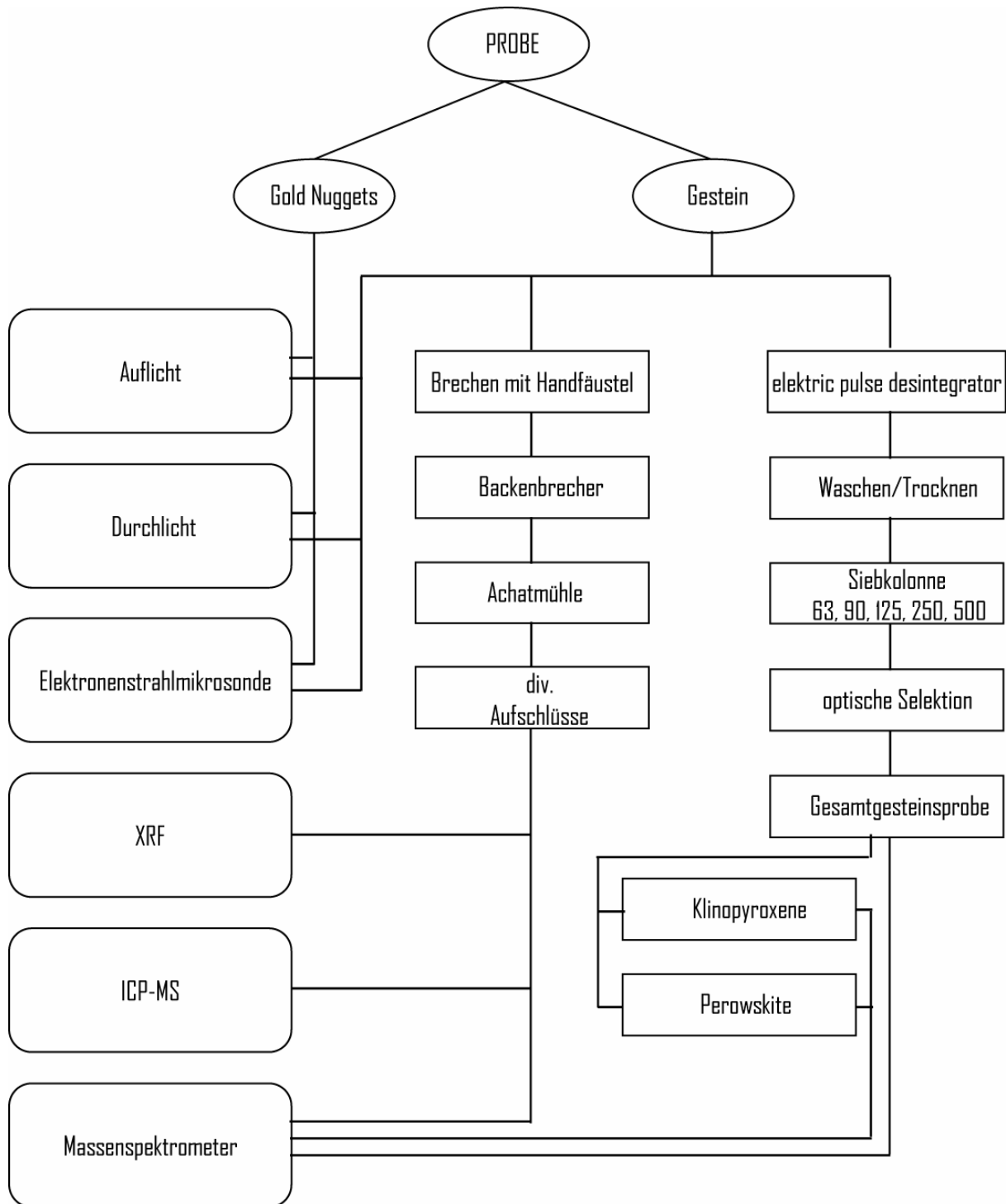


Abb.4.1: Überblick der durchgeführten Untersuchungsmethoden.

5. REGIONALE GEOLOGIE

5.1. Nord Asien

Nordasien wird im Westen durch die Gebirgszüge des Ural begrenzt, die sich mit einer Länge von über 3000 km und einer Breite von 250 bis 300 km von Norden nach Süden erstrecken.

Die geologische Großstruktur ist sehr heterogen aufgebaut. Die größten Schollen alter kontinentaler Kruste bilden den Sibirischen Kraton (West und Zentral Sibirische Plattform) und den Sino-Koreanischen Kraton. Beide besitzen ein frühpräkambrisches bis archaisches Alter. Die archaischen Blöcke existieren im Verband mit mobilen Gürteln (Mikrokontinente) (Chain & Koronovskij et al. 1995, Abb.1.)

5.2. Der Sibirische Kraton

Die sibirische Plattform erstreckt sich in Nordasien zwischen den Flüssen Jenisei und Lena und bildet den ältesten, konsolidierten Teil Nordasiens. Sie liegt im Zentrum des nordasiatischen Kontinents.

Die Grenzen der Plattform verlaufen großteils geradlienig und sind als tief greifende Lineamente ausgebildet. An der Nordgrenze liegt das Taimary Störungssystem, im Süden das Baikal Störungssystem im Westen das Sajan Janissei Störungssystem und im Osten das Verhoyansk Störungssystem.

Die sibirische Plattform besitzt ein epiarchaisches, wahrscheinlich sogar epifrüarchaisches Basement. Auf dem Basement liegen proterozoische und jüngere Sedimente, welche im Bereich des Aldan Schildes und des Anabar-Massivs durch eine ausgeprägte Blockstruktur charakterisiert sind. Die hochmetamorphen, archaischen Gesteine (Granulit Facies), untergeordnet auch frühproterozoische Gesteine, sind lokal von sauren, paläozoischen und mesozoischen Intrusiva durchsetzt.

Der Kraton weist eine mittlere Krustenmächtigkeit von 35-40km im Anabar-Massiv auf und im Aldan Schild erreicht die Kruste Mächtigkeiten zwischen 45 und 48 km (Chain & Koronovskij et al. 1995).

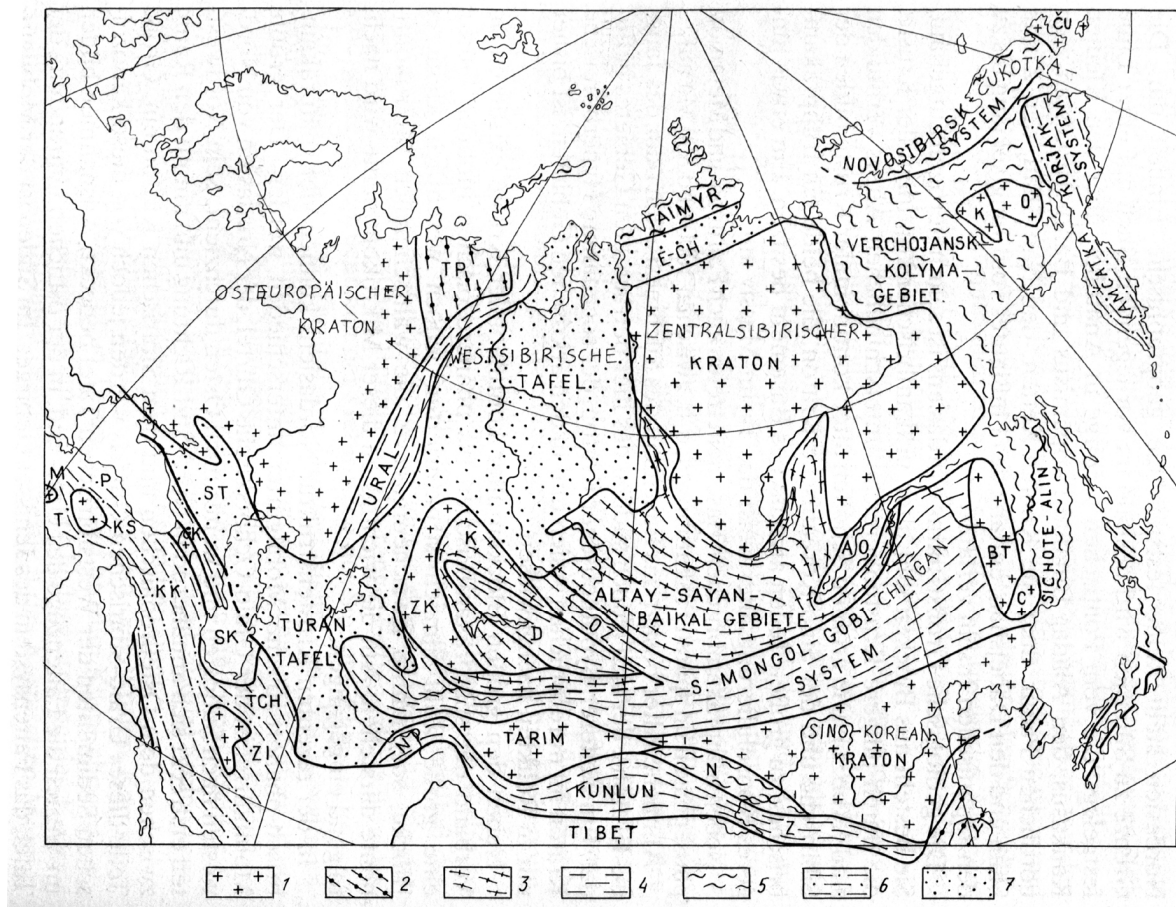


Abb.1: Die geologischen Hauptstrukturen Nordasiens (nach Chain 1995).

1-Alte Kratone und Mikrokontinente. ZK-Zentralkasachstan, BT-Burei-Zamusy, S-Chankai, K-Prikolyma, O-Omolon, U-Ukotka; 2-Epibaikalische Plattformen: PT-Timan-Pecora, Y-Jangtse; 3- Gebiete spätproterozoischer und frühpaläozoischer Faltungen (Baikaliden-Salariden-Kaledoniden): K-Zentralkasachstan, NT-Nord-Tien-Shan, N-Shan; 4-Gebiete spätpaläozoischer Faltungen (Herzyniden): NP-Nordpamir, D-Dshungarei. OZ-Ob-Zaisan System; 5-Gebiete mesozoischer Faltungen (Kimmeriden): AO-Amur-Ochotskisches System; 6-Gebiete kenozoischer Faltungen: P-Pontiden, T-Tauriden, KK-Kleiner Kaukasus, GK-Grosser Kaukasus, SK-Südkaspi-Senke, TCH-Turkmeno-Chorasan-System; 7-Meso-Kenozoische Plattformen; ST-Skythische Tafel, ECH-Jenissei-Chatanga-Senke.

Die Entstehung des Basements begann in Riphäikum. Infolge der Plattentektonik wurde ein großer Teil des Kratons angehoben und teilweise erodiert. Ablagerungen von bunten, terrigenen, sandig-tonigen und karbonatischen Gesteinen erreichen eine Mächtigkeit von hundert bis zu 4000-5000 m.

Der Aldan Schild erstreckt sich über eine Länge von 1200km und eine Breite von 800km. Die Strukturen wurden während Verfallungstektonik im späteren Archäikum und frühen Proterozoikum komplex gestaltet.

Das Anabar Massiv stellt den zweitgrößten Aufschluss des sibirischen Kratons dar. Im Allgemeinen sind die Nord-West streichenden Gesteine granulitfaziell geprägt und mit jenen des Aldan-Schildes vergleichbar. Frühproterozoische, grünschieferfazielle Gesteinsserien sind ebenfalls aus dem östlichen Anabar Massiv bekannt. Präkambrische Formationen wurden durch Erosion freigelegt.

Sedimentäre Ablagerungen setzen sich aus marinen und kontinentalen, klastischen Sedimenten zusammen, deren Akkumulation im Proterozoikum bzw. im mittleren und oberen Riphäikum bis Wendium andauerten.

Die Flut-Basalte (Permo-Trias) erstrecken sich auf einer Fläche von 7 Mio km² (Abb.5.2) und bilden die größte magmatische Provinz der Erde (Callot 2004).

5.3. Die Maimecha-Kotui Provinz

Die Maimecha-Kotui Provinz liegt im Norden der zentralsibirischen Plattform. Sie stellt eine von wenigen Regionen dar, in welcher alkali-ultramafischer Magmatismus über eine kurze Periode auftritt.

Die Maimecha-Kotui Provinz besitzt eine Fläche von 70000 km² zwischen den Flüssen Maimecha und Kotui, und setzt sich aus einer großen Variabilität von Lithologien und Mineralrohstoffen zusammen.

Den Hauptteil der Provinz bilden proterozoische, karbonatisch-terrigen Sedimente, welche diskordant mit dem kristallinen, frühproterozoischen Basement im südlichen und östlichen Anabar Schild auftreten. Im Norden der Provinz sind teilweise permische Sedimente und mesozoische Ultramafitlaven von jüngeren Sedimenten der Ktanga Depression überdeckt.

Die Provinz ist durch Blockstrukturen und magmatische Ereignisse charakterisiert. Diese sind das Resultat der Hauptstadien der tektonisch-magmatischen-Aktivitäten (oberes Proterozoikum und frühe Trias). Entlang der rechten Kotui Flussböschung stehen Dolerite-Dykes und Sills mit oberproterozoischen Gesteinsalter und Carbonatsedimente aus dem Riphäikum in Kontakt.

U-Pb Altersdatierungen in Perowskiten und Zirkonen aus Laven der Maimecha-Kotui Provinz ergeben an Alter von 271.1 ± 0.4 Ma, für die Arydzhansky Suite, 251.1 ± 0.3 Ma, für die Delkansky Suite (Permo-Trias, Kamo et al. 2003).

Die vulkanische Aktivität erfolgte in weniger als 1 Million Jahre und lieferte Gesteine mit einer Mächtigkeit von 6500m.

Vulkanische Gesteine aus der unteren Trias sind im Nordwesten der Provinz der zentralsibirischen Plattform eingeschaltet. Die Vulkanite fallen teilweise unter die jüngeren Sedimente der Katanga Depression ein. Block-Typ Strukturen und unterschiedliche Gesteinsvarietäten im vertikalen Aufschluss erschweren die geologischen Untersuchungen der Gesteine. Die Gesteinsabfolge wird in fünf Suiten gegliedert (Vasilev & Zolotukhin, 1995).

Die Provoboyaskay Suite

Es handelt sich um basische Tuffe und Tuffite, die von permischen Sedimenten mit einer Mächtigkeiten von 250 bis 400m überlagert werden.

Die Arizhanskay Suite

Das stratigraphische Niveau entspricht der Provoboyaskay Suite. Die Arizhianskay Suite besteht im Liegenden aus alkalinen-ultamafischen Tuffiten mit Mächtigkeiten von 20-25m. Im Hangenden folgen Melanephelinite, Melilite, Olivinite, Augitite, Limburgite, Alkalipickrite und Shoshonite.

Die Kogotokskay Suite

Die Kogotokskay Suite ist in zwei Subsuiten gegliedert:

1- Obere Subsuite mit Mächtigkeiten von 350-400m, bestehend aus Olivin-Basalten, trachybasaltischen Andesiten, Andesit, Shoshonit und Trachyt.

2-Untere Subsuite mit einer Mächtigkeit von 400-500m, zusammengesetzt aus Flut- Basalten.

Die Dalkansky Suite

Die Dalkansky Suite ist in zwei Subsuiten gegliedert:

1- Obere Subsuite mit Mächtigkeiten von 400-500m, bestehend aus Trachybasalt, ultramafischen Foiditen, Andesit, Rhyolith und Trachyt.

2-Untere Subsuite mit einer Mächtigkeit von 500-545m, bestehend aus Melanephelinite, Melilite, Melanit, Olivinite, Augitite, Limburgite und Alkalipikrite.

Die Maimechinsay Suite

Die vulkanischen Gesteine der Sequenz setzen sich aus ultramafischen-meimechitischen Laven und Tuffiten zusammen. Als Mächtigkeit der Suite werden 400 bis 2000m angegeben (Butakova & Egorov et al. 1962, Vasiliev & Zolotukhin et al. 1975, Egorov et al. 1991).

Innerhalb der Maimecha-Kotui Provinz treten mehr als 50 mehrphasige intrusive alkalin-ultramafische und Carbonatit-Komplexe auf. Alle Komplexe sind entlang des „submeridional Störungssystems“ intrudiert. Die Intrusionen zeigen häufig eine zylindrische Form und intrudierten im Paläozoikum in terrigene Karbonat-Sedimente. Viele Forscher (Vasiliev & Zolotukhin et al. 1995, Federenko & Czamanske et al 1997, Kogako & Zartman et al. 2007) vertreten die Auffassung, dass die Maimecha-Kotui Provinz durch ein mehrphasiges magmatisches Ereignis entstanden sei.

Die Bildungsabfolge der Intrusionen lässt sich in folgende Phasen gliedern:

Dunite (Olivinite, Peridotite)

Melilite

Jacupirangite-melteigite.

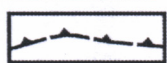
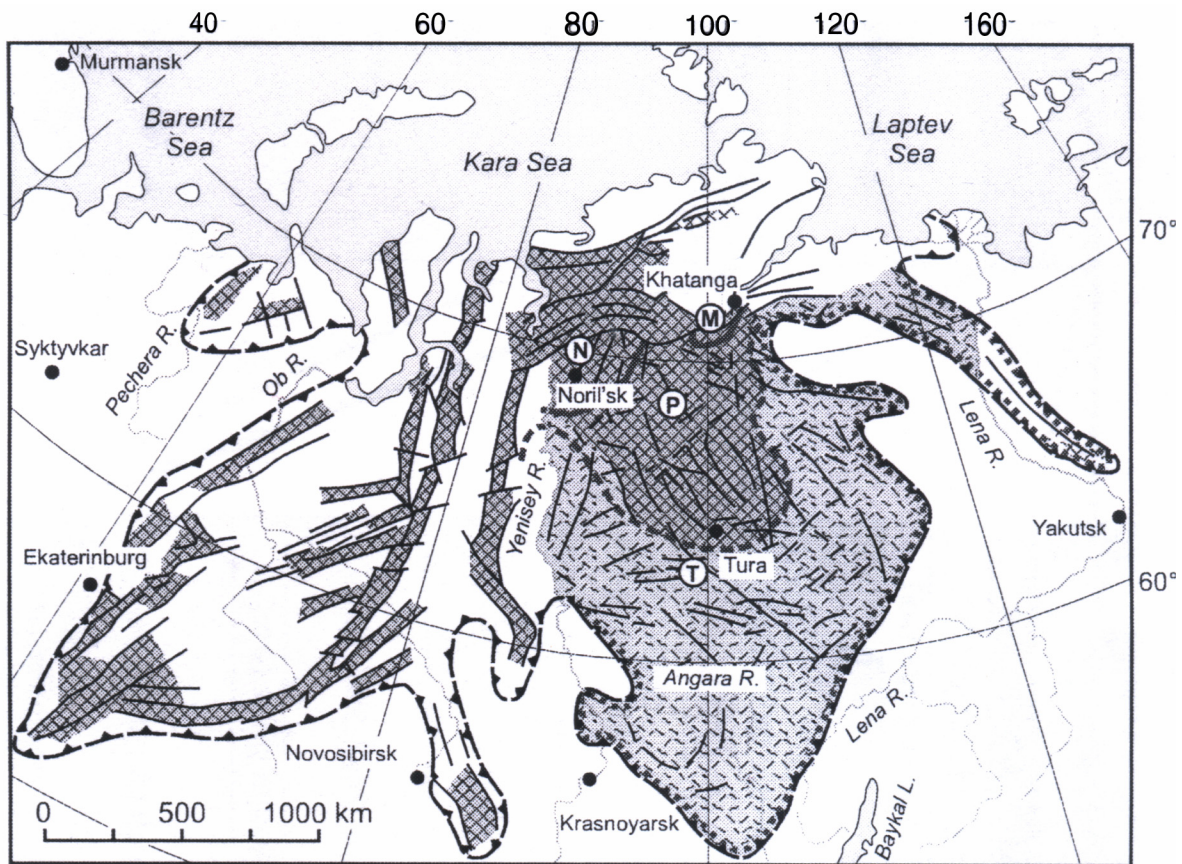
Ijolite

Nephelinite und alkaline Ägirine.

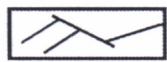
Phoskorite

Carbonatite

All diese Gesteinsabfolgen treten in zwei Massiven der Maimecha-Kotui Provinz auf, dem Guli Massiv und dem Kugda Massiv.



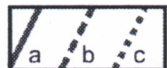
Grenze der vulkanischer Provinz in Sibirien



Wichtigste magmatische aktive Zonen



Vulkanische Gesteine (a-Lava;b-Tuffite)



Grenze der magamatischer Aktivität: a-sehr intensiv; b-intensiv; c-mittelmässig.

N-Norilsk; M-Maimecha-Kotui; Pluton; T-Nizhnyaya Tunguska

Abb.5.2. Geologische Karte von Nord Sibirien nach Masaites (1983).

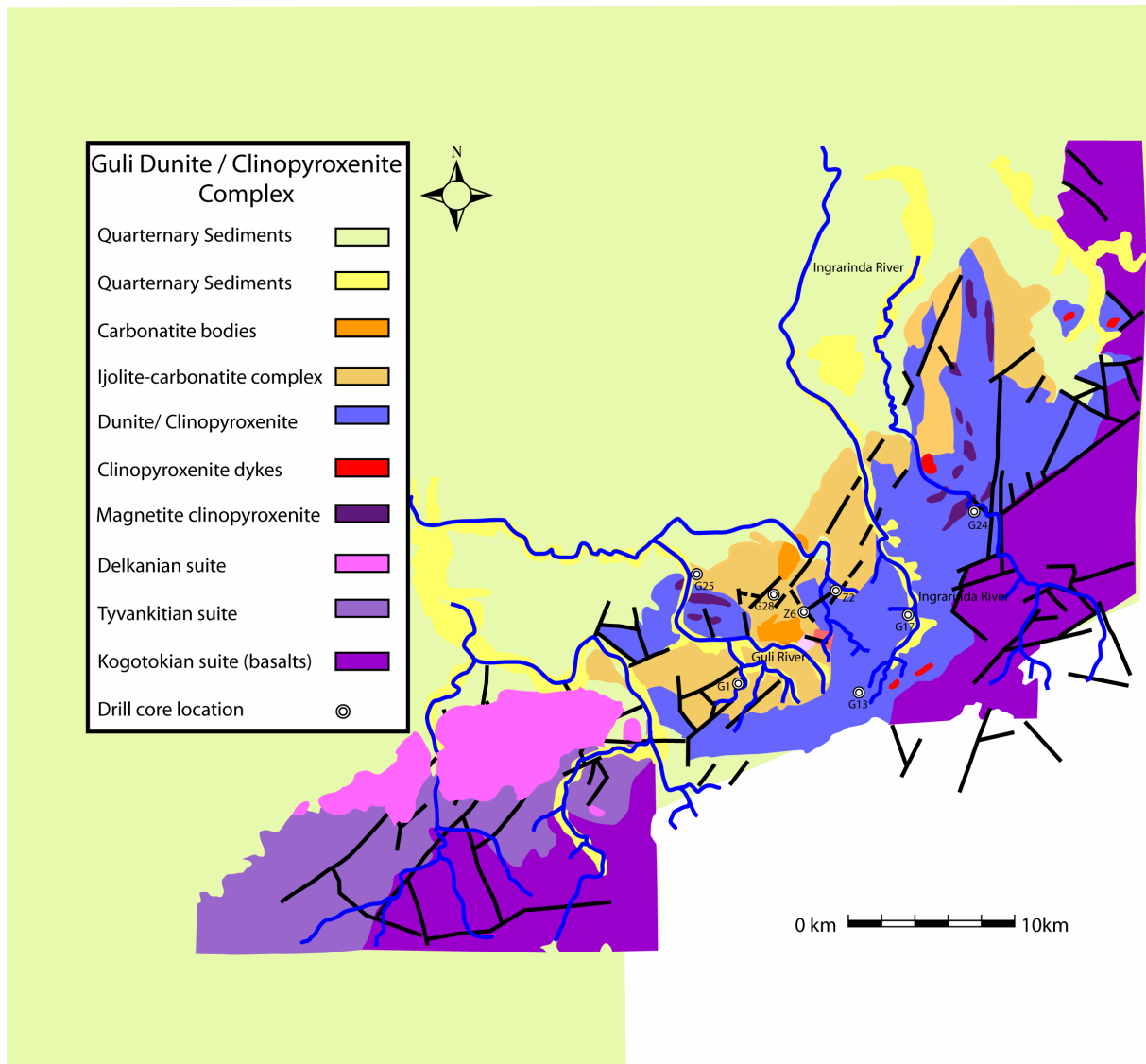


Abb.5.3: Geologische Karte des Guli Massivs (Nord Sibirien).

5.3.1. Das Guli Massiv

Yu. M Sheinmann und P. S Formin entdeckten im Jahr 1943 das Guli Massiv. Das Massiv liegt im Nordwesten der Maimecha-Kotui Provinz und erstreckt sich zwischen den Flüssen Kotui und Maimecha. (70°57' N, 101°26' E, Kogarko et al. 1995)

Die Ausdehnung des stockförmigen bis plattenartigen Intrusivkörpers nimmt eine Fläche von etwa 35x45 km ein. Geophysikalische Daten zeigen eine Ausdehnung von etwa 1500-1800km² an (Vasiliev & Zolotukhin et al. 1995).

Der Intrusionskörper steckt zwischen der sibirischen Plattform und dem mesozoisch-känozoischem Kathanga Becken. In der Trias war ein an Störungen gebundener Magmatismus sehr aktiv. Diese Störungen sind Bestandteile des Taymyr Baykura-Maimecha Störungssystems im Osten bzw. der Malaya Kheta-Kheta und Yenisey-Gule Systeme im Westen. Diese Störungssysteme treffen sich im Pyasina-Khatanga Palaeorift –System, das den Guli Komplex durchschneidet (Yegorov et al. 1989).

Der Nord- und Nordwestteil des Guli Massivs wird durch mesozoisch-känozoische, kontinentale und marine Sedimente der Kathanga Depression überlagert.

Die magmatische Abfolge des Guli Massivs besteht aus einem ultramafischen Kern Komplex (Dunite, Wehrlite, Chromitite, ± Clinopyroxenite), aus einer den Kern Komplex umgebenden alkalinen Gesteinssequenz (Dunite, Clinopyroxenite, Melanephelinite, Meimechite und verschiedene Basalte) und Carbonatit Komplexen (Malitch & Lopatin 1997, Malitch & Talhammer 2002, Yegorov et al. 1989, Federenko V, Czamanske 2000) (Abb.5.3).

Das Guli Massiv stellt den größten Clinopyroxenit-Dunit Komplex der Welt dar.

Der Dunit-Kernkomplex nimmt den größten Teil des Massivs mit einer Fläche von 450km² (Malitch & Kostyanov et al. 1999) ein, was ca. 60% des gesamten Massivs entspricht. Melanokratische und subvulkanische Gesteine machen etwa 30 % aus. 10 % des Massivs bilden Melilitolite, Jakupirangite, Ijolite, Alkalisyenite und Carbonatite (Yegorov et al. 1989)

Der Kernkomplex besteht zu mehr als 90 % aus Dunit. Untergeordnet treten dunkle Titanomagnetit-Pyroxenite (Ti-Mg-Augit-Diopside mit 10-30 % Titanomagnetit), die als Erzpyroxenit bzw. Koswite bekannt geworden sind (Yegorov et al. 1989), auf und kommen vorwiegend im nördlichen Teil des Dunit Komplexes in Form von Gängen (0,5x17km), Lagen und Stöcken (0,2-0,3x0,5-0,8km) vor. Weiters treten lokal Partien von Duniten mit Schlieren und dicht disseminierten (" highly disseminated ") Chromit auf, die als Chromitite

bezeichnet werden. Wehrlite treten als sporadische Einschaltungen von geringer Mächtigkeit innerhalb der Dunite auf. Das Vorhandensein von Meimechiten (Mg-Cr-Ni-reiche ultramafischen Vulkanite), die im südwestlichen Teil des Guli Massivs in unmittelbarem Kontakt zum Dunit stehen, lässt die Vermutung aufkommen, dass die Dunite und die Meimechite vom selben Magma abgeleitet werden können.

Vulkanische Gesteine der frühen Trias bilden die Nebengesteine des Plutons. Die Sequenz der vulkanische Gesteine ist etwa 4 km mächtig. In dieser Sequenz sind Basalte, Trachybasalte, Trachyandesite, Trachyrhyolithe, Dacite, ultramafische Foidite und Meimechite vorhanden

Im Zentrum des Guli Massivs treten zwei Carbonatitkörper auf (Abb.5.3).

Ein nördliche Carbonatit-Stock (Ijolite-Carbonatit Komplexes ca. 3 km²) und ein südlicher Stock (ca. 5km²) können unterschieden werden.

Die Carbonatitstöcke stellen das Resultat von drei differenzierten carbonatitischen Magmen (grobkörnige Calcitcarbonatite, feinkörnige Calcitcarbonatite und Dolomitcarbonatite) (Yegorov et al. 1989) dar.

Das Guli Massiv unterscheidet sich von anderen zonaren alkali-ultramafischen Massiven durch dessen Grösse und der Verbreitung der Dunite (grösster Dunit Körper). Das Massiv ist nicht typisch zoniert, es ist erheblich größer und nicht typisch, charakteristischer Weise ein gerundeter Körper, wie typische Alaskan-Uralian bzw. Aldan- Komplexe.

Vergleichbar mit Aldan-Komplexen sind jedoch die Lithologie der ultramafischen Gesteine, sowie eine Reihe von petrologischen und geochemischen Charakteristika.

6. ZONARE ULTRAMAFISCHE KOMPLEXE

Zonare mafische bis ultramafische Komplexe stellen aufgrund ihres Aufbaues, ihrer Petrologie und ihrer Form einen eigenen Intrusionstyp dar. Ein besonderes Kennzeichen ist der zonare Aufbau meist mit einem Dunitkörper im Zentrum, der nach außen hin von Wehrlit, Olivin-Pyroxeniten, Pyroxeniten, Hornblende-Pyroxeniten und Gabros umgeben ist. Abhängig von der Position lassen sich zwei Typen unterscheiden:

1. Alaskan-Uralian-Typ
2. Aldan-Typ

6.1. Alaskan-Uralian-Typ

Zonare ultramafische Komplexe dieses Typs treten einerseits in orogenen Zonen (Nixon et al. 1996) auf, andererseits sind sie an konvergente Plattenränder etwa dem Ural, der Nordamerikanischen Kordillere (Alaska, British Columbia) und dem nördlichen Kamtschatka, Russland, gebunden.

Typische Alaskan-Uralian-Typ Komplexe sind in Blashke Island, Union Bay, Kane Peak, Sukoi Island, Annete Island, Peczy Island, Kanchkanar; Tagili, Uktus, Nurali, Mindyak vorhanden (Cabri et al. 1996, Garuti et al. 2002, Pushkarev et al. 1991, 1994).

6.2. Aldan-Type

Zonare ultramafische Komplexe dieses Typs entstanden in stabilen Regionen bzw. Plattformen (Nixon et al. 1996). Die Bildung dieser Komplexe steht in Zusammenhang mit aktiven Kontinentalriftingprozessen (Krustendehnung). Die Aldan-Typ Komplexe treten in Konder, Guli, Inagli, Chad, und Bor-Uryah auf.

Es gibt verschiedene Meinungen über die Herkunft und Bildungsmöglichkeiten der Gesteine diesen zonaren ultramafischen Komplexen. Nach TAYLOR (1967) sind die ultramafischen Gesteine von verschiedenen ultramafischen Magmen gebildet wurden, während MARRY

(1972) vorschlägt, dass die Gesteine als Resultat einer fraktionierten Kristallisation von basaltischen Magmen in Pipes von Vulkanen anzusehen sind.

6.3. Rohstoffpotential von zonaren Komplexen

Zonare ultramafische Komplexe besitzen ein großes Potential an Rohstoffen insbesondere an IPGE, PPGE, Au, Apatit, Phlogopit und seltene Erdelemente.

Einen Überblick über das metallogenetische Potential der Maimecha-Kotui Provinz mit spezieller Berücksichtigung des Guli Massivs gibt Malitch (1991, 1995). Eine Auswertung des metallogenetischen Potential der gesamten Maimecha-Kotui Provinz, als Teil der sibirischen Plattform, wird von Malitch (1996) gegeben. Die PGE Mineralisation wurde hauptsächlich auf der Basis von Platingruppen-Mineralphasen (PGM), die entlang der das Guli Massiv durchströmenden Flüsse in Seifen auftreten, studiert (Malitch et al. 1995, Malitch & Auge 1998, Malitch 1999, Malitch & Thalhammer 2002). Einige PGM wurden aus Chromititen vom Dunit-Kern des Guli Massivs von Malitch & Rudashevsky (1992) und von Malitch (1999) beschrieben. Die Seifen wurden in den Senken, von Flussläufen und Taleinschnitten innerhalb des Guli Massivs abgelagert und treten in oberen Quartären Sedimenten auf (Malitch & Thalhammer 2002). Einige Tonnen von PGE Reserven mit einem durchschnittlichen Gehalt von 383 ppb/m³ wurden von Malitch & Lopatin (1997) prognostiziert. Sazanov et al. (1994) hat als erster das Vorkommen von Au-Nuggets zusammen mit PGE-Nuggets, beschrieben.

Jedoch gibt es bis dato keinen Hinweis über die Herkunft des Goldes. Das Erhaltenbleiben der für Seifengold typischer Kristallformen und das Fehlen deutliche Abriebtexturen lässt vermuten, dass die Au-Nuggets keinen weiten Transportweg hinter sich hatten.

Die Erosion des Guli Massivs und damit der Beginn der Seifenablagerungen startete in der Kreide, da Ferritchromit-Körner aus dem Guli Dunit-Komplex in unterkretazischen Sedimenten gefunden worden sind (Malitch et al. 1995, Malitch & Auge 1998, Malitch & Thalhammer 2002).

Das häufige Auftreten von Cr-Spinell- und Olivin-Einschlüssen in den dominierenden OS-(Ir-Ru) Nuggets lässt vermuten, dass die PGE überwiegend vom Chromititen des Dunit-Kern Komplexes stammen.

Die im Folgenden detailliert untersuchten Au-Nuggets stammen aus Seifenablagerungen dem Ingarinda Flusses, südlich der Bohrlochlokation G17 (Abb.5.3).

7. GOLD NUGGETS

7.1. Morphometrie der Nuggets

Die Morphometrie der Gold-Nuggets wurde auf der Basis der folgende Kriterien definiert:

- a) Bestimmung der Korngrößen
- b) Mittlere Dimension $(L+B)/2$.
- c) Maximale Länge L-max.
- d) Equivalent Zirkel Diameter $ECD=\sqrt{LW}$.
- e) 2-D Projektion Anisometrie L/W.

Es gibt viele verschiedene Methoden, um die Korngrößen eines Kornes zu messen (z.B. FRIDMAN 1958, HÖTZL 1966).

In der vorliegenden Arbeit wurde die Korngröße der Nuggets auf dem Millimeterpapier unter dem Binokular gemessen. Bei den Körnern wurden zwei Dimensionen (in mm) gemessen.

L-Länge (max Länge)

B-Breite (max Breite)

Fotodokumentation und Korngrößenmessungen wurden mit dem Binokular LEICA MZ6, ausgestattet mit einer Kolpax 4500 Kamera, durchgeführt. Weiters wurden alle Goldkörner unter Verwendung des LEICA- G Digitalprogramm unter dem Binokular fotografiert.

7.1.2 Mittlere Dimension $dm (L+B)/2$

Die Transportdistanz eines Nuggets ist von vielen Faktoren abhängig: Gewicht bzw. Korngröße der Nuggets, Topographie der Transportregion, Geschwindigkeit des Wassers, Sedimentumfeld etc. Körner mit Dimensionen größer als 20 mm, werden in den ersten 5 km abgelagert. Die Transportdistanz für Körner mit Dimensionen größer als 3 mm liegt bei zirka 10 km bis 15 km (Yougson & Crew, 1999).

Ein überwiegender Teil der Nuggets weist Dimensionen zwischen 0,250mm und 1mm auf. 38 % der Körner liegen im Bereich von 0.25 mm –0.5 mm und 39 % von 0.5 mm -1 mm. Auf Nuggets mit einer dm zwischen 0.125 mm und 0.250 mm entfallen 10 %, bzw. 4 % mit einer dm von 2 mm bis 2.5 mm, 2 % der Körner haben eine dm von 1.5 mm -2 mm und 7 % eine dm von 1mm bis 1.5 mm (Abb. 7.1). 96 % der Goldnuggets aus dem Guli Massiv sind kleiner

als 2 mm (Dvorani et al. 2005). Generell sind nach Yougson & Crew (199) Seifenlagerstätten mit Nuggets mit Dimensionen von weniger als 2mm als wirtschaftlich interessant einzustufen.

7.1.3. Maximale Länge L-max

Eine weiteres Kriterium zur Definition der Morphometrie der Nuggets ist die maximale Länge. 96 % der Körner besitzen in beiden Fällen (dm und L-max) Dimensionen von weniger als 1mm. L-max von 0.15mm-0.25mm haben 5 % der Nuggets, zwischen 0.25 mm-0.5 mm 32 % der Körner, 0.5 mm-1 mm 47 %, 1 mm -1.5 mm 7 %, 1.5 mm-2 mm 2 % und 2 mm-3mm 4 % der Nuggets (Abb.7.1.). Der größte Teil aller Nuggets weist ein L-max zwischen 0.25 mm bis 1mm auf. Im Unterschied zu dm zeigen Körner der gleichen Größe eine Differenz von nur 2 % (siehe Abb.7.1.)

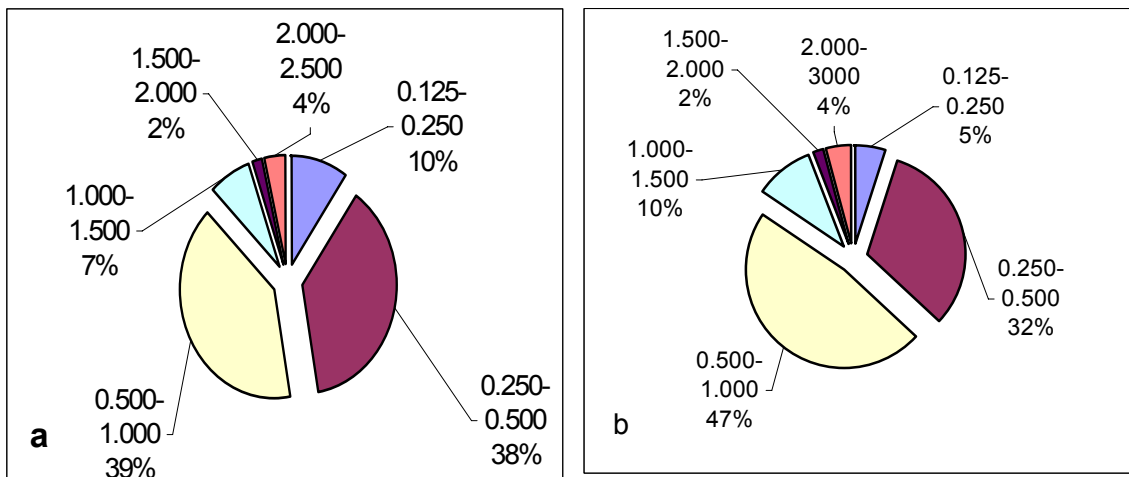


Abb.7.11. Korngrößenverteilung der Körner, a = dm $[(L+W)/2]$, b = L-max [maximale Länge].

7.1.4. Equivalent Circel Diameter $ECD=\sqrt{LW}$

Der equivalente Zirkel Durchmesser ergibt sich aus der Quadratwurzel des LW-Produktes (Länge und Breite von equivalenten Zirkel Durchmessern wurde im zweidimensionalen Raum bestimmt). Die Morphometrie der Gold Nuggets im ECD (Equivalent Cirkel Diameter) wird analog zum ESD (Equivalent spherical diameter), $ESD=\sqrt[3]{LWT}$ angenommen. Der Equivalent Spherical Diameter (ESD) ist durch die drei Dimensionen Länge, Breite und Dicke eines Kornes definiert (Bonev 2002, Giusti 1986). Der untersuchten ECD wird in μm (micron) angegeben. Der Hauptteil der Körner besitzt einen (ECD) von 100 bis $500\mu\text{m}$ (59.05 %), einen ECD von $350\text{-}400\mu\text{m}$ haben 14.46 % der Nuggets. Zwischen $500\text{ bis }2000\mu\text{m}$ ECD liegen 49.95 % der Körner, von denen 9.64 % der $550\text{-}600\mu\text{m}$ Klasse angehören. Nur 1.20 % der Körner fallen jeweils in die ECD Klassen $100\text{-}150$, $700\text{-}750$, $900\text{-}950$, $1100\text{ bis }2000\mu\text{m}$ (Abbildung 7.2.).

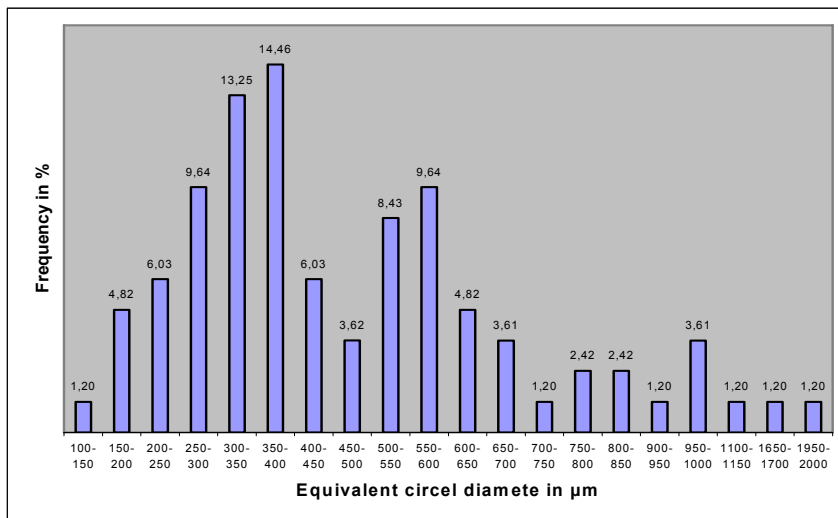


Abb7.2: ECD (Equivalent Cirkel Diameter) Korngrößenverteilung der Nuggets in %.

7.1.5. 2-D Projektion Anisometrie L/B

Die 2-D Anisometrie ist das Verhältnis der Länge zur Breite ($2\text{-D} = L/W$, L-Länge, B-Breite) der Körner. Isometrische Dimensionen (2-D Zahl) zwischen 1 und 1.1 weisen 12.5 % der Körner auf. Im Bereich zwischen 1.1 und 1.3 liegen 18.75 %, zwischen 1.3 und 1.6 sind 34.82

%, zwischen 1.6 und 1.8 sind 16.96 %, zwischen 1.8 und 2 sind 6.25 % der Körner und über 2 sind 10.71% der Nuggets. Der größte Teil der Goldnuggets (87.5 %) liegen über einem 2-D Wert von 1.1 (Abb. 7.3.). Daraus folgt, dass langgestreckte Formen der Nuggets gegenüber dem isomertrischen dominieren.

7.2. Morphologische Merkmale - Rundung und Sphärizität

Die Form der Nuggets wird durch die Gestalt, Sphärizität sowie Rundung und Oberflächenstruktur definiert. Kornformuntersuchungen lassen Aussagen über Dauer und Ausmaß einer mechanischen Beanspruchung sowie Art und Dauer des Sedimenttransportes zu.

Rundung (R) und Sphärizität (S) sind zwei Komponenten, mit denen die Kornform definiert werden kann. R und S sind zur Abschätzung von drei Dimensionen L (Länge), B (Breite) und M (Mächtigkeit) erforderlich. Der Hauptteil der Körner liegt unter 1mm. Eine Abschätzung der M war nicht möglich. Von den Bildern wurden nur L und B abgeschätzt nach dem Schema von KRUMBEI & SLOSS (1963) (Tab.7.2) abgeschätzt.

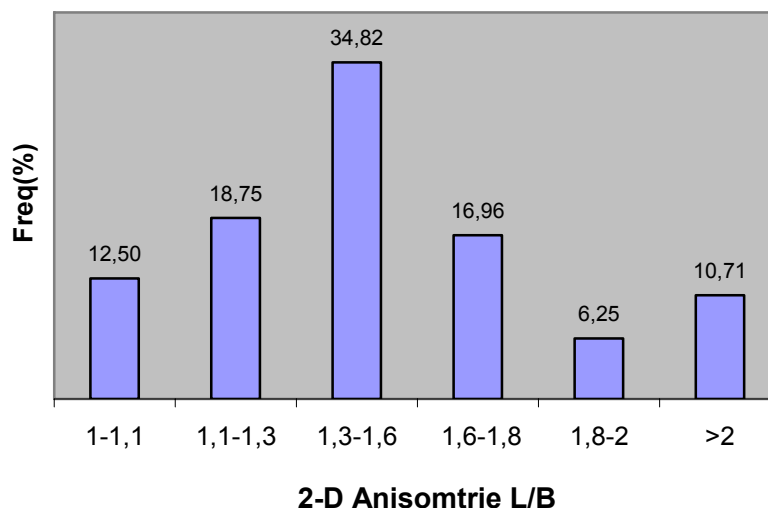
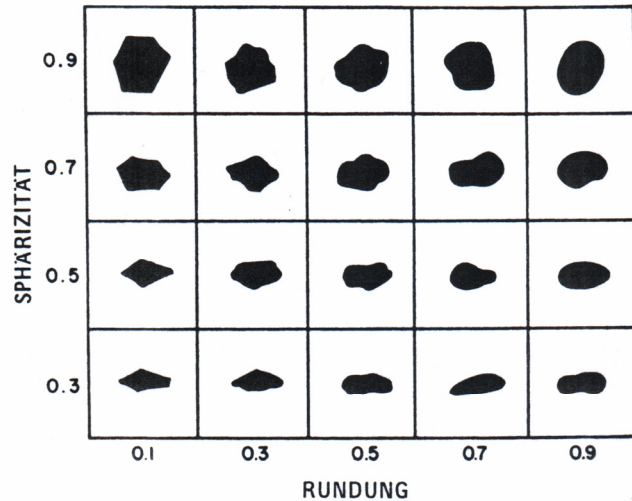


Abb.7.3: 2-D Anisometrie, Verteilung in %.



Tab:7.2: Schema für Rundung und Sphärizität nach Krumbein & Sloss (1963).

7.2.1. Rundung (R)

Die Klassifizierung der Rundung erfolgte nach dem Schema von KRUMBEIN & SLOSS (1963). Danach schwankt die Form der untersuchten Körner von eckig (G63) bis sehr gut gerundet (G29).

8.93 % der Körner weisen eine Rundung von 0.1, 19.75 % haben R von 0.3, 42.75 % ein R von 0.5, 19.74 % ein R von 0.7 und 9.83 % weisen ein R von 0.9 auf (Abb.7.4).

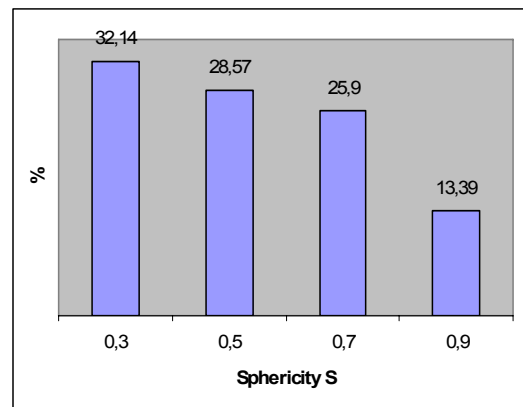
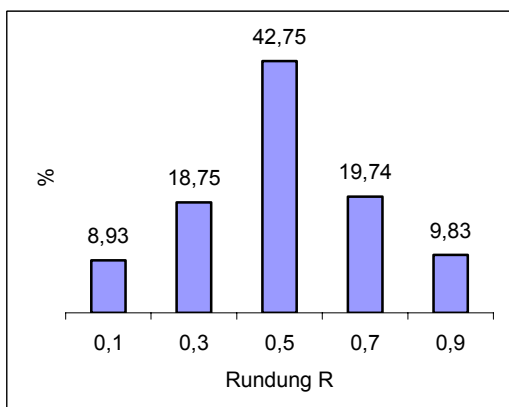


Abb.7.4 : Einteilung der Körner nach ihrem Rundungsgrad (R) und Sphärizität (S).

7.2.2. Spherizität (S)

Die Bestimmung der Spherizität erfolgte ebenso nach KRUMBEI & SLOSS (1963). 32.14 % der untersuchten Körner weisen eine Spherizität (S) von 0.3, 28.57 % haben $S = 0.5$, 25.90 % $S = 0.7$ und 13.39 % $S = 0.9$. Die Ergebnisse der Morphologie, auf der Basis von R und S zeigen, dass längliche Kornformen dominieren. Eine Ausnahme bildet Korn G 99, das von einer dendritischen Form charakterisiert ist (niedrige R- und S-Werte, Abb. 7.5).



Abb.7.5: Korn G99 zeigt eine dendritische Kristallform $R = 0.1$, $S = 0.3$.

In den Abb. 7.6. und 7.7. sind typische Nuggets G63 ($R = 0.3$, $S=0.1$), G97 ($R = 0.3$, $S = 0.3$), G27 ($R = 0.5$, $S = 0.3$), G29 ($R = 0.9$, $S = 0.3$), G54 ($R = 0.3$, $S = 0.5$), G42 ($R = 0.5$, $S = 0.5$), G70 ($R = 0.7$, $S=0.5$), G65 ($R = 0.9$, $S=0.1$), G41 ($R = 0.5$, $S = 0.7$), G44 ($R = 0.7$, $S = 0.7$), G33 ($R = 0.9$, $S = 0.7$), G59 ($R = 0.5$, $S = 0.9$) illustriert.

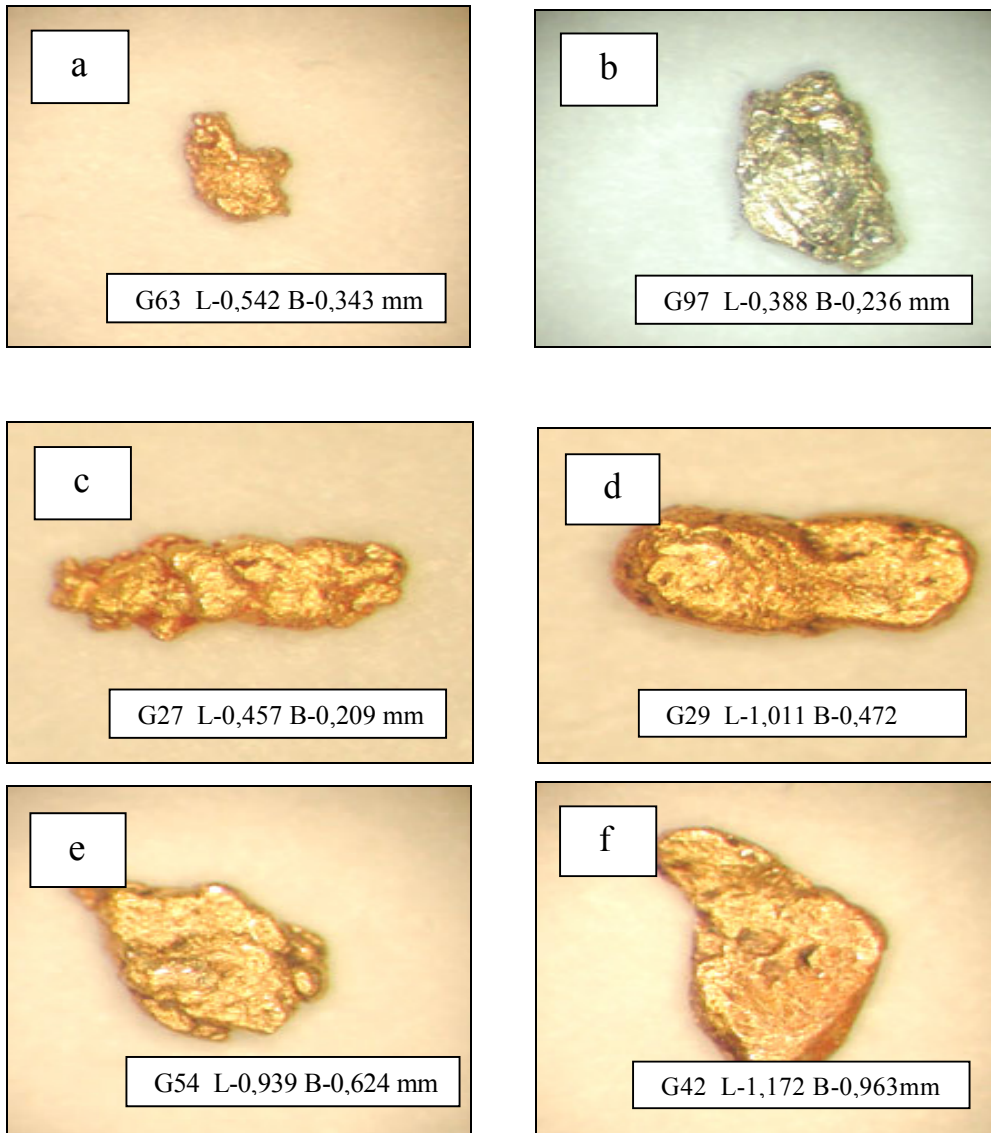


Abb.7.6. Goldnuggets unter dem Biokular, L-Länge, B-Breite in mm.

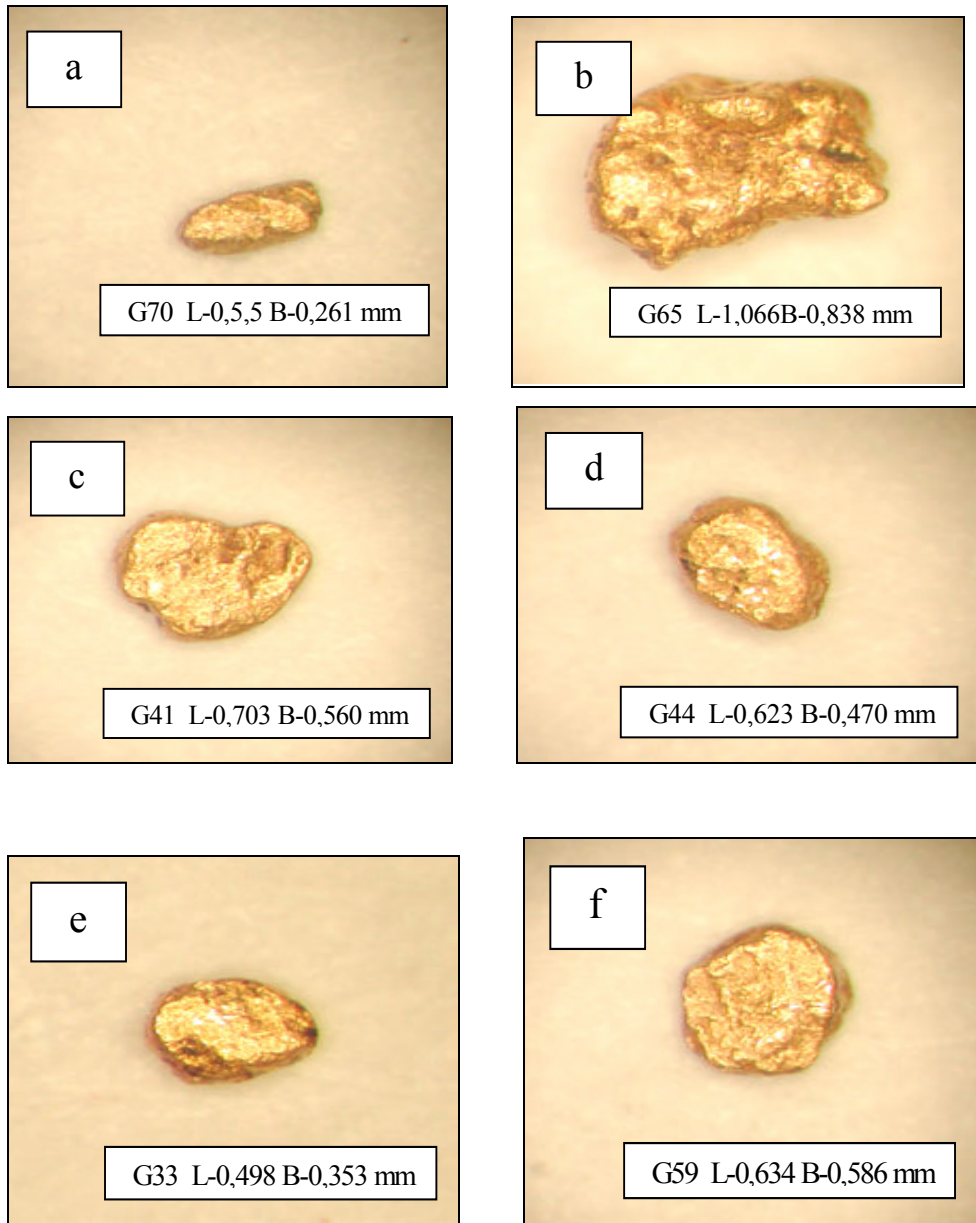


Abb.7.7 Abb.7.6. Goldnuggets unter dem Biokular, L-Länge, B-Breite in mm.

7.3. Allgemeines

Gold übt seit langer Zeit eine Faszination auf Menschen aus. Gold wurde in Ägypten (SANAI) und dem Sudan (NUBIA) vor 4000 Jahren gefunden.

Die Goldprospektion Gewinnung und Metallurgie des Goldes waren bereits den Persern und Alten Griechen bekannt. In alter Zeit beschäftigten sich verschiedene Theorien mit den Ablagerungen des Goldes und der Einwirkung der Sonne.

Viele Gold Lagerstätten wurden in tropischen Regionen der Erde gebildet, wo der Einfluss der Sonne sehr stark vorhanden war.

Columbus schrieb 1492 in seinem Journal Cuba den Artikel: " From the great heat which I Suffer, the country must be rich in Gold ".

Die USSR war lange Zeit ein führender Goldproduzent, wobei die Hauptmasse aus alluvialen Seifenlagerstätten kam.

Gold ist sehr weich (Härte 2.5 – 3 nach der Mohs'schen Härteskala), hat ein sehr hohes spezifisches Gewicht (ca. 18 g/cm³) und tritt gediegen in verschiedenen Formen (Oktaeder, seltener Würfel oder Rhombendodekaeder, Dendriten etc.) auf.

Mit Silber und Kupfer ist Gold infolge isotyper Struktur und des geringen Unterschiedes der Gitterkonstanten unbeschränkt mischbar.

Gold kann ferner Platin, Palladium, Iridium, Rhodium, Zinn, Quecksilber und andere Metalle im Kristallgitter aufnehmen.

Die durchschnittlichen Au-Gehalte sind in magamtischen Gesteinen überwiegend vom Fe-Gehalt und der Sulfidführung abhängig. Ultramafite haben durchschnittlich 0,004 ppm, Gabros 0,007, Diorite 0,005 und Granite 0,003 ppm (Pohl 1992).

Gold ist unreaktiv und verwitterungsbeständig in Luft, Wasser und fast allen Säuren. Es löst sich in Alkali-Cyaniden, bei Anwesenheit von Luft in Selen-Säuren bei Temperaturen von über 225° C. In hydrothermalen Lösungen ist Gold nicht ionar sondern bildet Komplexe mit Cl⁻, HS⁻, S²⁻ und OH⁻. Eine Ausfällung des Goldes, bzw. ein Zusammenbrechen der Komplexe ist eine Funktion der Temperatur, des Druckes und des geochemischen Milieus.

7.4.1. Chemismus der Goldnuggets

Die Goldnuggets bestehen chemisch aus Au, Ag, Cu. Die Nuggets sind weiters durch eine Vielzahl von festen Einschlüssen (Silikate, Oxide und Sulfide, siehe Kap.9.) charakterisiert (Dvorani et al. 2005).

In den untersuchten Nuggets treten die Metalle Au, Ag und Cu überwiegend als Metalllegierungen von Au-Ag, Au-Cu und Au-Ag-(Cu) auf. Andere Elemente wie Hg oder Pt konnten, zumindest auf der Basis von Mikrosondenanalysen, nicht nachgewiesen werden.

Au-Ag Legierungen bilden den größten Teil der Nuggets. Die Zusammensetzung reicht von Argentinian Gold (5-20 Gew. % Ag) bis Elektrum (20-60 Gew. % Ag). Reines Gold (< 5 Gew. % Ag) konnte ebenfalls nachgewiesen werden.

Kupfer wurde das erste Mal in Guli von Sazanov (1994) und Malitch & Lopatin (1997) beschrieben. Cu tritt in den untersuchten Nuggets in Au-Ag-Cu-Legierungen mit einem maximalen Cu-Gehalt von 4.02 Gew. %. Weiters tritt Kupfer als Tetra-Auricuprid (AuCu) auf. Cu innerhalb eines Nuggets ist in typischer Weise sehr inhomogen verteilt. Keine reguläre und/oder rhythmische Zonierung konnte beobachtet werden. Generell konnte festgestellt werden, dass je höher der Au-Gehalt in den Nuggets ist, desto homogener ist die chemische Zusammensetzung (z. B. Nuggets G 67 und G 37, Abb.7.8).

Inhomogene Körner bestehen charakteristischer Weise aus Elektrum und/oder Tetra-Auricuprid (siehe Abb. 7.9). Je höher der Ag-Gehalt in den Körner ist, desto deutlicher ist die Inhomogenität in der Verteilung der Edelmetalle Au, Ag und Cu (Abb.7.9).

Im Korn G24 streut der Au Gehalt von 63.51 Gew.% bis zu 83.11 Gew.%, in den Außenbereichen und der Ag Gehalt von 37.31 Gew.% bis zu 16.81 Gew.%.

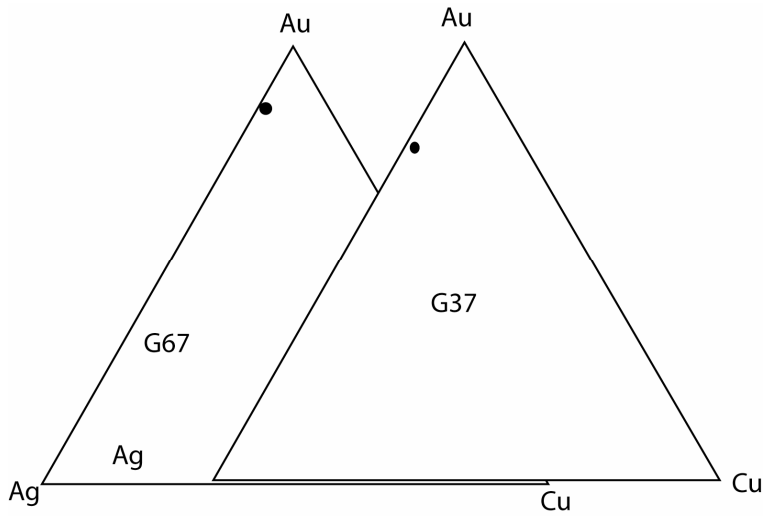


Abbildung 7.8: Phasendiagramme Au-Ag-Cu für homogene Körner (Proben G67 und G37).

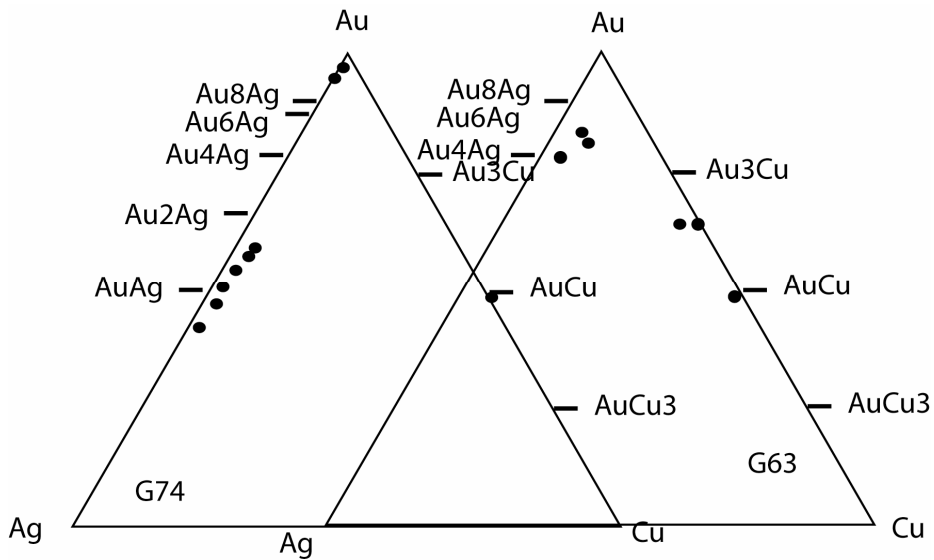


Abbildung 7.9: Zusammensetzung der inhomogenen Körner G74 und G63 im Konzentrationsdiagramm Au-Ag-Cu.

7.4.2. Gold Mineralien

Vier Gold- bzw. Gold- führende Mineralphasen konnten, auf der Basis von Mikrosondenanalysen in den Guli-Nuggets dokumentiert werden:

1. **Reines Gold**, (Au >95 Gew. %).
2. **Argentian Gold**, (Au 80-95 Gew. %).
3. **Elektrum**, (Au <80 Gew. %).
4. **Tetra-Auricuprid**, (Au 75 Gew %, Cu 25 Gew %).

7.4.3.1. Reines Gold (Au)

Reines Gold ist durch einen Au-Gehalt von 95-100 Gew. % definiert (Cridde & Stanley 1986). Reines Gold tritt einerseits als eigene, nahezu homogene Nuggets (z. B. Nugget G 58, G 67), oder als sog. " Goldpartikel " (< 5 µm im Durchmesser) meist innerhalb des Randbereiches eines Nuggets (Abb. 7.10), weniger häufig aber auch im Zentrum auf. Derartige Goldpartikel zeigen charakteristischer Weise ein poröses Interngefüge (Abb. 7. 10) und sind meistens von Mikrofrakturen begleitet.

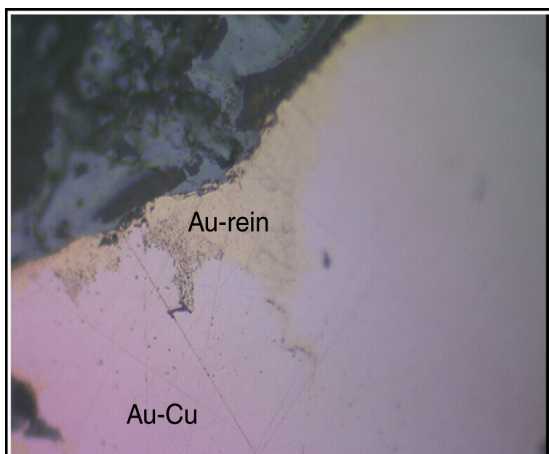


Abb 7.10: Mikroskopaufnahme im Auflicht unter paralleler Stellung der Polarisatoren. Reingoldzonen (gelb), die in Tetra-Auricuprid (rötlich) als poröses Gefüge erscheinen. Bildbreite entspricht etwa 0.13mm

7.4.3.2. Argentinian Gold (Au, Ag)

Argentinian Gold ist chemisch durch 5 bis 20 % Ag und 80 bis 95 % Au definiert (Cridde & Stanley 1986). Argentinian Gold tritt überwiegend als eigene Nuggets mit homogener, chemischer Zusammensetzung, untergeordnet zusammen mit reinem Gold, auf.

7.4.3.3. Elektrum (Au, Ag)

Elektrum enthält 20 % bis zu 59,64 % Ag und 40,07 % bis 80 % Au. Diese Mineralphase bildet eigene Nuggets, kommt aber auch mit reinem Gold und Tetra-Auricuprid innerhalb eines Nuggets vor. Elektrum bildet massive Körner, tritt aber auch in Form von Bändern auf. Elektrum wurde weites als Matrix um Tetra-Auricuprid beobachtet.

7.4.3.4. Tetra-Auricuprid (AuCu)

Tetra-Auricuprid enthält von 71.75 bis 77.58 Gew. % Au, Cu von 21.5 bis 27.73 Gew. % und Ag bis zu 0.85 Gew. %. Eine Mineralphase wurde in Korn G63 mit Cu 15.21 Gew %, Au 82.40 Gew % festgestellt. Tetra-Auricuprid bildet solitäre bzw. massive Mineralphasen (Nuggets G 3, G 77, Abb.7.11.d.), tritt aber auch als Lamellen (Nuggets G 65, G 71) auf. Diese Lamellen sind in einer Matrix aus Elektum eingewachsen bisweilen orientiert und zeigen ein komplexes Verwachsungsgefüge (Abb.7.11.a). Die Lamellen sind immer unter 3µm breit.

7.4.4. Klassifikation der Gold Nuggets nach deren Zusammensetzung

Die Goldnuggets wurden nach ihrer chemischen Zusammensetzung der Hauptmineralphase in drei Klassen eingeteilt (Dvorani et al. 2005). Die Verteilung der Nuggets auf die einzelnen Klassen ist auf Tab.7. 2. dargestellt:

Klasse I Au-Cu, Au-Cu + Au-Ag

Dazu gehören Tetra-Auricuprid und Tetra-Auricuprid mit Elektrum. 11.43 % der Nuggets (G3, G26, G63, G65, G70, G71, G74, G77) gehören zu dieser Klasse (Tab. 7. 2., Abb. 7.12.).

Klasse II Au-Ag.

72.86 % der untersuchten Nuggets gehören zu dieser Klasse. In Abhängigkeit vom Au : Ag Verhältnis und dem Cu- Gehalt können folgende Unterklassen unterschieden werden:

Klasse II A Au-Ag_x (x>1, Cu-Gehalt <0.05 Gew %).

Dazu gehören die Nuggets G5, G96, G97, G98.

Klasse II B AuAg-Au_{1,9}Ag (Cu-Gehalt bis 1.63 Gew %).

Dazu gehören die Nuggets. G11, G15, G21, G25, G29, G32, G33, G36, G40, G49, G53, G68, G69, G99, G103, G104.

Klasse II C Au₂Ag-Au_{3,9}Ag (Cu-Gehalt bis 3.26 Gew %).

Dazu gehören die Nuggets. G1, G2, G4, G9, G10, G13, G22, G24, G30, G35, G37, G39, G41, G44, G47, G51, G54, G56, G75, G76.

Klasse II D Au₄Ag-A_{5,9}Ag (Cu-Gehalt bis 1.45 Gew %).

Dazu gehören die Nuggets G20, G27, G38, G45, G46, G55, G60, G72.

Klasse III AuxAg (x > 6, Cu-Gehalt bis 0.46 Gew %).

15.71 % der untersuchten Nuggets (G6, G8, G12, G14, G16, G17, G18, G19, G42, G52, G58, G59, G67) gehören zu dieser Klasse. Es handelt sich um Nuggets mit hohem Au-Gehalt, Argentinian Gold bis zu reinem Gold.

7.4.5. Au Finenes und Cu-Gehalte

Als Maß für die " Au – Reinheit ", der Nuggets, werde die Fineness bestimmt.

Die Fineness ist durch die Gleichung $100 \cdot \text{Au} / (\text{Ag} + \text{Au})$ definiert (Au und Ag sind in Gew. %).

Die Fineness der Gold Nuggets aller Gold Klassen ist in Abb. 7.19 dargestellt. Die niedrigste Finenes hat Klasse II-A mit 407 bis 660 und einem Kupfer Gehalt von nahezu 0 %. Die

Fineness der Klasse I reicht von 552 bis zu 1000 mit einem Cu Gehalt unter 4 %. Die Klasse II-B zeigt eine Fineness von 663 bis 790 und einen Cu Gehalt von 1.63 Gew %. Die meisten Nuggets zeigen eine Fineness im Bereich zwischen 600 und 800. Die Klasse II-C hat einen Cu Gehalt von 3.26 Gew % und eine Fineness von 774 bis 900 bis 877. Die Fineness für der Klasse II-D liegt zwischen 878 bis 920 und einem Cu Gehalt von 1.45 Gew %. Bei der Klasse III reicht die Fineness von 917 bis 951 und der Cu Gehalt bis 0.46 Gew % (Abb.7.14).

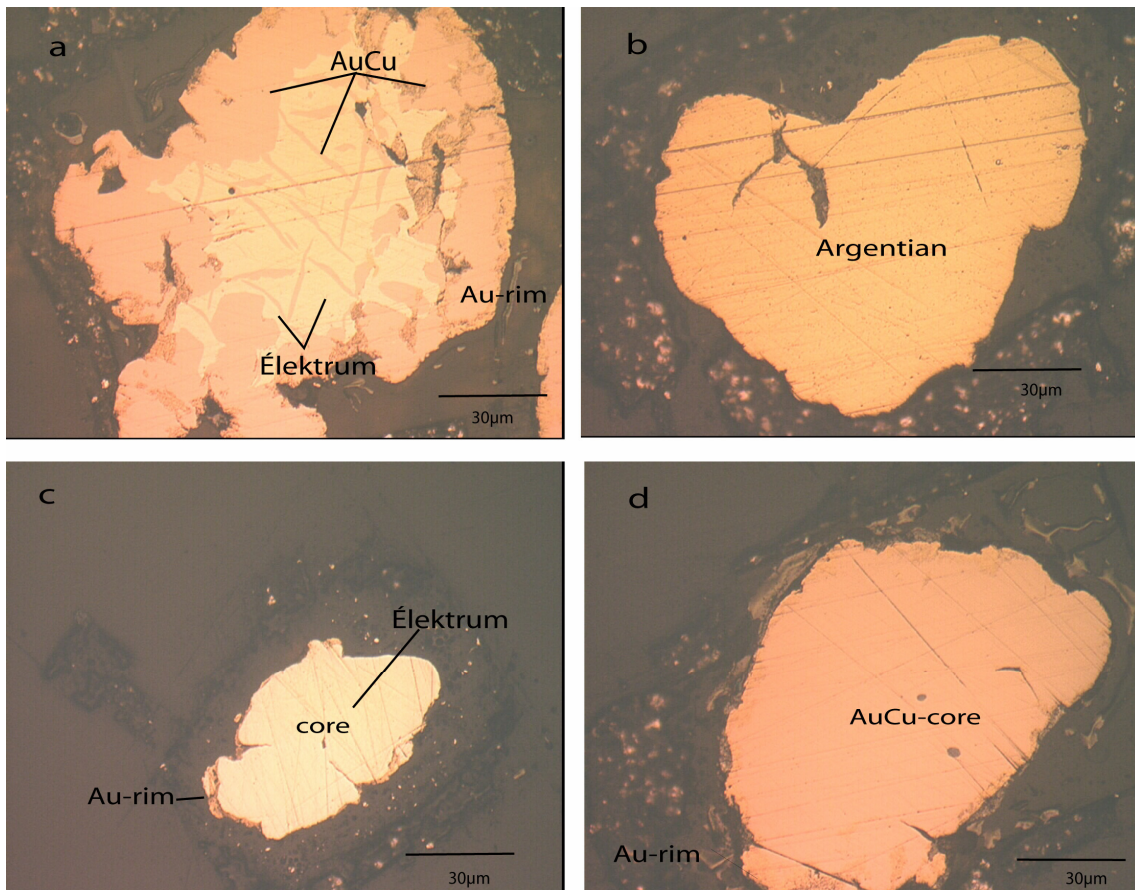


Abb. 7. 11. Mikroskopbilder im reflektiertem Licht unter paralleler Stellung der Polarisatoren. A- Tetra-Auricuprid und Elektrum bilden ein komplexes Verwachsungsgefüge. b- Argentinian Gold. c- Nugget aus massiven Elektrum mit teilweise reiner Goldrand. d- Nugget aus Tetra-Auricuprid mit randlicher, < 5µm breiter reinen Goldzone.

I	(11.43 %)	Au-Ag and Au-Cu
II-A	(5.71 %)	AuAg_x ($x > 1$)
II-B	(24.29 %)	AuAg to $\text{Au}_{1,9}\text{Ag}$
II-C	(31.43 %)	Au_2Ag to $\text{Au}_{3,9}\text{Ag}$
II-D	(11.43 %)	Au_4Ag to $\text{Au}_{5,9}\text{Ag}$
III	(15.71 %)	Au_xAg ($X > 6$)

Tab.7.2: Klassifikation der Gold Nuggets nach der Zusammensetzung.

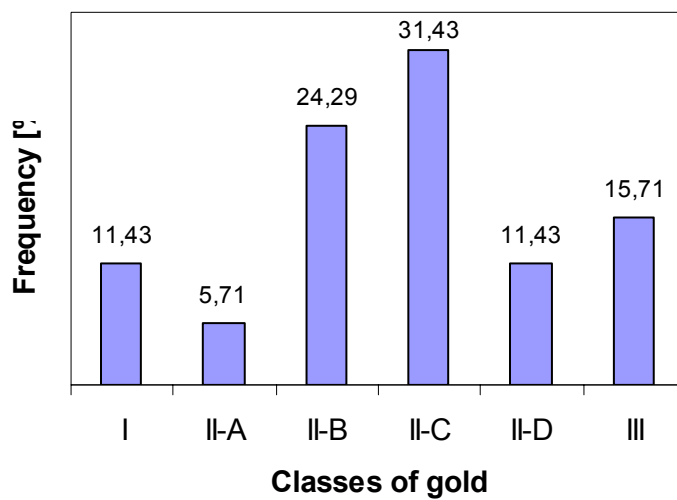


Abb. 7.12: Klassifikation der Goldnuggets.

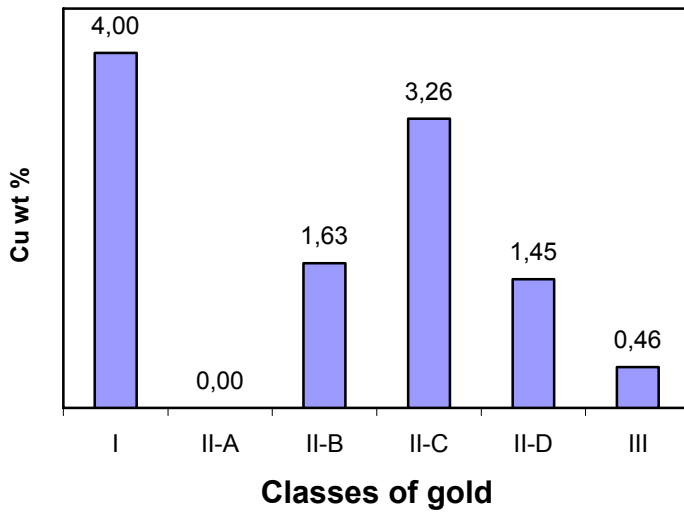


Abb. 7.13: Maximale Cu-Gehalte der Nuggets in den einzelnen Klassen.

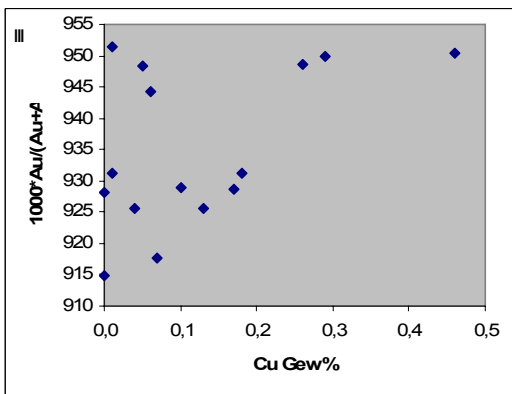
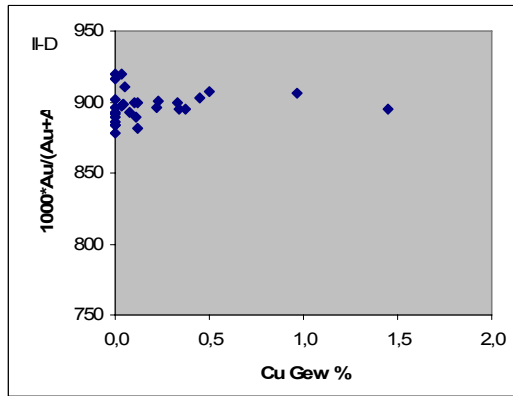
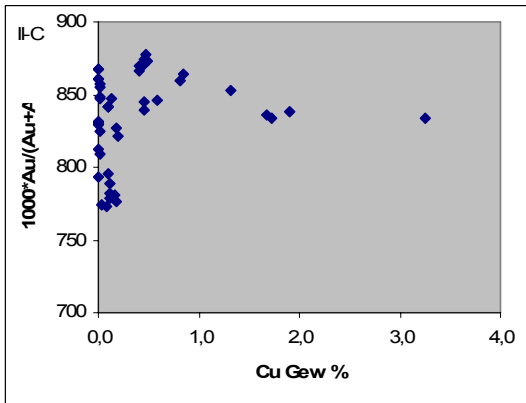
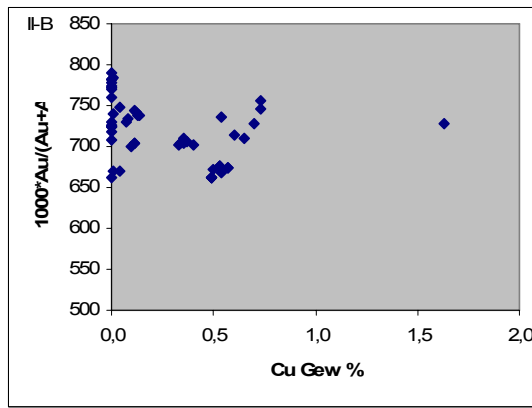
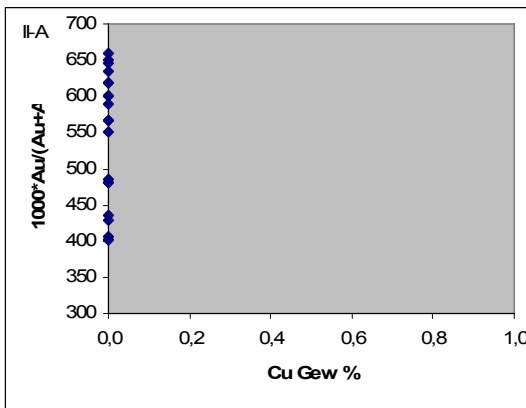


Abb.7.14 Fineness und Cu-Gehalt der einzelne Goldklassen [a-(I), b-(II-A), c-(II-B), d-(II-C), e-(II-D), f-(III)].

7.4.6. Interpretation der Ergebnisse - Bildungsbedingungen der Nuggets

1. Die Korngröße und die morphologischen Charakteristika der untersuchten Goldnuggets von Guli lassen auf eine maximale Transport-Distanz von 10-20 km vom Herkunftsgebiet schließen. Daraus folgt, dass eine Guli-externe Herkunft der Au-Nuggets, auszuschließen ist.
2. Die chemische Zusammensetzung der Goldnuggets ist durch die Edelmetalle Au, Ag und Cu gekennzeichnet. Es konnten keine Gehalte an Hg oder PGE (Platingruppen Elemente) definiert werden. Vor allem die Tatsache, dass keine PGE-Gehalte nachgewiesen werden konnte, erscheint hier wichtig. Die Goldnuggets treten nämlich zusammen mit Os- und Ir- dominierten PGE- Nuggets in den Seifen des Ingarinda Flusses auf.
3. Es dominieren Au-Ag-Legierungen von $AuAg_x$ ($x > 1$, 78.9 %) bis $Au_{5,9}Ag$ mit Cu-Gehalten bis 3.3 Gew. %. Charakteristisch sind ebenso komplexe, teilweise orientierte Verwachsungen von Elektrum und Tetra-Auricuprid. Nuggets aus reinem Gold sind die Ausnahme. Reines Gold tritt meist als äußerer Rand auf, oder bildet, ebenso auf dem Randbereich konzentriert, " Goldpartikel " ($< 5 \mu m$), die durch ein poriges Gefüge gekennzeichnet sind. Treten derartige Goldpartikel im Inneren eines Nuggets auf, sind sie an Mikrofrakturen gebunden. Diese Strukturen deuten eine sekundäre Goldbildung während Transport und Ablagerung der Nuggets an. Das porige Gefüge lässt eine " Ag-Abtragung " und damit eine relative Au-Anreicherung vermuten (McCready et al. 2003). Das Vorhandensein von Mikrofrakturen stellt einen weiteren Hinweis für den lokalen Abtransport von Ag und mögliche Zufuhr von Au dar. Als Resultat diesen diagenetischen Prozesses ist das Reingold zu sehen.
4. Die teilweise orientierten und engen Verwachsungen von Tetra-Auricuprid mit und im Elektrum können als primäre Entmischungsgefüge angesehen werden. Trägt man die Tetra-Auricuprid Zusammensetzung in das binäre AuCu-Cu Stoffsystem ein (Abb. 7. 15), so deutet sich eine Bildungstemperatur von 300-400 °C an (Okomoto 1987). Ein weiterer Hinweis für die primären Bildungstemperaturen der Nuggets ist in Abbildung 7.16 ersichtlich. Hier ist die Zusammensetzung der Nuggets im Dreistoff-System Au-Ag-Cu (Grimwade 2000) eingetragen. Mit einer Ausnahme kommen alle Analysen unterhalb der 350°C Isotherme zu liegen (Abb. 7. 16). Damit kann die primäre Bildungstemperatur der Goldnuggets auf einem Bereich um 300-400°C eingeschränkt werden.

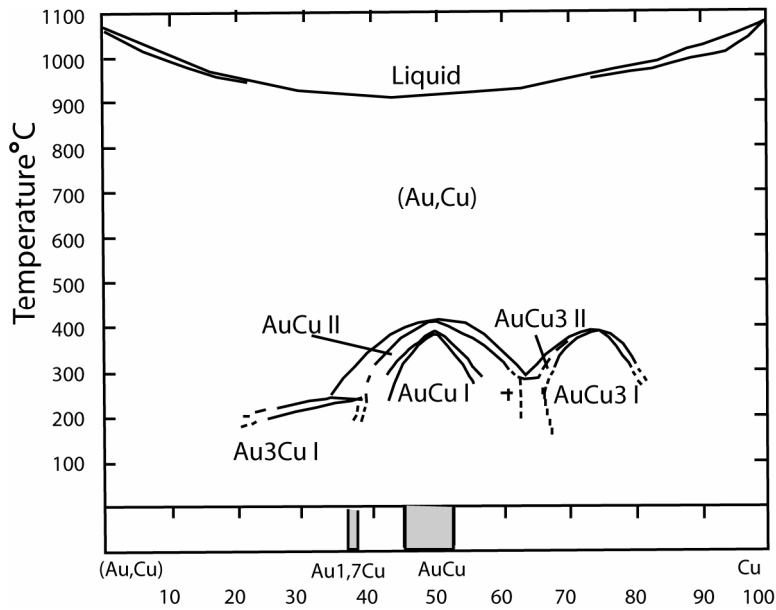


Abb.7.15: Binäres System für Au-Cu, Angaben in Gew.% für Temperaturen von AuCu und Au_{1,7}Cu zwischen 300-400°C nach Okomoto (1987).

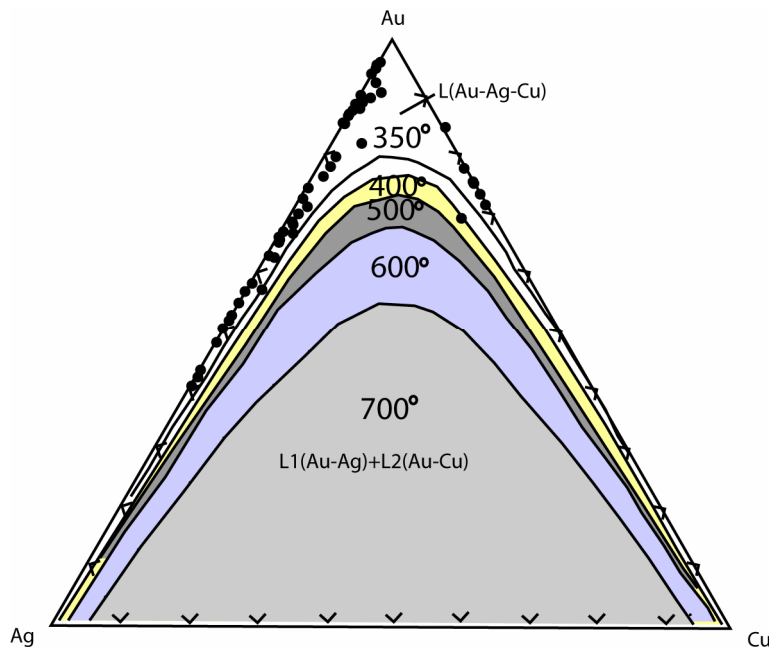


Abb. 7.16 : Phasendiagramm für das Au-Ag-Cu System nach Grimwade (2000). Angaben in Gew.%. für Temperaturen von 300-400°C.

7.5. Mineralogie und Chemismus der Einschlüsse und Verwachsungen

Ein zentrales Thema der vorliegenden Arbeit ist die Frage nach der Herkunft der Goldnuggets. Die Guli Goldnuggets sind durch eine Vielzahl von festen Einschlüssen charakterisiert. Im folgenden Kapitel sind die Ergebnisse der detaillierten Untersuchungen der festen Einschlüsse in den Nuggets ausgeführt.

Grundsätzlich wird hier zwischen Einschlüsse (sind völlig vom betreffenden Nugget umgeben) und Verwachsungen (hierbei handelt es sich um Mineralphasen, die randlich an ein Goldnugget angewachsen sind) unterschieden.

Es konnten Einschlüsse der Mineralklassen: Oxide, Sulfide, Silikate, Karbonate und Phosphate identifiziert werden (Dvorani 2005, Tab.1-7 und Tab 22-23, siehe Anhang).

PGE-Mineralphasen konnten nicht gefunden werden.

7.5.1. Oxide

Oxide als Einschlüsse und/oder Verwachsungen treten in allen Nugget-Klassen auf (Abb.7.23, Abb.7.31 und Abb.7.32). Mikrosondenanalysen sind auf Tabelle.1 bis 7 (siehe Anhang) zusammengefasst.

Oxide-Einschlüsse

Als Oxideinschlüsse treten Magnetit Ilmenit und Cr-Magnetit auf. Magnetite bilden subhedrale Körner bis Aggregate. Es handelt sich um Ti-Magnetit und Cr-Ti- Magnetit (Abb.7.18 und Abb.7.19). Ti und Cr Konzentrationen reichen bis 12.19 Gew. % Cr_2O_3 , 8.11 Gew. % TiO_2 . Der Mg Gehalt im Magnetit reicht bis 3.37 Gew % und der Mn-Gehalt bis 1.84 Gew. %. Cr-Magnetit im Gold bildet euhedrale Einschlüsse unter 2 μm . Mikrosondenanalysen zeigen einen maximalen Cr_2O_3 -Gehalt von 27.41 Gew.%. Cr-Magnetit ist mit Dolomit assoziiert und mit Serpentin verwachsen.

Oxide -Verwachsungen

Magnetit, Ti-Magnetit, Ilmenit, Mn- Ilmenite und Perowskit treten als Verwachsungen mit den Goldnuggets auf. Ti-Magnetit weist Gehalte von TiO₂ bis 21.14 Gew. % auf (Abb.7.31 und Abb.7.32).

7.5.2. Silikate

An silikatischen Einschlüssen konnten Quarz, Sphen (Titanit), Pyroxene, Amphibole, Plagioklase, Phlogopit, Serpentin, Chlorit, REE-Mineralphasen (Chevkinite und Zirkelit) (Dvorani 2005), Ti-Granat und Melilit identifiziert werden (Abb.7.31 und Abb.7.32).

Quarz

Quarz bildet in Gold kleine, einphasige Einschlüsse unter 2µm. In Nugget G36 tritt Quarz zusammen mit Amphibol und Clinopyroxen auf (Abb.7.32-H).

Titanit (Sphen)-Einschlüsse und Verwachsungen

Titanite wurden als große Einschlüsse und Verwachsungen im Gold beobachtet. Sie treten mit Amphibol, Calcit, Chlorit, Clinopyroxen, Na-Pyroxen, Phlogopit und Pentlandit, assoziiert auf (Abb.7.31, Abb.7.32). Titanit enthält in den Einschlüssen bis 1.38 Gew. % FeO, und in Verwachsungen bis 3.16 Gew % FeO. Die Zahl der Verwachsungen dominiert im Vergleich zu den Einschlüssen

Olivin- Verwachsungen

Olivin wurde nur als Verwachsung, meist zusammen mit Diopsid (Abb.7.17) im Gold festgestellt. Die Zusammensetzung des Olivins ist durch Fo-Gehalte von 84-88 (XMg=Mg*100/(Mg+Fe)) zwischen 83.5 und 88.2) gekennzeichnet. Die MnO-Gehalte gehen bis 0.3 Gew. %, Cr₂O₃ Gehalte liegen um 0.06 Gew.%, die Gehalte an NiO liegen bei 0.36 Gew %.

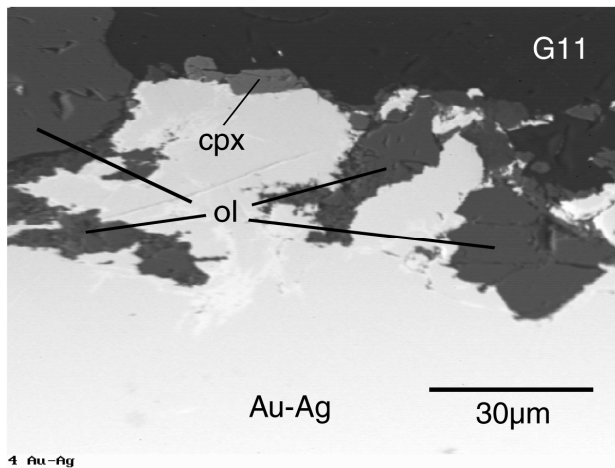


Abb.7.17: Back scatter Bild von Olivin und Diopsid Verwachsungen mit Gold Korn G11.

Abb.7.18. Mikroskopbild im Auflicht unter paralleler Stellung der Polarisatoren, Cr-Magnetit in Gold eingeschlossen (G103).

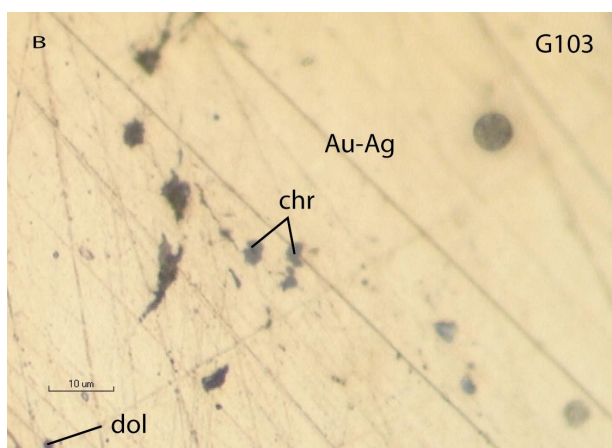
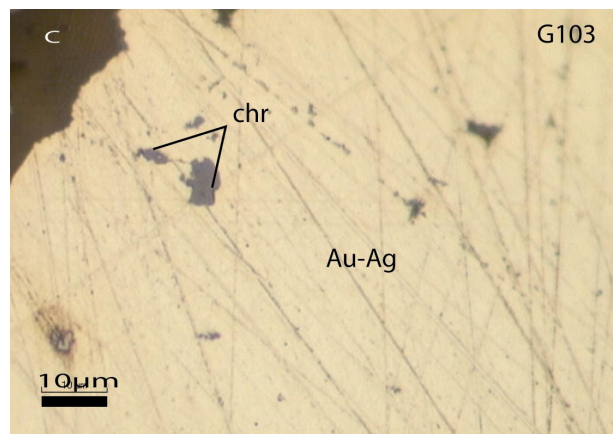


Abb.7.19: Mikroskopbild im Auflicht unter paralleler Stellung der Polarisatoren, Cr-Magnetit und Dolomit in Gold eingeschlossen (G103).

Clinopyroxen Einschlüsse

Nach der Klassifikation von Morimoto (1998) (Abb. 7.22) konnten Augit, Diopsid und Aegirin identifiziert werden (Abb.7.31). Diopsid mit einem XMg von 69-83 dominiert über Augit (XMg 58-83). Die Al_2O_3 -Gehalte gehen bis 3.2 Gew. % und um 0.15 Gew. % TiO_2 (Tab...). Die meisten Clinopyroxen-Einschlüsse sind einphasig (Diopsid, untergeordnet Augit und Aegirin, Abb. 7.20). Untergeordnet treten mehrphasige Einschlüsse von Diopsid + Olivin (Abb. 7.17), Diopsid + Serpentin + Chlorit und Diopsid + Serpentin + Chlorit auf.

Clinopyroxen -Verwachsungen

Clinopyroxen Verwachsungen unterscheiden sich von Clinopyroxen-Einschlüssen durch unterschiedliche Zusammensetzung. Clinopyroxen-Verwachsungen haben höhere Al, Mn, Cr und Ti Gehalte als Cpx –Einschlüsse. Al_2O_3 -Gehalte reichen bis 6.15 Gew. %, TiO_2 bis 4.14 Gew %, MnO bis 0.5 Gew %, und Cr_2O_3 0.75 Gew. % .

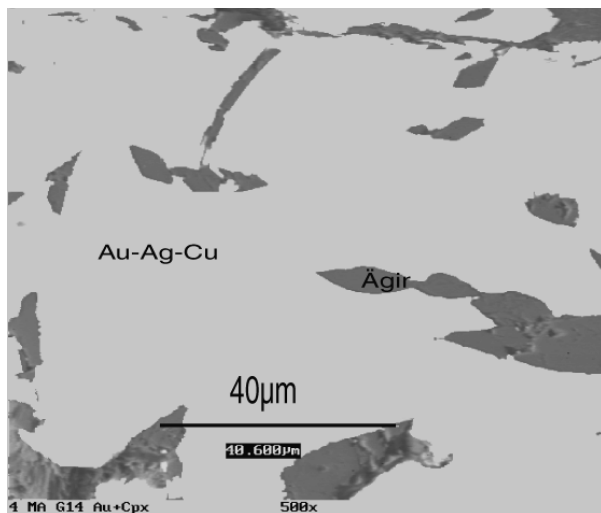


Abb.7.20. Back scatter Bild von euhedralen bis anhedralen Aegirinen im Gold.

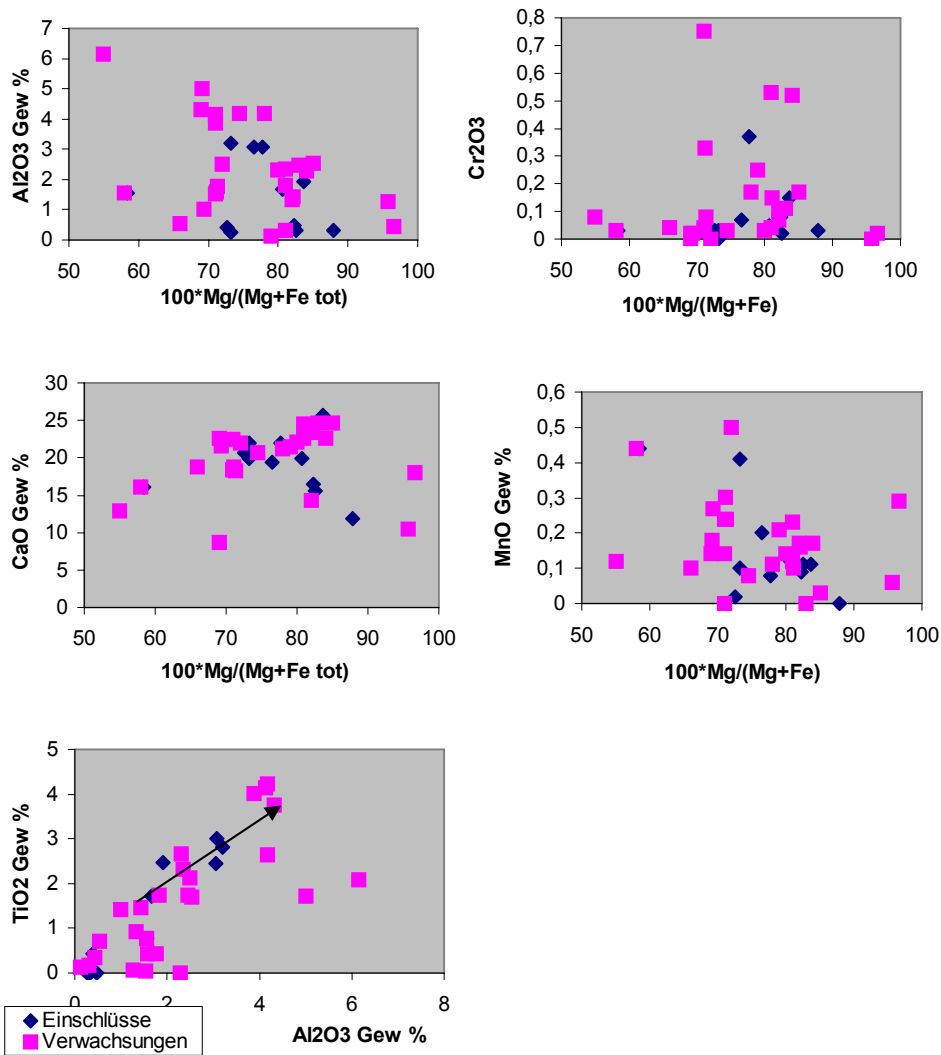


Abb.7.21. Geochemische Charakteristika der Clinopyroxen Einschlüsse und Verwachsungen im Vergleich.

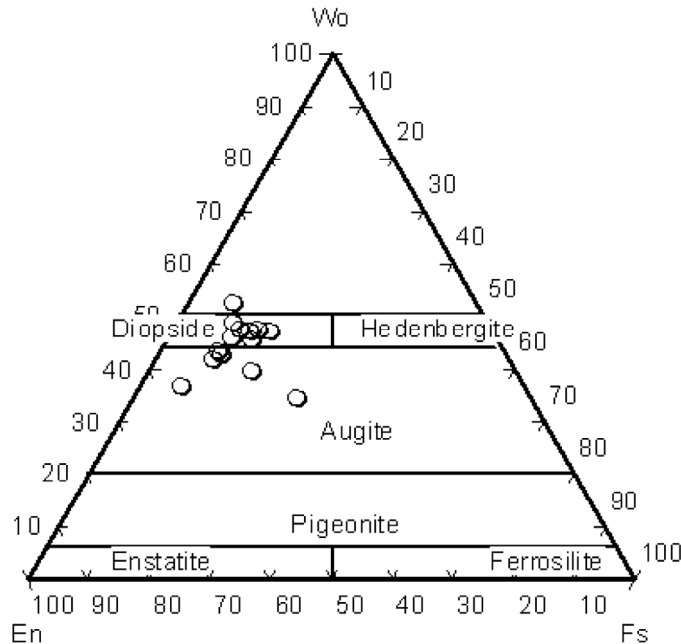


Abb.7.22. Zusammensetzung der Clinopyroxen-Einschlüsse und Clinopyroxen-Verwachsungen in den Gold Nuggets, Klassifikation nach Morimoto (1988).

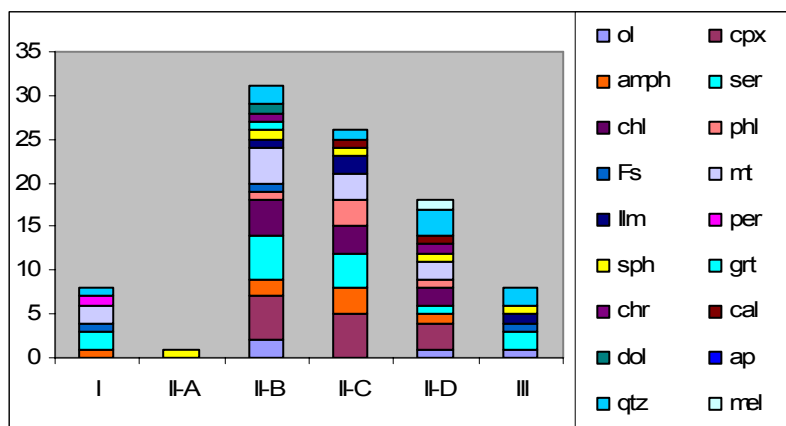


Abb.7.23. Verteilung der Einschlüsse und Verwachsungen in den Gold Nuggets. ol = Olivin, amph = Amphibol, chl = Chlorit, fs = Feldspat, ilm = Ilmenit, sph = Sphen, chr = Cr-Magnetit, dol = Dolomit, qtz = Quarz, cpx = Clinopyroxen, ser = Serpentin, phl = Phlogopit, mt = Magnetit, per = Perowskit, grt = Granat, cal = Calcit, ap = Apatit, mel = Melilit

Amphibole- Einschlüsse

Die Amphibol- Einschlüsse lassen sich nach Platt & Wolley (1986) (Abb.7.24) als Winchite, Richterite und Arferdsonite klassifizieren. Ein Einschluss konnte als Katophorit identifiziert werden.

Die überwiegende Anzahl der Amphibol-Einschlüsse gehören zur Familie der Richterit-Arferdsonit-Serie (Abb. 7.24, Abb.7.31-B). Amphiboleinschlüsse enthalten Al_2O_3 bis 9.54 Gew. %. Die Nickelkonzentration ist generell im Bereich bis 0.04-0.42 Gew. %. Einschlüsse sind reicher an Ti, Cr und Mn als Amphibol-Verwachsungen. Der TiO_2 -Gehalt reicht bis 1.14 Gew. %, Cr_2O_3 bis 0.40 Gew. % und Mn bis 0.60 Gew. %. Der XMg Wert liegt im Bereich von 55 bis 97. Charakteristisch ist der hohe Na-Gehalt, der beim Arferdsonit bis 10,23 Na_2O Gew. % reicht. Die Ca Konzentration gehen bis zu 8.68 Gew. % (Abb.7.24).

Amphibol-Verwachsungen

Amphibol-Verwachsungen lassen sich als Winchite, Ribekite, Richterite und Arferdsonite klassifizieren, wobei Winchite – Ribekite dominieren (Abb.7.24, Abb.7.32-B).

Die im Vergleich zu den Einschlüssen niedrigeren Gehalte an TiO_2 reichen bis 0.77 Gew.%, Cr_2O_3 bis 0.21 Gew. % und MnO bis 0.21 Gew.%. NiO-Gehalte sind mit 0.72 Gew. % höher als in den Einschlüsse. Die XMg-Werte der Amphibol-Verwachsungen reichen von 72 bis 94. Na_2O Gehalte reichen bis 8.91 Gew.% und CaO bis 5.69 Gew. %.

Phlogopit-Einschlüsse

Phlogopit bildet einphasige Einschlüsse in Klasse II Nuggets. Die Korngröße beträgt 3 μm . Die TiO_2 -Gehalte liegen zwischen 3.2 und 0.13 Gew.%, NiO reicht von 0.18 bis 0.85 Gew.% (Abb.7.31, Tab.1 bis 7, siehe Anhang.).

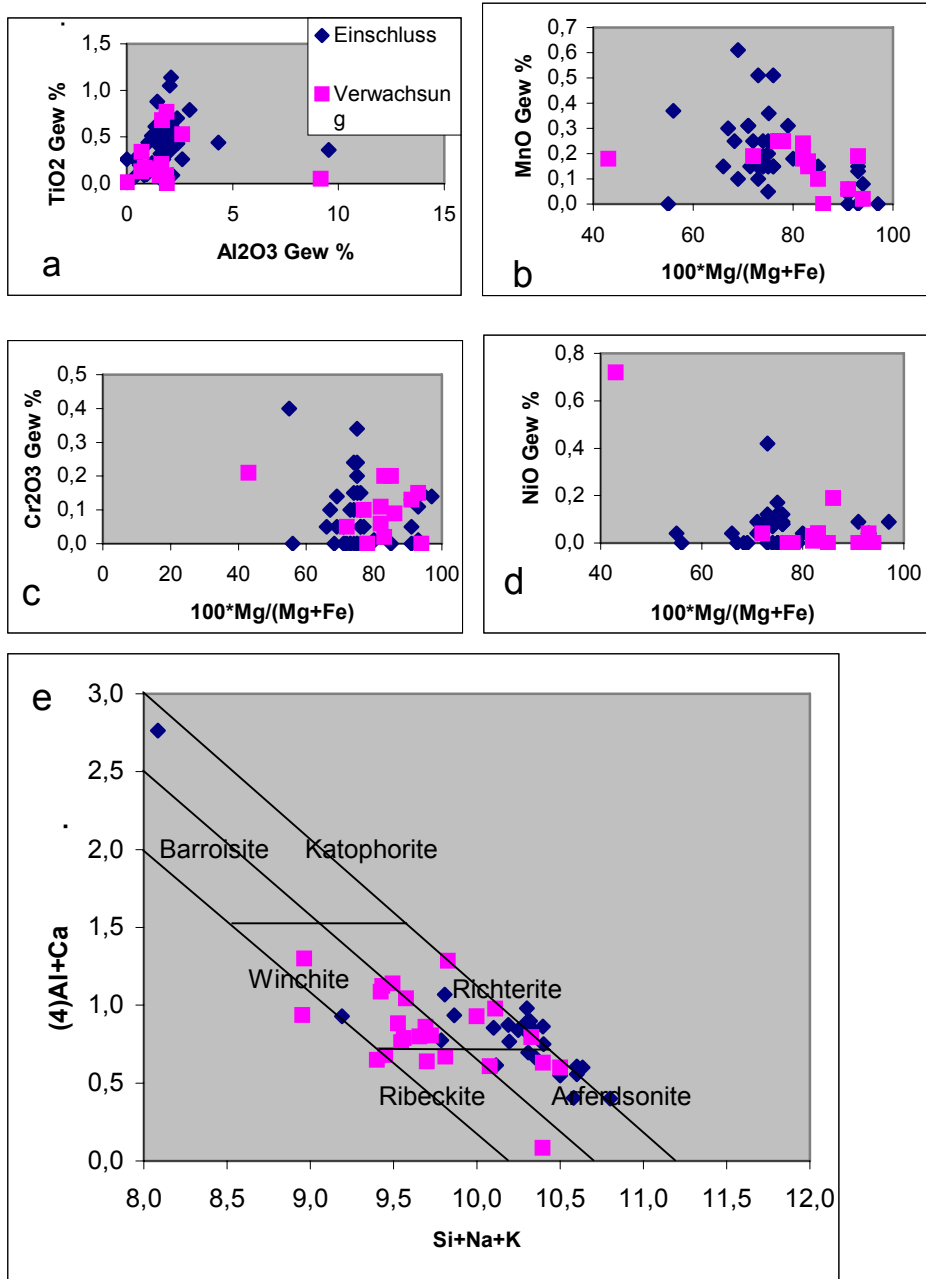


Abb.7.24. Chemische Charakteristika der Einschlüsse verglichen mit den Verwachsungen (a-d). Klassifikation der Amphibole (e) nach Platt & Wolley (1986).

Serpentin –Einschlüsse und Verwachsungen

Serpentin tritt überwiegend als Verwachsung im Gold oder Clinopyroxen auf. Ganz selten konnten Serpentin-Einschlüsse beobachtet werden. Es konnten keine Unterschiede in der Zusammensetzung zwischen Serpentin Einschlüssen und Verwachsungen festgestellt werden (Abb.7.32.-C).

Serpentin enthält Cr_2O_3 Konzentrationen bis 0.40 Gew. % und NiO bis 0,58 Gew. % . Die TiO_2 Gehalte sind generell unter 0.50 Gew.%, maximal bis 1.68 Gew. %. Die Aluminium Gehalte reichen bis 2,6 Gew.% Al_2O_3 , der XMg Wert beträgt 83.8 - 94.3 (Abb.7.25)

Willemsite und Nepouite

Willemsite und Nepouite sind Ni-haltige Serpentinminerale. Nepouit wurde nur als Einschluss beobachtet, Die NiO –Konzentration erreicht 32.30 Gew.%. Willemsite treten nur als Verwachsung auf. Der Al_2O_3 –Gehalt erreicht bis 7.58 Gew.%. NiO -Konzentrationen gehen bis zu 17.23 Gew. % (Abb.7.26).

Chlorit- Einschlüsse

Chlorit-Einschlüsse unterscheiden sich signifikant von den Chlorit-Verwachsungen im Cr-Gehalt und dem XMg Wert. Cr_2O_3 Konzentrationen in Chlorit-Einschlüssen erreichen 0.11 Gew. %, der Mn-Gehalt bis 0.86 Gew. % und der XMg Wert liegt zwischen 56.88 und 88.4. Der TiO_2 -Gehalt liegt bei 0.26 Gew. %, NiO Konzentrationen reichen bis 3.52 Gew. % (Abb.7.27, Abb.7.31).

Chlorit –Verwachsungen

Chlorit- Verwachsungen sind durch höhere Gehalte an Cr_2O_3 (0.3 Gew. %) und TiO_2 -Gehalte bis 2.14 Gew. %, verglichen mit den Chlorit-Einschlüssen, charakterisiert. Die Mangan und Nickel Konzentration sind niedriger als bei den Einschlüssen (0.66 Gew. % MnO , 3.30 Gew. % NiO , Abb. 7.27, Abb.7.31).

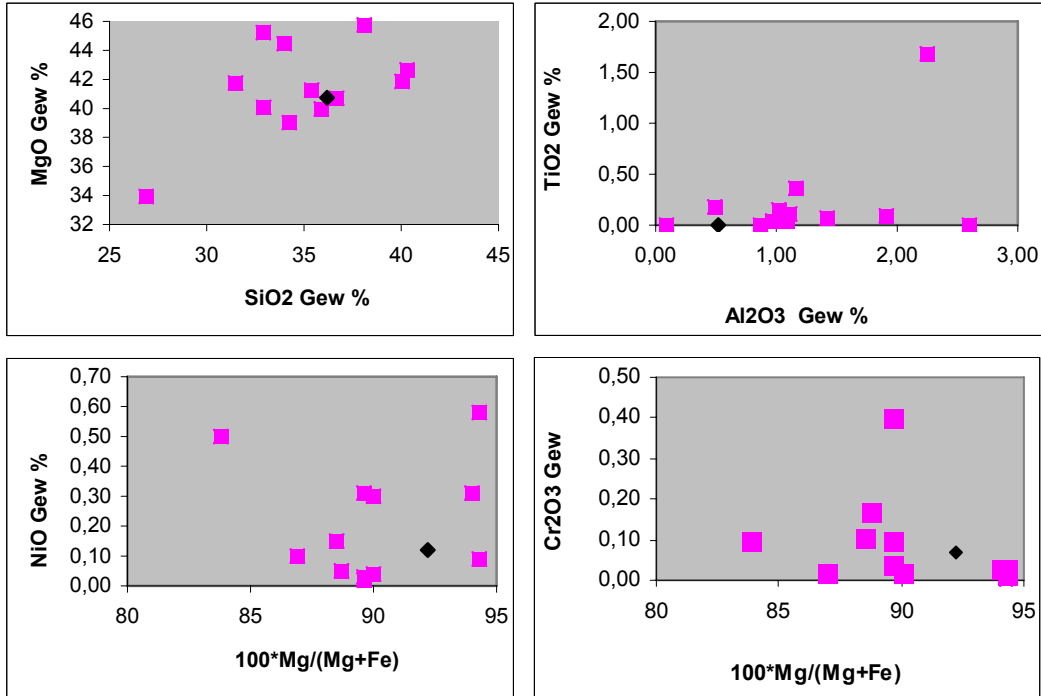


Abb.7.25. Chemische Charakteristika der Serpentine.

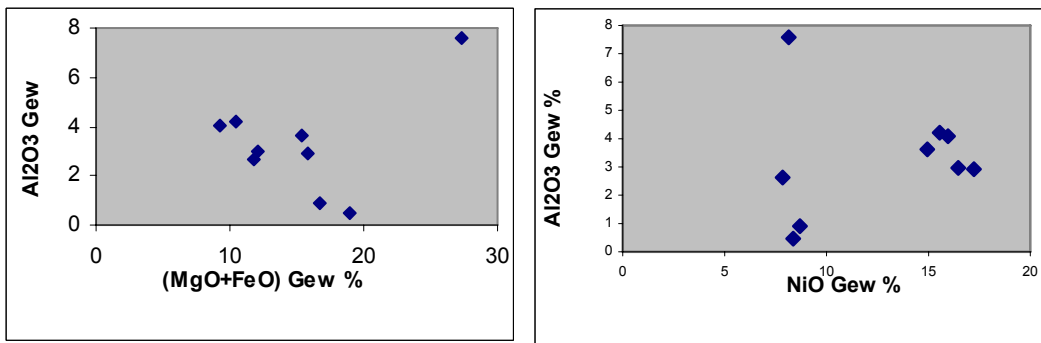


Abb.7.26. Chemische Charakteristika der Willemseite Verwachsungen.

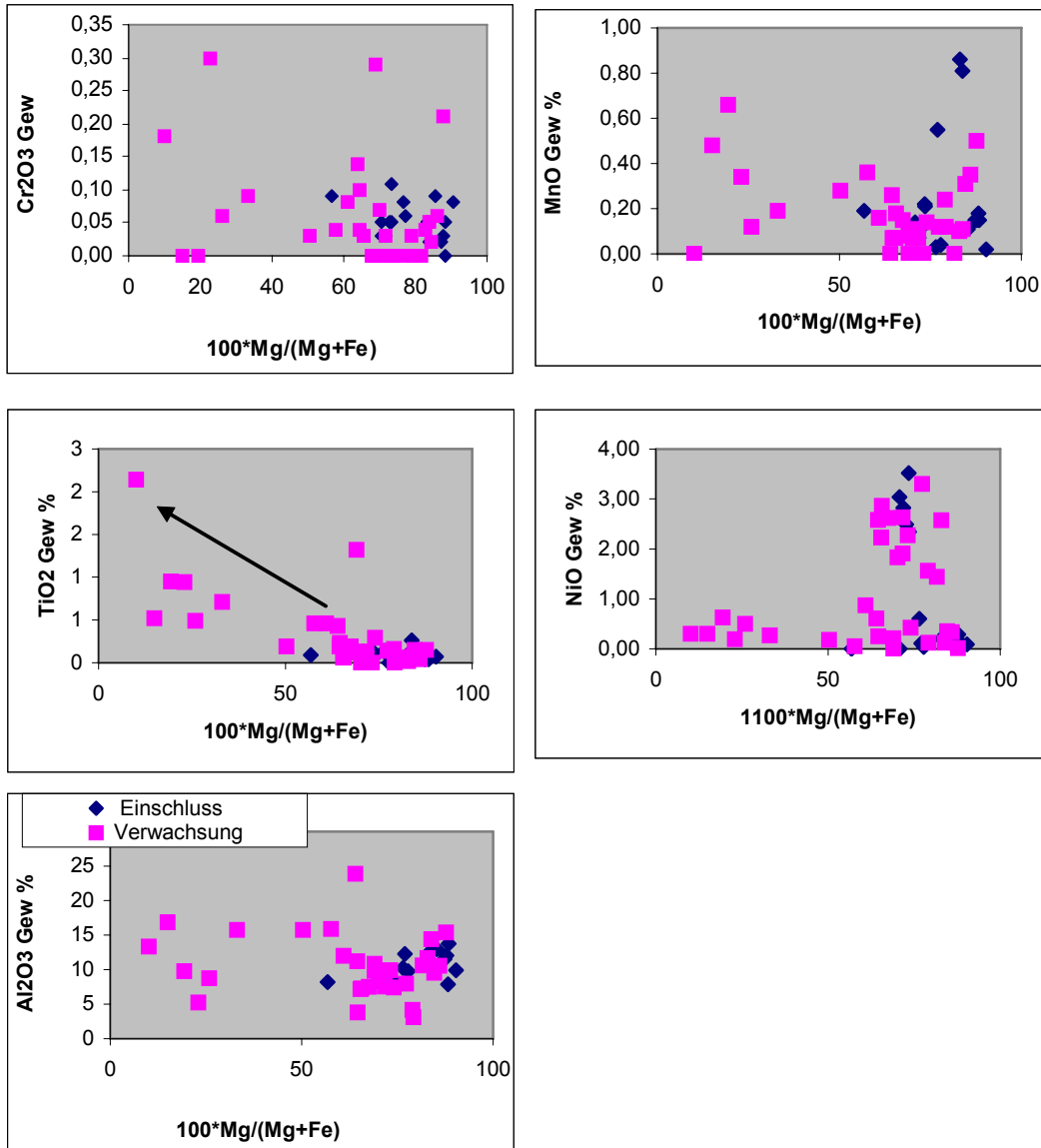


Abb.7.27. Chemische Charakteristika der Chlorit Verwachsungen und Einschlüsse im Vergleich.

7.5.3. Andere Mineral Einschlüsse und Verwachsungen

Untergeordnet konnten folgende Mineralphasen als Verwachsungen beobachtet werden: Plagioklas, K-Feldspat, Ti-Granat (Melanit), Dolomit, Calcit und Apatit. Als Einschluss konnten Melilit, Calcit und Dolomit identifiziert werden. Dolomit Einschlüsse (unter 2 μ m) kommen nur mit Chromit in Gold assoziiert vor .

7.5.4. REE-Mineralphasen

In einigen Einschlüssen treten auch REE-haltige Mineralien (mit Gehalten an La, Sm, Ce, Nd) zusammen mit Silikatmineralien im Gold auf. Es konnten die Minerale Chevkinite $((\text{Ce,La,Ca,Na,Th})_4(\text{Fe}^{2+}\text{Mg})_2(\text{Ti,Fe}^{3+})_3\text{Si}_4\text{O}_{22})$ und Zirkelit $((\text{Ca,Th,Ce})\text{Zr}(\text{Ti,Nb})_2\text{O}_7)$ identifiziert werden.

Zirkeliteinschlüsse haben La und Sm Gehalte von 1.04 bis 1.22 % Gew.% Sm_2O_3 , La_2O_3 0.62 % bis 0.69 Gew.% . Zirkelit ist weiters durch hohe Gehalte von Ce und Nd (Ce_2O_3 4.65 bis 5.35 Gew.%, Nd_2O_3 4.69 bis 5 Gew.%) gekennzeichnet. Chevkinite enthält niedrigere REE-Gehalte als Zirkelit und eine niedrigere Zr-Konzentration.

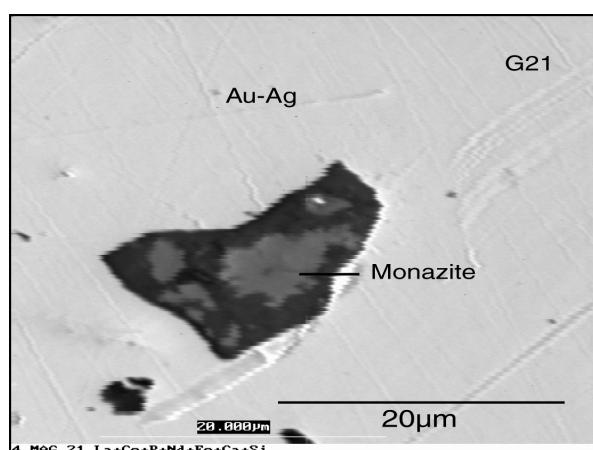


Abb.7.28. Back scatter Bild von Monazit Einschlüssen (hellgrau) umgeben von Si-Einschlüssen (dunkelgrau) im Gold.

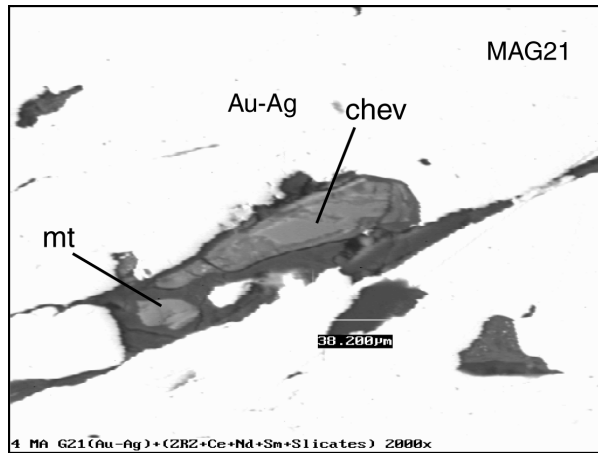


Abb.7.29. Back scatter Bild von Biotit-, Chevkinit- und Magnetit-Einschlüssen im Gold.

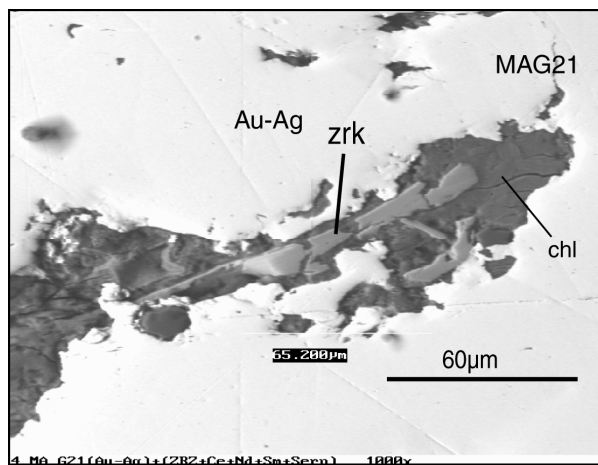


Abb.7.30: Back scatter Bild von Zirkelit-Silikateinschlüssen (hellgrau) im Gold (weiss), von Chlorit umgeben.

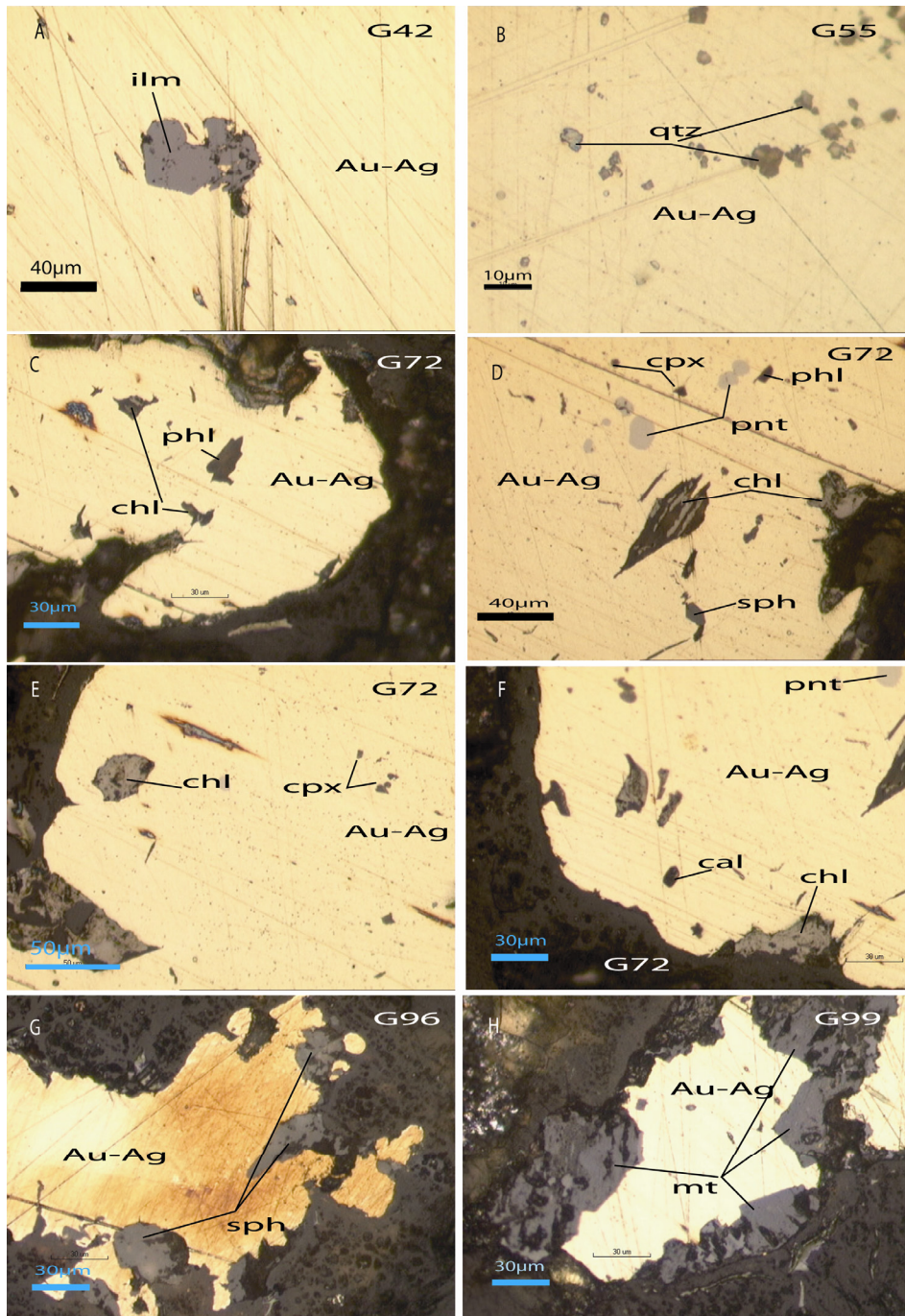


Abbildung. 7.31. Mikroskopbild im Auflicht unter paralleler Stellung der Polarisatoren, feste Einschlüsse, ilm-Ilmenit, qtz-Quarz, cpx-Clinopyroxen, phl-Phlogopit, chl-Chlorit, sph-Sphen, mt-Magnetit, pnt-Pentlandit, cal-Calcit in Gold Nuggets.

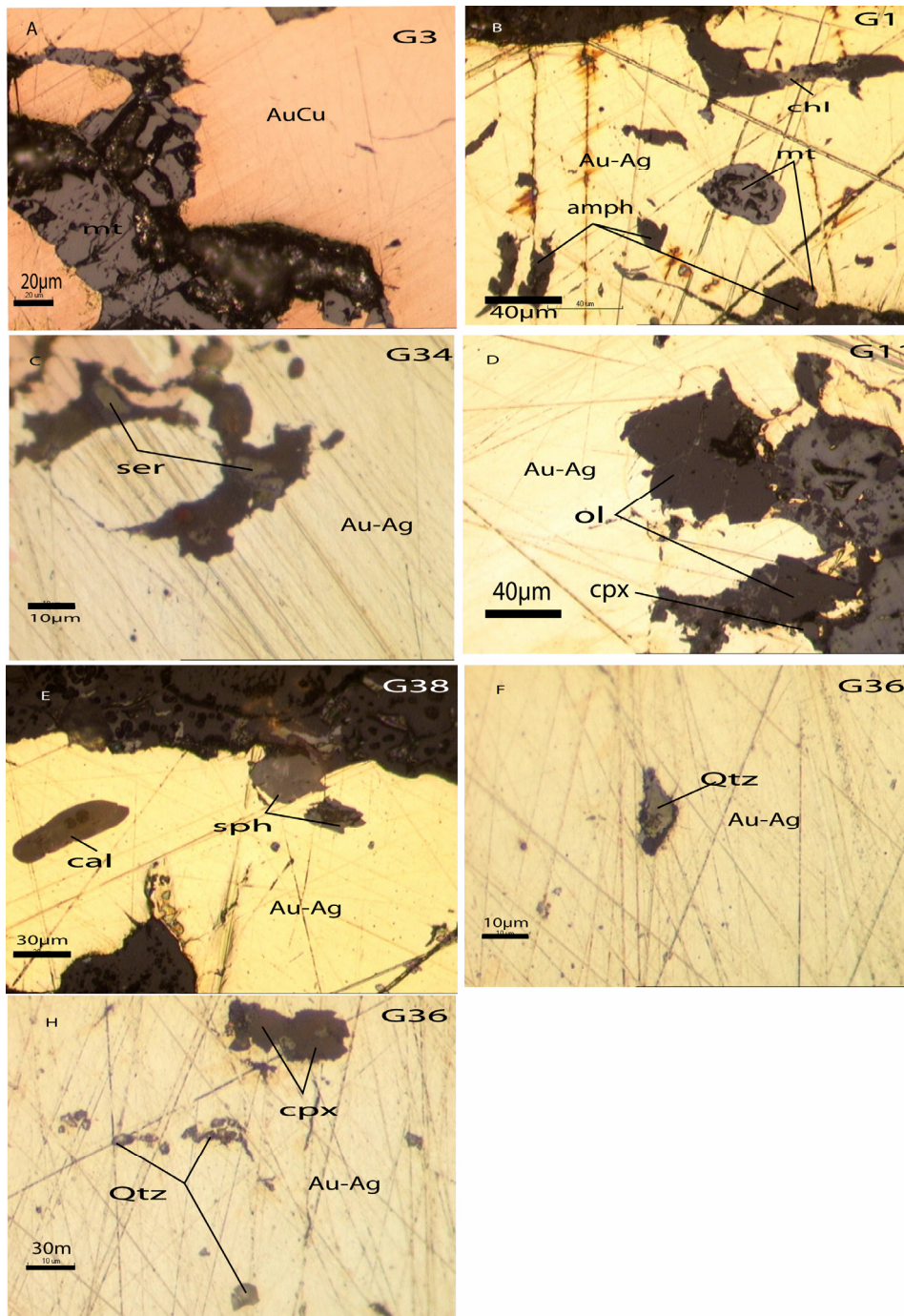


Abbildung.7.32. Mikroskopbild im Auflicht unter paralleler Stellung der Polarisatoren. feste Einschlüsse in Gold, ol-Olivin, cpx-Clinopyroxen, sph-Sphen, chl-Chlorit, amph-Amphibol, cal-Calcit, mt-Magnetit, ser-Serpentin.

7.5.5. Sulfide-Einschlüsse

Sulfidmineralphasen treten als Einschlüsse im inneren Teil der Gold Nuggets auf. Zu diesen Mineralien gehören Pentlandit, Chalcopyrit, Cobaltin, Pyrrhotin, Nickelin, Chalcosin, Breithauptit, Hessit, Isokubanit, Parkerit, Paradokrasit, Cuprostibit, Bornit, Bleiglanz und reines Blei. Sulfide kommen überwiegend als monominerale Einschlüsse vor, polyminerale Einschlüsse, wie z.B. Pyrrhotin, Isokubanit und Breithauptit sind selten.

Chalcosin ist nur in Tetra-Auricuprid, in einer Korngröße unter 3.6 µm, eingeschlossen.

Nickelin unter 2µm gross, ist in Tetra-Auricuprid aber auch in Elektrum eingeschlossen.

Pentlandit bildet euhdrale Kristalle unter 6.7 µm und kommt mit Breithauptit und Parkerit zusammen vor. Pentlandit und Chalcopyrit bilden zweiphasige Einschlüsse in Korn G9.

Breithauptit bildet unter 10 µm anhedrale Einschlüsse. Das Antimon kann im Kristallgitter durch As bis zu 7.82 Gew % ersetzt sein.

Galena und **Hessit** kommen als anhedrale einphasige Sulfide unter 2.6 µm zusammen im Elektrum (Au_{1.1} Ag) vor .

Parkerit tritt in der Gold AuAg Matrix mit einer Korngröße von etwa 1,4µm zusammen mit Breithauptit und Pentlandit auf .

Chalcopyrit bildet euhedrale aber auch subhedrale Einschlüsse in Gold.

Blei ist mit Gold verwachsen.

Paradokrasit und **Cuprostibit** (< 2µm im Durchmesser) sind in reinem Blei zusammen mit Magnetit eingeschlossen.

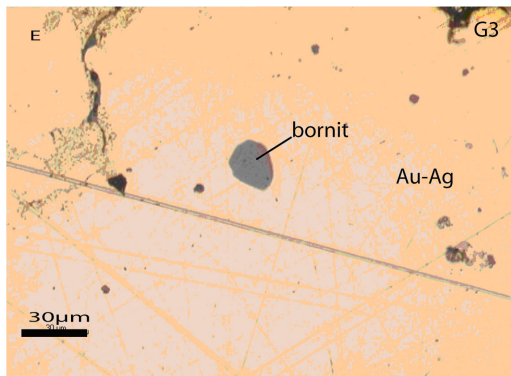


Abb.7.33. Mikroskopbild im Auflicht unter paralleler Stellung der Polarisatoren. Bornit in Tetra-Auricuprid (AuCu) eingeschlossen.

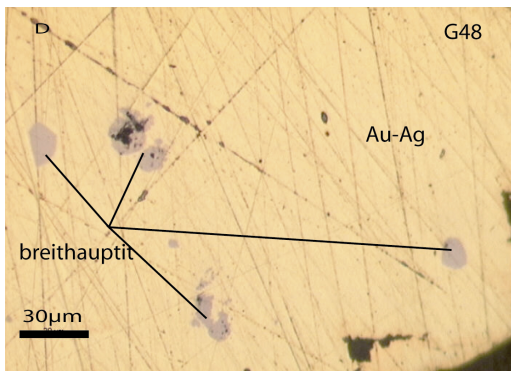


Abb.7.34. Mikroskopbild im Auflicht unter paralleler Stellung der Polarisatoren. Breithauptit (Ni, As)Sb in Gold eingeschlossen.

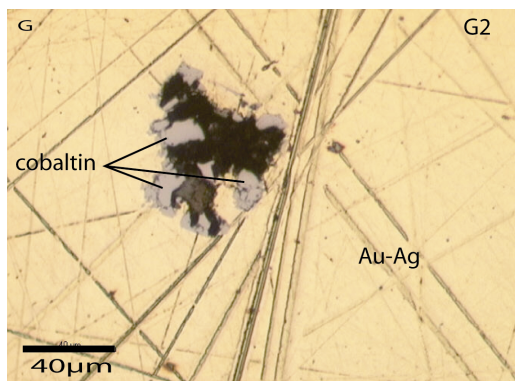


Abb.7.35. Mikroskopbild im Auflicht unter paralleler Stellung der Polarisatoren. Cobaltin in Gold eingeschlossen.

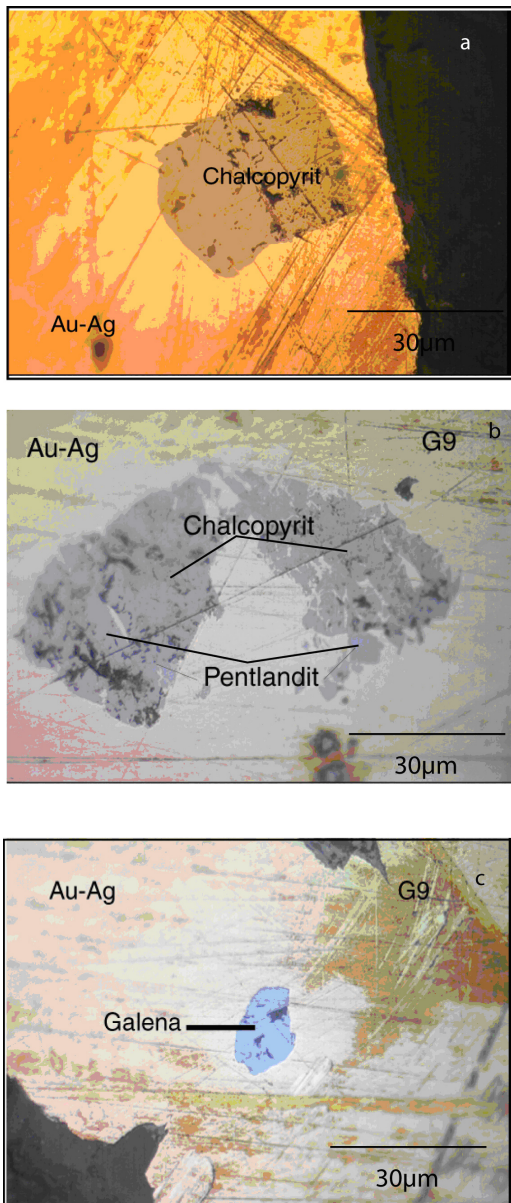


Abb.7.36: Mikroskopbild im Auflicht unter paralleler Stellung der Polarisatoren. Einschlüsse in Gold, a - Chalcopyrit, b - zweiphasiger Einschluss (Verwachsung) Chalcopyrit und Pentlandit, c - anhedraler Bleiglanzeinschluss.

7.6. *Schlussfolgerungen*

Die umfangreichen und in ihrer Mineralogie und Zusammensetzung sehr vielseitigen Einschlüsse in den Au-Nuggets sind durch folgende Charakteristika gekennzeichnet:

1. An Silikat-Einschlüssen dominieren Clinopyroxen, Amphibol, Sphen und Phlogopit. Unter dem Clinopyroxen treten Diopsid (XMg 69-83), Augit (XMg 58-83) und Ägirin auf. Unter den Amphibol-Einschlüssen dominieren Glieder aus den Winchite - Richterit, bzw. Ribekit – Aferdsonit Mischungsreihen.
2. Unter den Oxid - Einschlüssen dominieren Magnetit, Cr-Magnetit, Ti-Magnetit, untergeordnet tritt Perowskit auf.
3. Die eher selten auftretenden Olivin – Einschlüsse haben Fo – Gehalte von 84-88.
4. Selten konnten Mineralen wie Ti – Granat, Plagioklas, Calcit und Apatit beobachtet werden.
5. Unter den Sulfid – Einschlüssen dominieren Ni – Cu – Fe – Co – Sulfide.

Die Mineralogie der Einschlüsse in den Au – Nuggets deutet auf eine Herkunft aus der Guli Alkali – Ultramafit – Sequenz hin.

8. DIE ALKALI – ULTRAMAFIT – SEQUENZ DES GULI MASSIVS

In diesem zweiten Teil der vorliegenden Arbeit wird die Alkali – Ultramafit – Sequenz des Guli Massivs auf der Basis von vier selektierten Bohrkernen detailliert mineralogisch, petrologisch und geochemisch untersucht. Hauptziel dieser Untersuchung war, ob diese Alkaline Gesteinssequenz als Herkunft des Goldes in Frage kommt, wie die festen Einschlüsse in den Au – Nuggets bereits angedeutet haben.

In diesem Zusammenhang muß erwähnt werden, dass dieser Teil der vorliegenden Arbeit in Kooperation mit der Arbeit von G. Loidl (2005) durchgeführt wurde. Deshalb wurden teilweise geochemische Daten von G. Loidl (2005) für Diskriminierung und Interpretation zusätzlich herangezogen.

LITHOLOGIE DER BOHRKERNE

In diesem Abschnitt wird die Lithologie der untersuchten Bohrkern näher beschrieben Die Abbildungen Abb.8.1, 8.2, 8.3, 8.4 und 8.5 geben einen Überblick über die Lithologie in Form von Säulenprofilen. Die lithologische Beschreibung der Gesteine basiert auf Geländebefunde.

8.1. Bohrkern G28

Der Bohrkern G28 umfasst eine Teufe von von 506 m und eine Länge von 235m (Abb.8.2). Der Abschnit zwischen 10 m und 250 m Teufe fehlt. Als Hauptgestein in diesem Bohrkern tritt eine Abfolge aus Clinopyroxenit auf. Das Gestein besteht aus grobkörnigen bis mittelkörnigen Clinopyroxenen und Phlogopit als Hauptbestandteile. Innerhalb des Clinopyroxenitkörpers sind kleine Linsen (ca 5cm) von Magnetit-Clinopyroxenit eingeschaltet. Weiters ist der Kern von gangartigen Carbonatiten (bis 3.3 m) durchschlagen. Magnetitgänge, bestehend aus Magnetit und Sulfiden, können bis zu 20cm mächtig sein. Magnetit - Clinopyroxenite (Koswite), überwiegend aus Clinopyroxen, Magnetit und untergeordnet Sulfiden bestehed, können eine Mächtikeit bis zu 18.2 m erreichen.

8.2. Bohrkern Z4

Der Bohrkern umfasst eine Gesteinsabfolge von 216 m (Abb.8.3). Die Lithologie des Bohrkerns besteht hauptsächlich aus Clinopyroxenit und Carbonatitgängen im oberen Abschnitt. Hauptminerale in den Carbonatitgängen sind Calcit, Phlogopit und Sulfide. Im unteren Horizont sind Clinopyroxenite, Carbonatite und mafische Vulkanite (Melanephelinit) vorhanden. Melanephelinit tritt erst in einer Teufe von 120 m auf. Sulfidische Gängchen kommen in fast allen Gesteinen vor. Die Carbonatitgänge erreichen eine maximale Mächtigkeit bis 70 cm.

8.3. Bohrkern Z3

Bohrkern Z3 umfasst eine 191 m mächtige Gesteinsabfolge (Abb.8.4). Die Lithologie des Bohrkerns besteht aus Melanephelinit, der oft mit metasomatischen Brekzien wechselt. In den metasomatischen Brekzien (Jakupirangit) lassen von sich Stücke von reliktschem Wehrlit beobachten. Weiters besteht der Kern aus Clinopyroxeniten und Duniten.

Der Dunitgang erreicht in einer Teufe von 73.6m Mächtigkeit von 2m und ist mit Calcit Adern durchgezogen.

Clinopyroxenite treten bis zu einer Mächtigkeit von 7.8 m auf. In diesen Gesteinen sind bis 20 cm mächtige Carbonatitgänge und Calcitgänge (bis 3cm) eingeschaltet.

8.4. Bohrkern Z2

Der obere Teil der Bohrkernes Z2 besteht aus Melanephelinit bis zu einer Teufe von 132.3 m (Abb.8.5). Innerhalb dieses Melanephelinitkörpers sind Carbonatitgänge mit einer Mächtigkeit von bis zu 0.5 m. Brekzien mit einer Mächtigkeit bis zu 2 m bestehen aus Calcit und Melanephelinit. Syenite mit einer Mächtigkeit von einigen Dezimeter sind eingeschaltet. In einer Teufe von 117.5 m tritt ein Dunitkörper auf. Der untere Teil des Bohrkernes besteht aus Dunit mit Einschaltungen von Carbonatiten, Pyroxeniten und Melanepheliniten. Die Dimensionen der Carbonatitgänge erreichen 10 cm und die der Clinopyroxenite bis 20 cm.

Das Auftreten des Dunites ist wohl auf die Nähe des Bohrkernes Z2 zum Guli Dunit Komplex zurückzuführen (Abb. 8.1. Lage der Bohrkern).

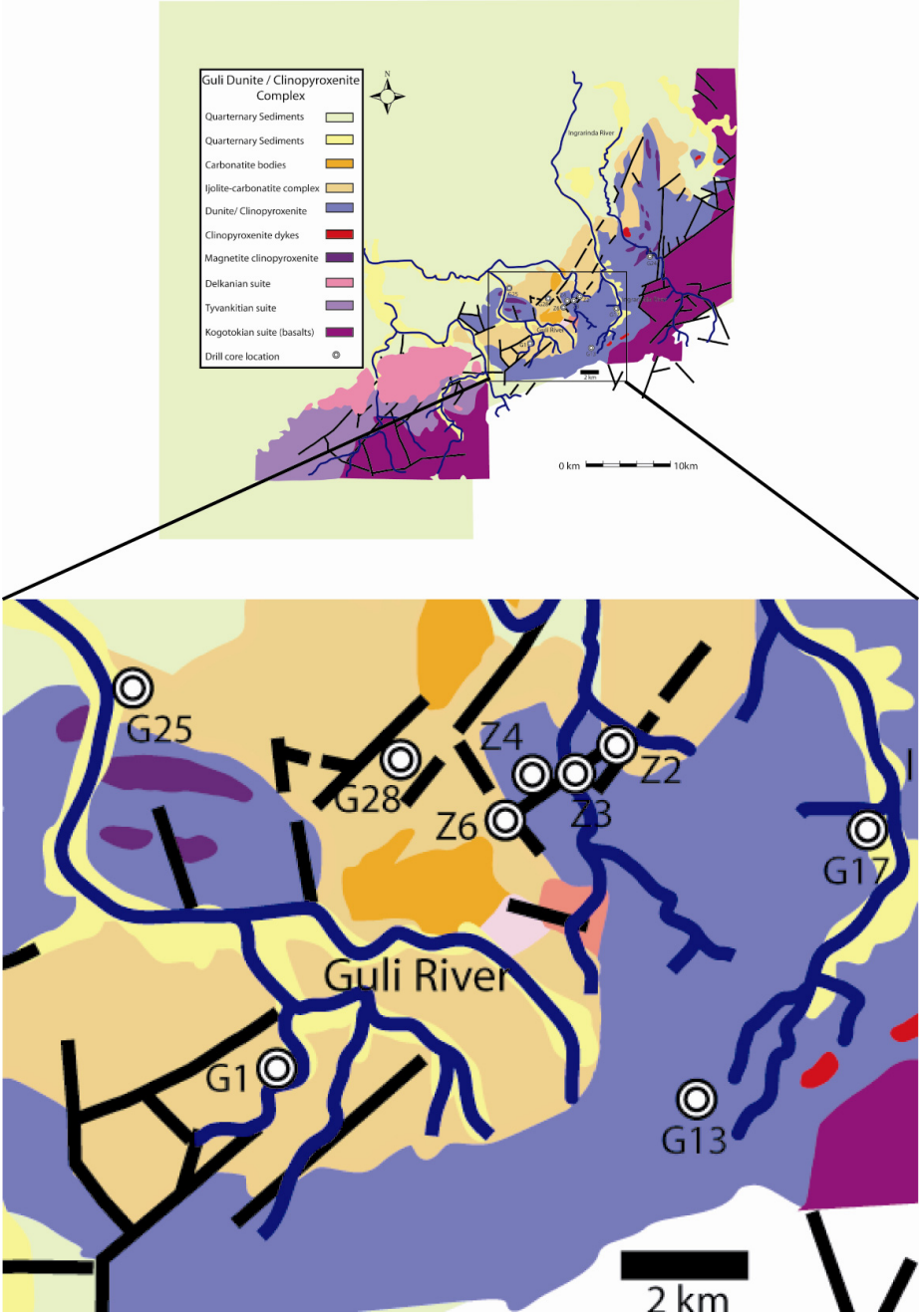


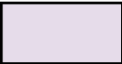


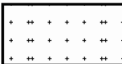
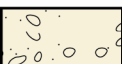
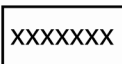

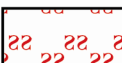



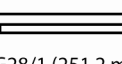
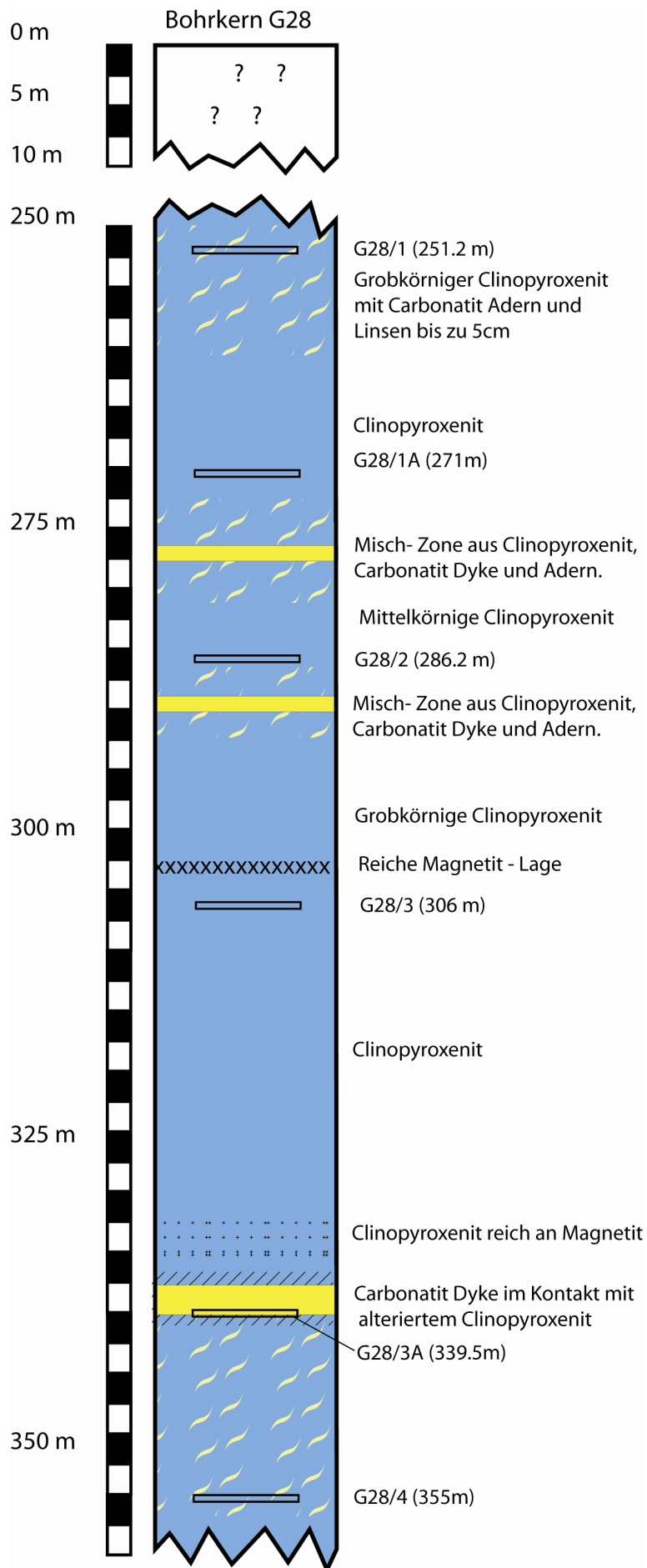
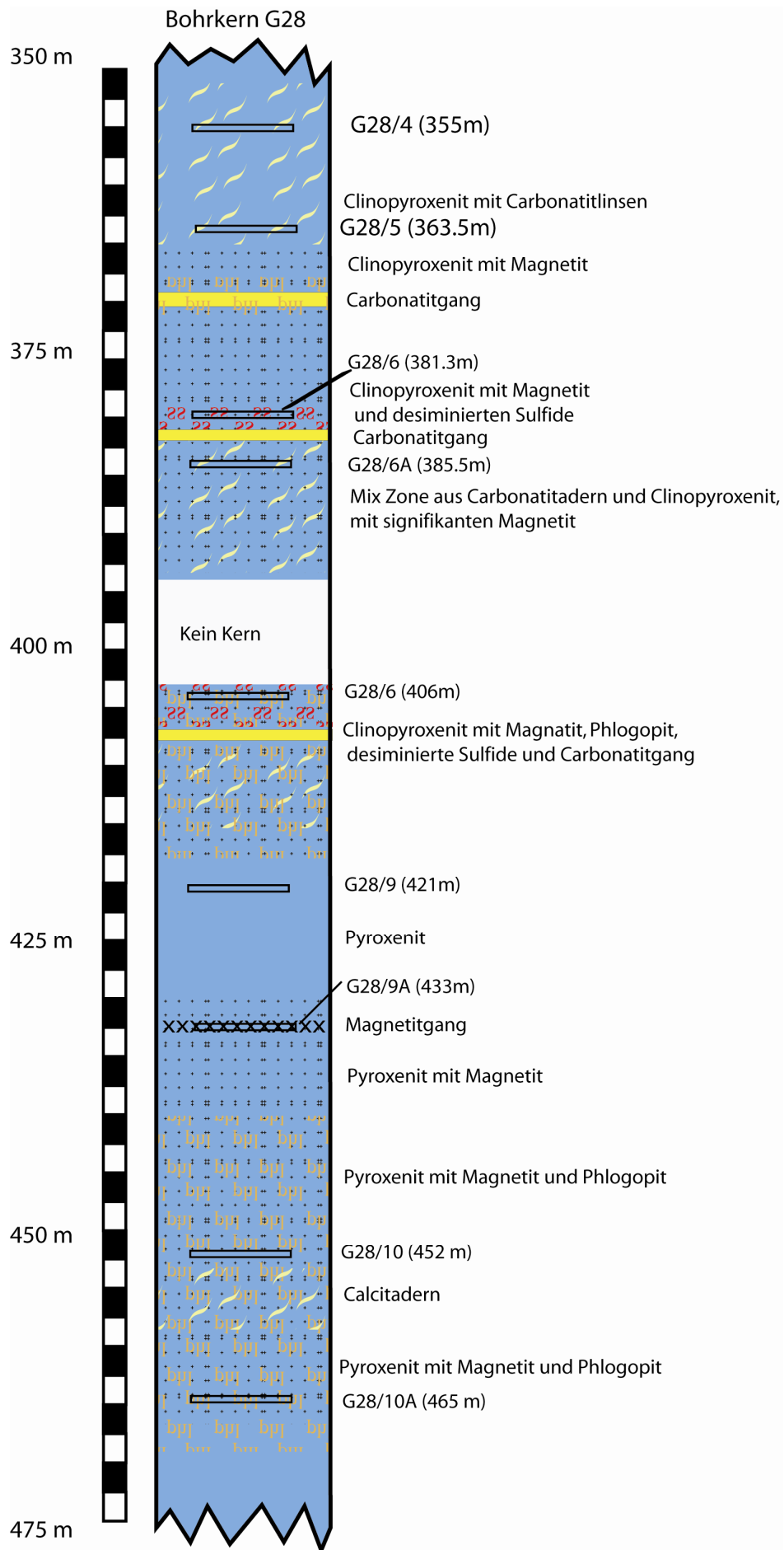


Abb. 8.1. Karte der Bohrkernpositionen im Guli Massiv.

LEGENDE

	Mittel bis grobkörnige Dunite		Unregelmäßige Calcitadern
	Schwarze bis dunkelblaue, feinkörnige mit Olivinphenonkristalle, Nephelinit.		Gestein reich an Phlogopit
	Pyroxenit		Significant reich an Magnetit
	Syenitgang		Fast reine Magneti
	Carbonatitgang		Signifikant reich an Sulfide
	Metasomatik Brekzie		Alterationszone
	Brekzie		Probenname Teufe





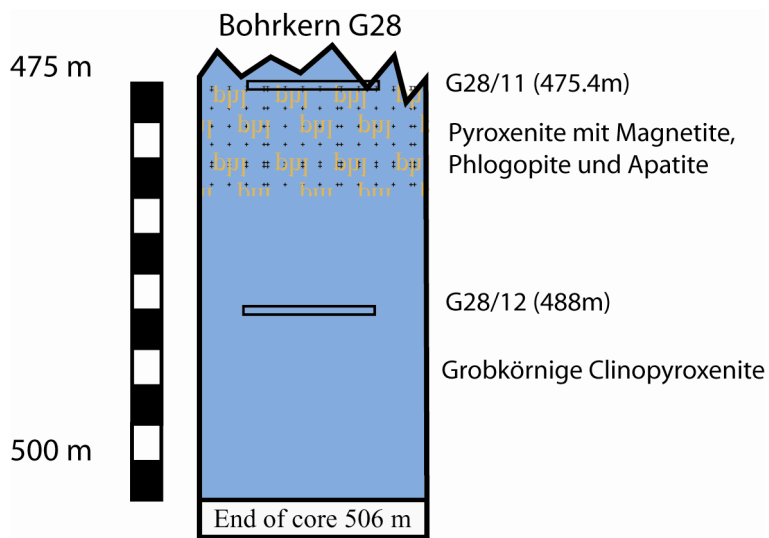
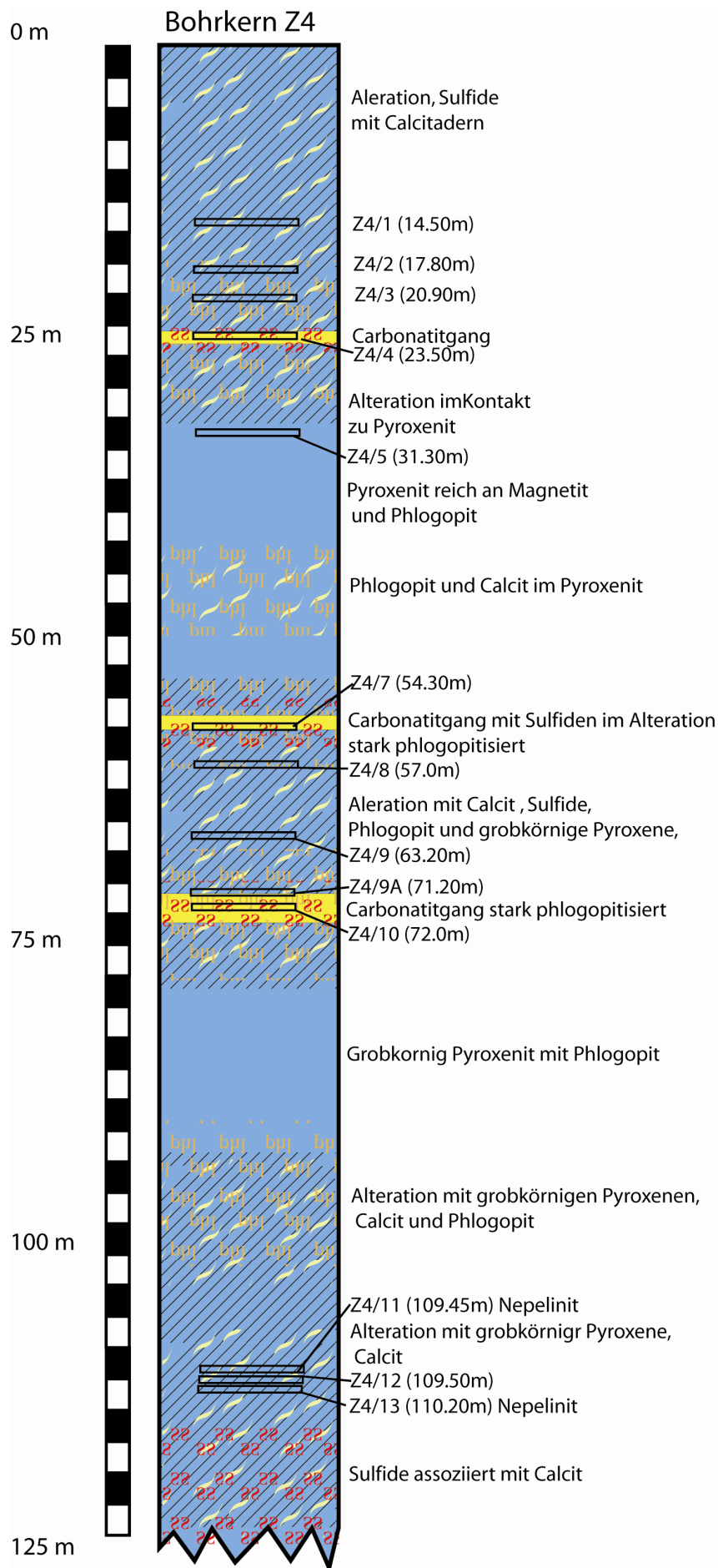


Abb.8.2. Säulenprofil des Bohrkernes G28.



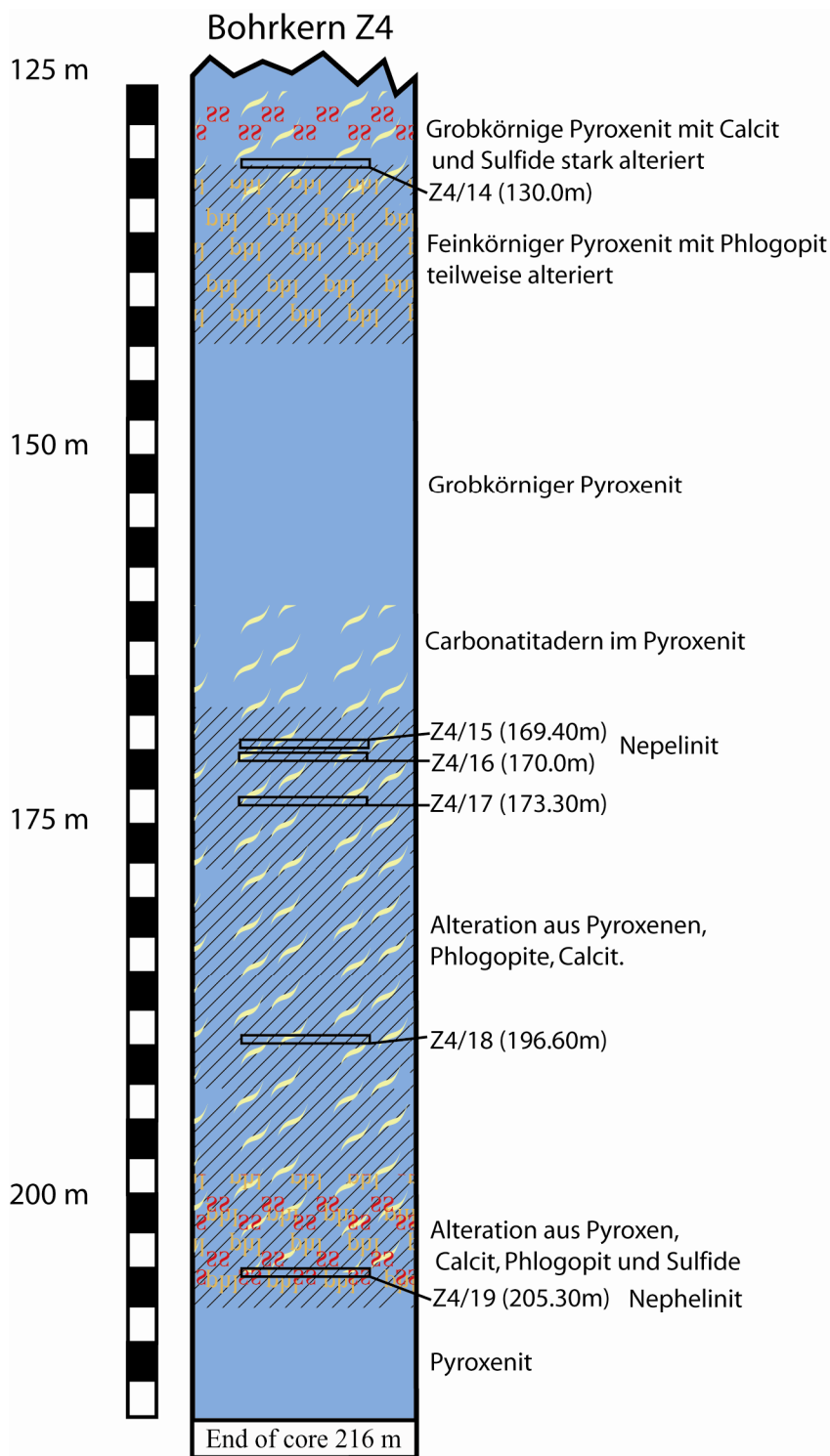
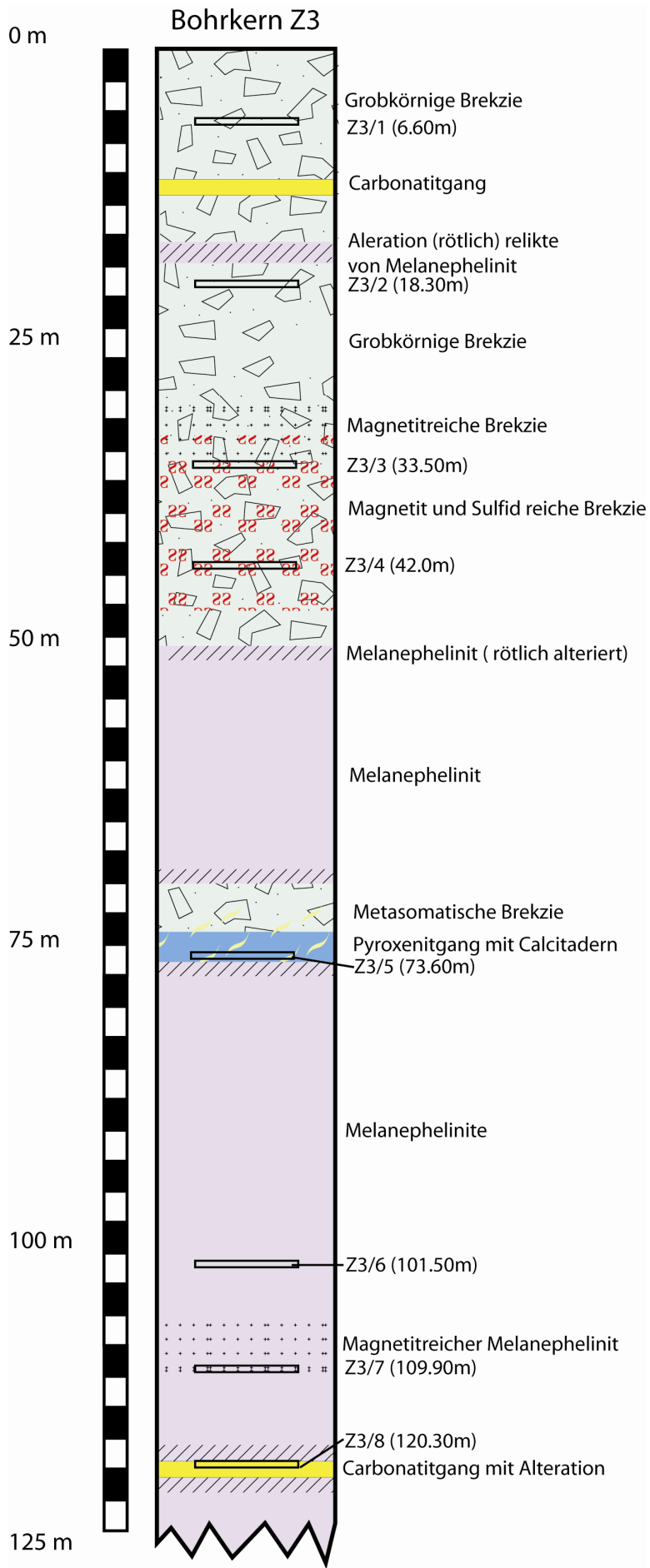


Abb.8.3. Säulenprofil des Bohrkernes Z4.



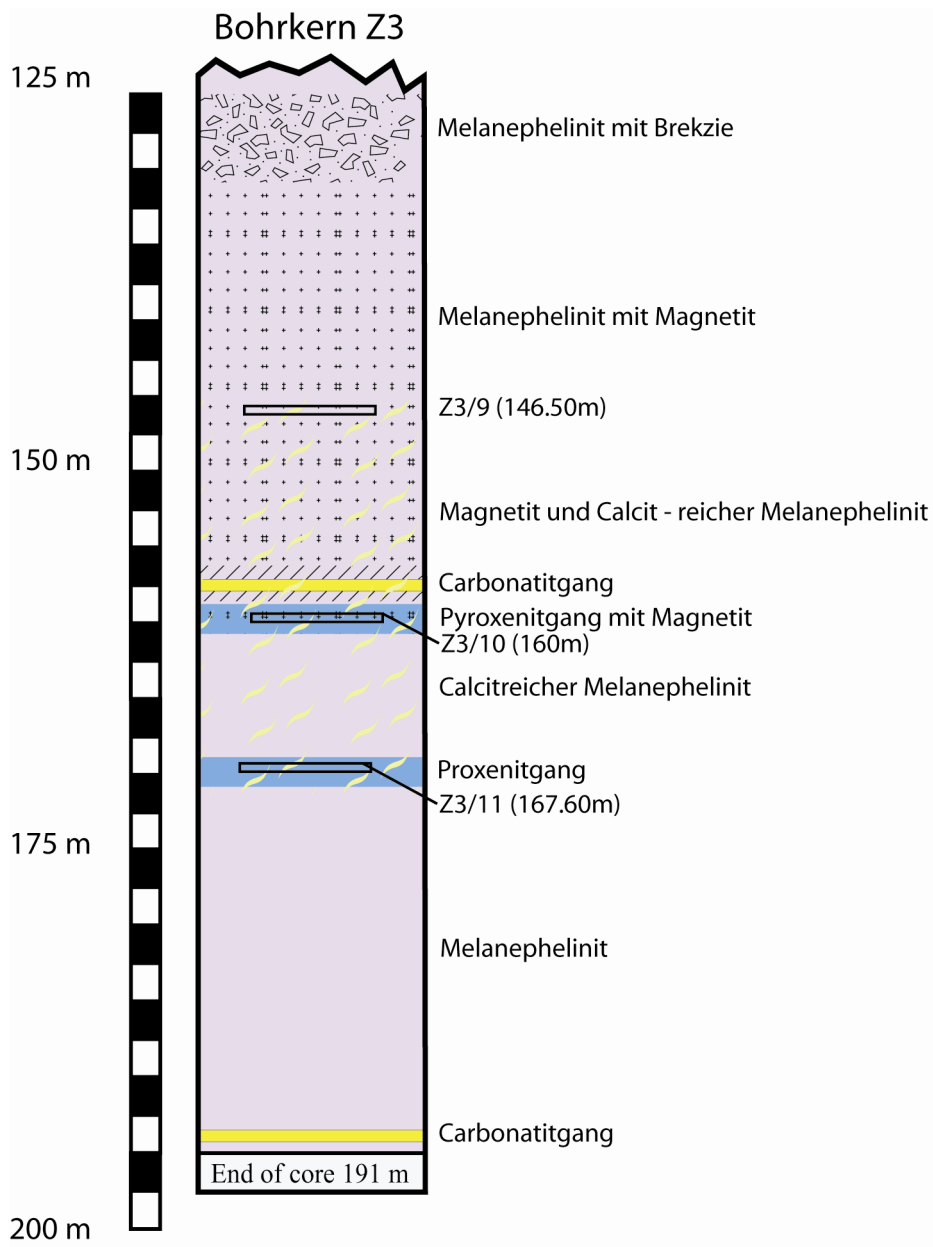
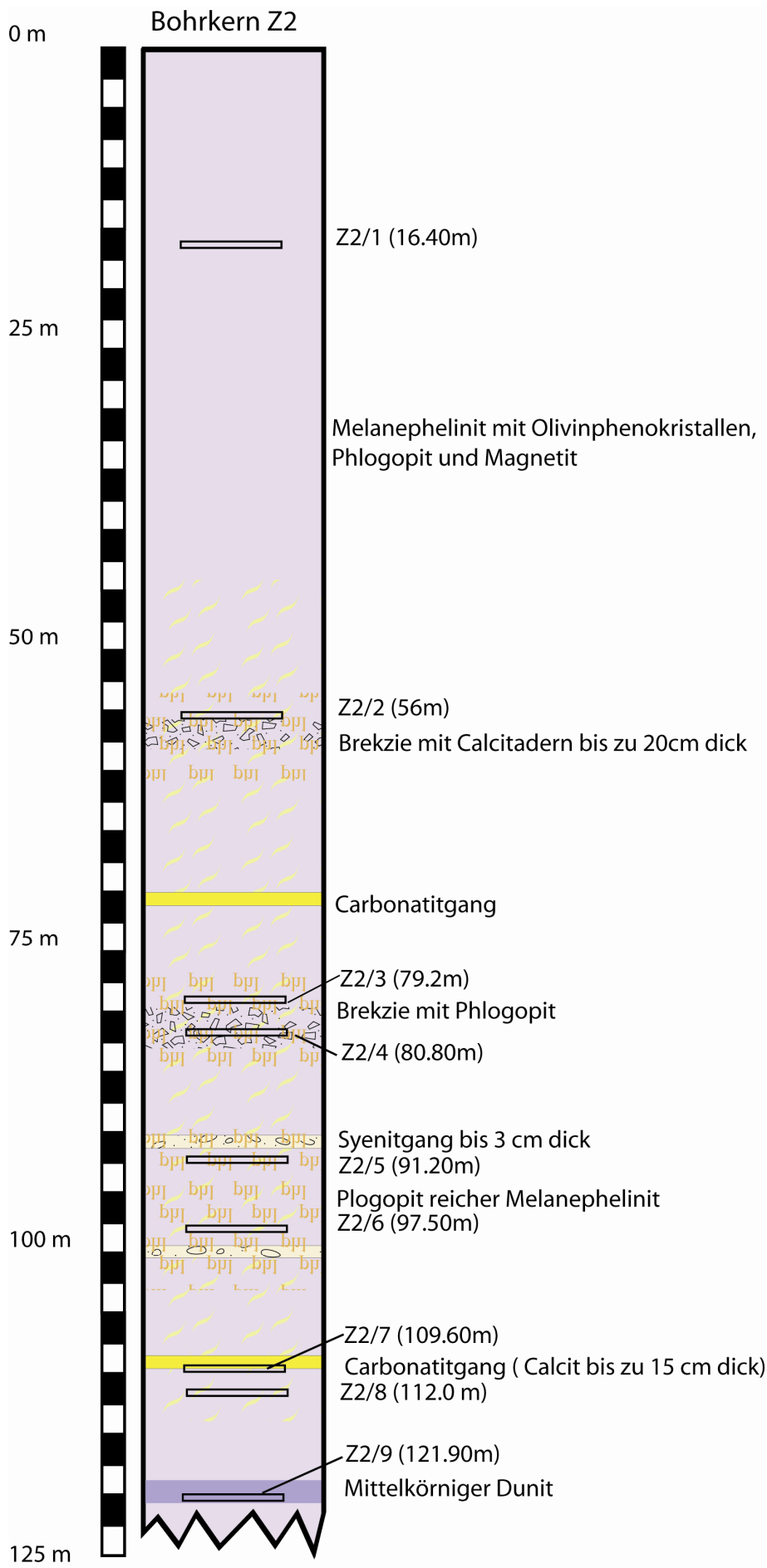


Abb.8.4. Säulenprofil des Bohrkernes Z3.



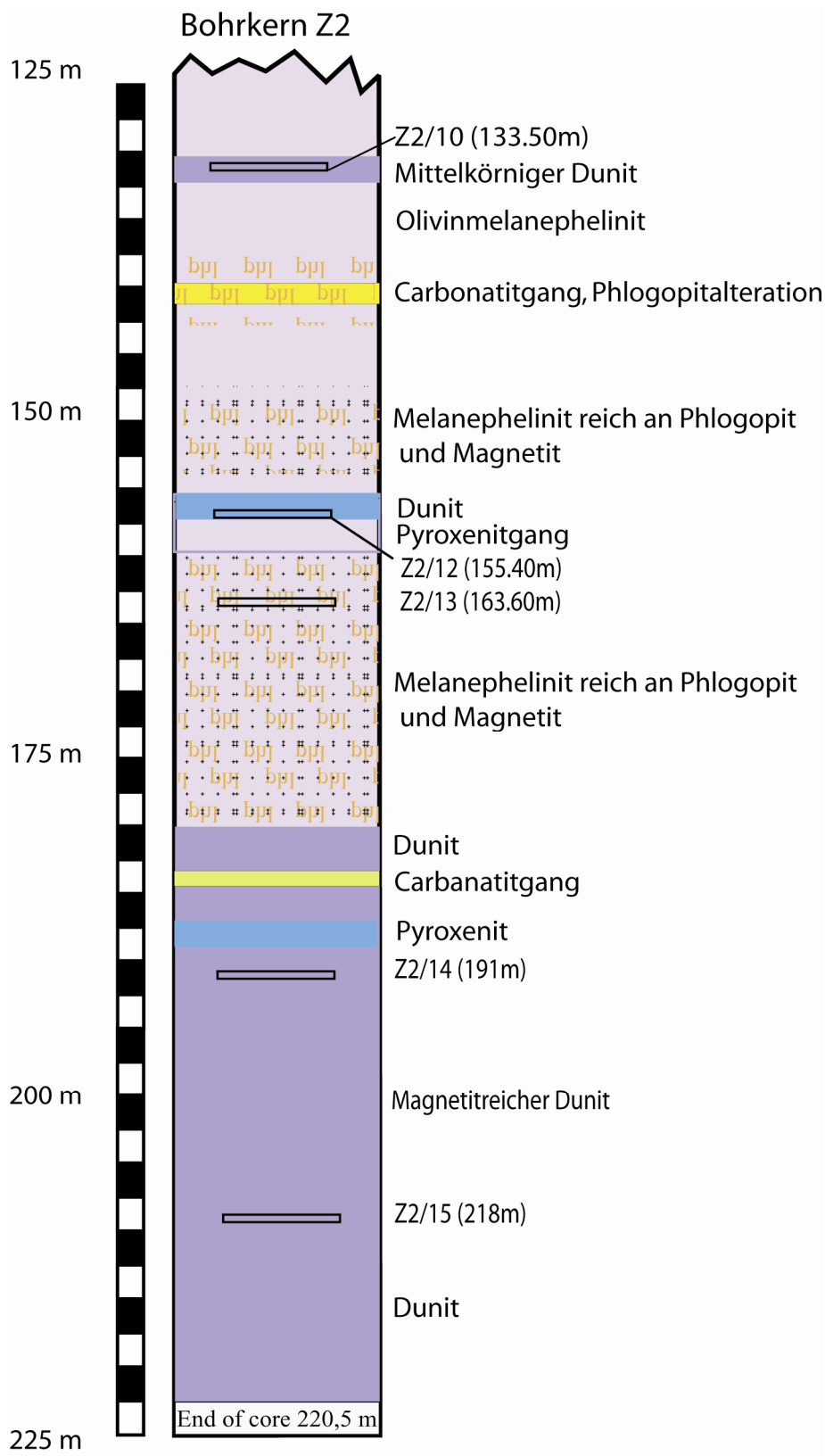


Abb.8.5. Säulenprofil des Bohrkernes Z2.

9. PETROGAPHIE UND MINERALCHEMIE

9.1. Bohrkerne G28

Clinopyroxen (Diopsid-Augit)

Der Clinopyroxenit zeigt unter dem Mikroskop deutliche, sekundäre Überprägung. Der Clinopyroxenit tritt gangförmig als Dyke, oder als linsenartige Stöcke auf. Das noch erkennbare primäre, magmatische Gefüge kann als grobkörnig, granular beschrieben werden. Das sekundäre, metasomatische Gefüge ist durch skelettartig vorliegende Mineralphasen charakterisiert. Weiters sind viele Flüssigkeiteinschlüsse zu beobachten. Der liegende Anteil des Bohrkerns kann als Ijolit (G28-6A) angesprochen werden.

Die auftretenden Clinopyroxene können als Diopsid-Augit sowie Ägirin, der gesondert behandelt wird, klassifiziert werden (Morimoto 1988, Abb.9.2).

Der Clinopyroxen (Cpx) als magmatische Mineralphase, ist grobkörnig und weist eine postmagmatische Deformation auf. Clinopyroxene enthalten oft primäre Phlogopit-Einschlüsse. Weiters konnten Einschlüsse von Apatit, Calcit, Perowskit, Magnetit, Ti-Granat, Sphene und Sulfide (BMS) beobachtet werden. Clinopyroxen ist teilweise verzwillingt und bildet mit Phlogopit manchmal orientierte Verwachsungen (Abb.9.10). Die postmagmatische Umwandlung in Clinopyroxen ist sehr komplex und zeigt sich unter dem Mikroskop als gelbgrüne "Flecken" (Abb.9.11) in Assoziation mit Chlorit, Zeolith, Amphibol (?) und Calcit. Diese Flecken wurden mit der Mikrosonde und dem Ramanspektrometer untersucht. Hierbei handelt es sich um Diopside, mit erhöhtem Ti-Gehalt. Die eingeschlossenen Phlogopite orientieren sich manchmal an der Spaltbarkeit der Clinopyroxene. Weiters ist häufig ein Zonerbau zu beobachten (Abb.9.1). Relikte primärer Clinopyroxene treten in einer Matrix aus Granat-Ägirine-Perowskit-Magnetit-Calcite auf (Abb.9.9). Die Clinopyroxene zeigen einen schwachen hellgrünen-grünen Pleochrismus, der stärker wird, je höher der Fe Gehalt ist.

Die grüne Farbe wird bei steigenden Fe Gehalt (bis 14.6 Gew.% FeO) in den unteren Bohrkernhorizonten (G28-8) deutlich intensiver. Mangan erreicht im Cpx Konzentrationen bis 0.47 Gew.% MnO. Clinopyroxene zeigen Chrom- und Nickelgehalte von unter 0.09 Gew.% Cr₂O₃, und <0.11 Gew.% NiO. Titangehalte reichen bis 1.52 Gew.% TiO₂ und Al₂O₃ bis 2.79 Gew. % (Abb.9.3). Magnesium erreicht in den oberen Horizonten des Bohrkerns eine maximale Konzentration von 19.08 Gew.% MgO, die niedrigsten Werte in der Probe

G28-6 liegen bei 11.30 Gew.% MgO. XMg der Clinopyroxene reicht von 62 bis 96 und lässt sich nicht mit dem des Gesamtgesteinschemismus korrelieren. Dies lässt sich durch vorhandene, eisenhaltige Mineralien wie Ilmenite, Ägirine, Fe-Ti-Granat im Clinopyroxenit erklären.

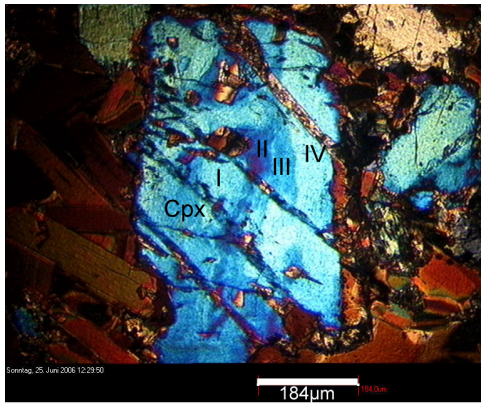


Abb.9.1: Mikroskopaufnahme unter gekreuzter Stellung der Polarisatoren. Zonarbau des Clinopyroxens. Zone I entspricht Cpx Kern, Zone IV entspricht Cpx äußerer Rand (nähere Erläuterung siehe Text).

Der Zonarbau im Cpx, illustriert in Abbildung 9.1, ist sehr komplex. Er ist durch eine Zunahme des FeO-, Na₂O- und TiO₂-Gehaltes bei gleichzeitiger Abnahme von MgO und CaO gekennzeichnet (Zonen I bis III, Tab.34.1 und 34.2, siehe Anhang). Der äußerste Rand (Zonen IV bis V) des Cpx ist durch eine Zunahme von MgO, signifikant CaO, bei gleichzeitiger Abnahme von FeO, Na₂O und TiO₂ charakterisiert (Tab.34.1 und 34.2, siehe Anhang).

Ägirine

Ägirine bilden idiomorphe, prismatische und tafelige Kristalle in einer calcitischen Matrix. Ägirin erscheint in einem radialstrahligen Gefüge, welches sehr oft mit Sphen, Perowskit und Ti-Granat zusammen vorkommt. Der Titangehalt ist mit bis zu 3.89 Gew.% TiO₂ als hoch anzusprechen. Die Kristallisation der Ägirine in einer Calcitmatrix, und der hohe Titangehalt sprechen für eine sekundäre Entstehung des Minerals.

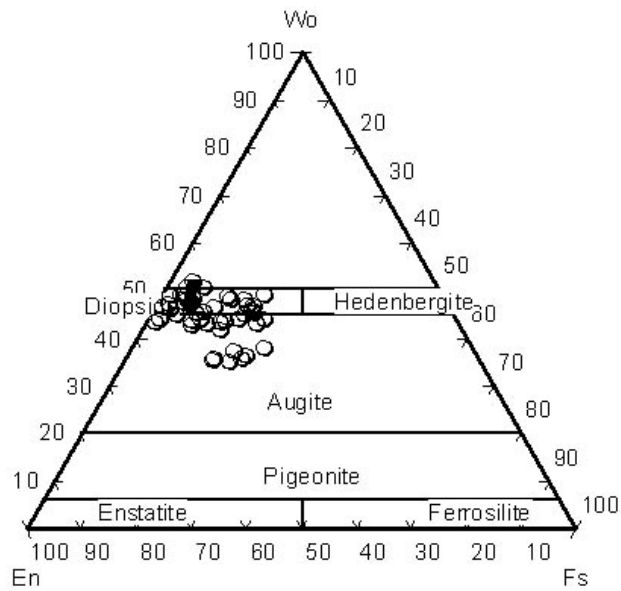


Abb.9.2. Clinopyroxene des Bohrkernes G28 klassifiziert nach Morimoto (1988).

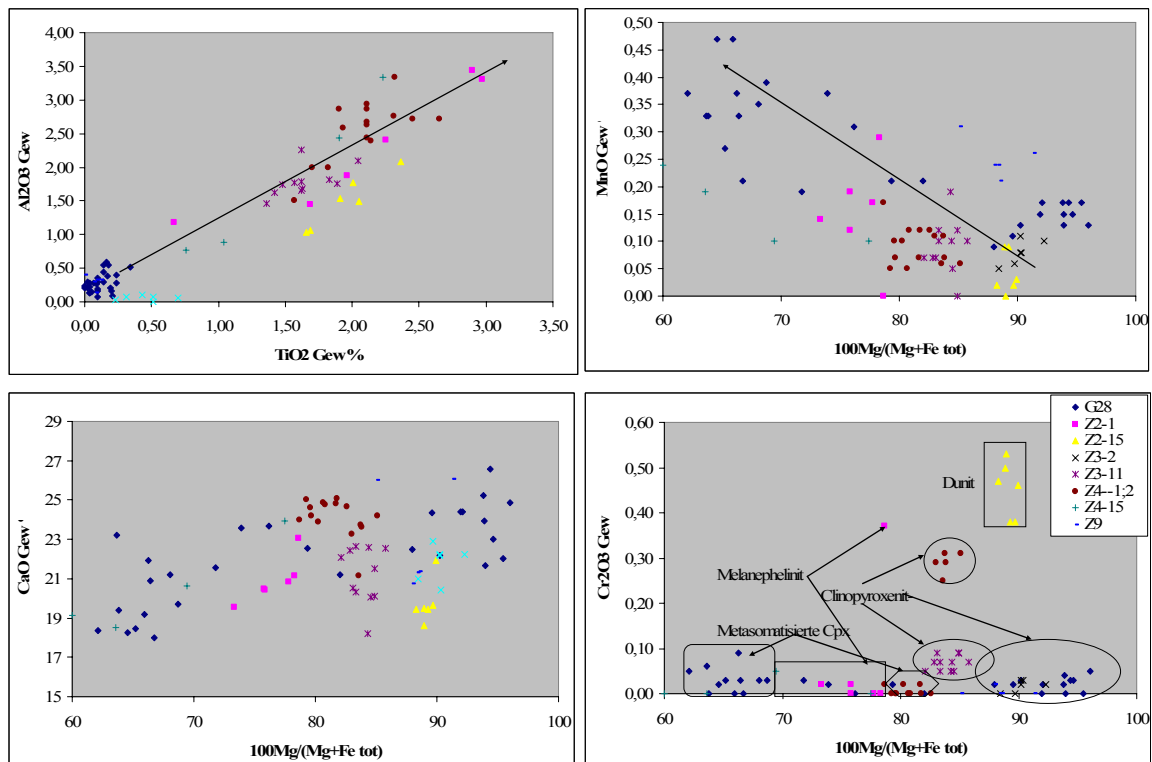


Abb.9.3. Geochemische Charakteristika der Clinopyroxene der Bohrkern G28, Z4, Z3 und Z2, im Vergleich.

Phlogopit

Zwei Phlogopit - Generationen können unterscheiden werden:

1. primär magmatisch
2. metasomatisch neu gebildet (sekundär)

Primäre magmatische Phlogopite bilden grobkörnige Blasten, die häufig postmagmatisch deformiert wurden. Kleine eingeschlossene Phlogopite in Clinopyroxenen (Abb.9.9) weisen

dieselbe chemische Zusammensetzung wie grobkörnige Phlogopite auf und sind als primär magmatisch anzusehen. Primäre Phlogopite zeigen Zonarbau und eine sehr gute Spaltbarkeit, an die häufig darin eingeschlossene Sulfide (Abb.9.14) gebunden sind. Primäre Phlogopitrelikte erscheinen teilweise skeletal in der metasomatischen Calcitmatrix zusammen mit Apatit und Ägirin.

Die Eigenfarbe (bzw. der Pleochroismus) von Phlogopit erscheint im Durchlicht braun, bei erhöhten Mg-Gehalten tief braun, und bei höheren Eisengehalten hell braun.

Postmagmatisch alterierte Phlogopite sind teilweise in Chlorite, Zeolithe (Analcim und Chabasit, Abb.9.7) umgewandelt worden.

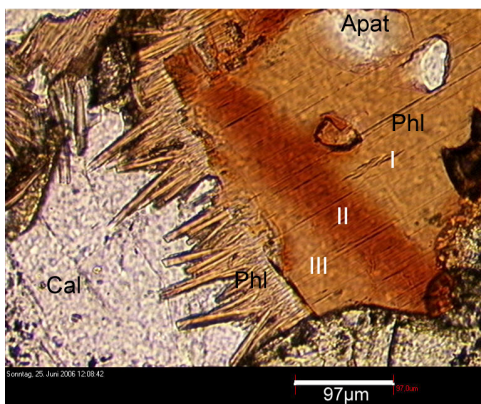


Abb.9.4: Mikroskopaufnahme unter paralleler Stellung der Polarisatoren. Zonarbau im Phlogopit. Zonen I durch postmagmatische Prozesse verursacht und am Rand neugebildet Phlogopit.

In Abbildung 9.4 ist der komplexe Zonarbau im Phlogopit dokumentiert. Dieser ist vom Kern zum Rand durch Zunahme von MgO und Abnahme der Elemente Ti, Fe und K definiert (Abb 9.5, Tab.41, 42 und 43, siehe Anhang.).

Sekundäre Phlogopite bilden kleine euhedrale Kristalle in der Calcitmatrix (Abb.9.12). Weiters konnten sekundäre Phlogopitkristalle, mit steilem Winkel auf der Randzone von primären Phlogopiten aufgewachsen (Abb.9.4), beobachtet werden. Unterschiede in der Zusammensetzung sind nicht signifikant, jedoch zeigen die sekundäre Phlogopite einen erhöhten Si-Gehalt. Die Mangankonzentration erreicht Werte bis 0.62 Gew.% MnO. Der Eisengehalt nimmt mit der Bohrkern-teufe langsam zu. Das Maximum wurde in der Probe G28-8 (406 m Teufe, siehe Abb.9.17) mit einem Gehalt von 22.07 Gew.% festgestellt FeO. Phlogopite und Clinopyroxene haben bei gleicher Bohrkernposition höhere Eisengehalte.

Beide Phlogopitgenerationen (primäre und sekundäre) sind an Chrom abgereichert. Der höchste gemessene Chrom-Gehalt lag unter 0.05 Gew.% Cr₂O₃. Titan hat eine maximale Konzentration von 2.79 Gew.% TiO₂.

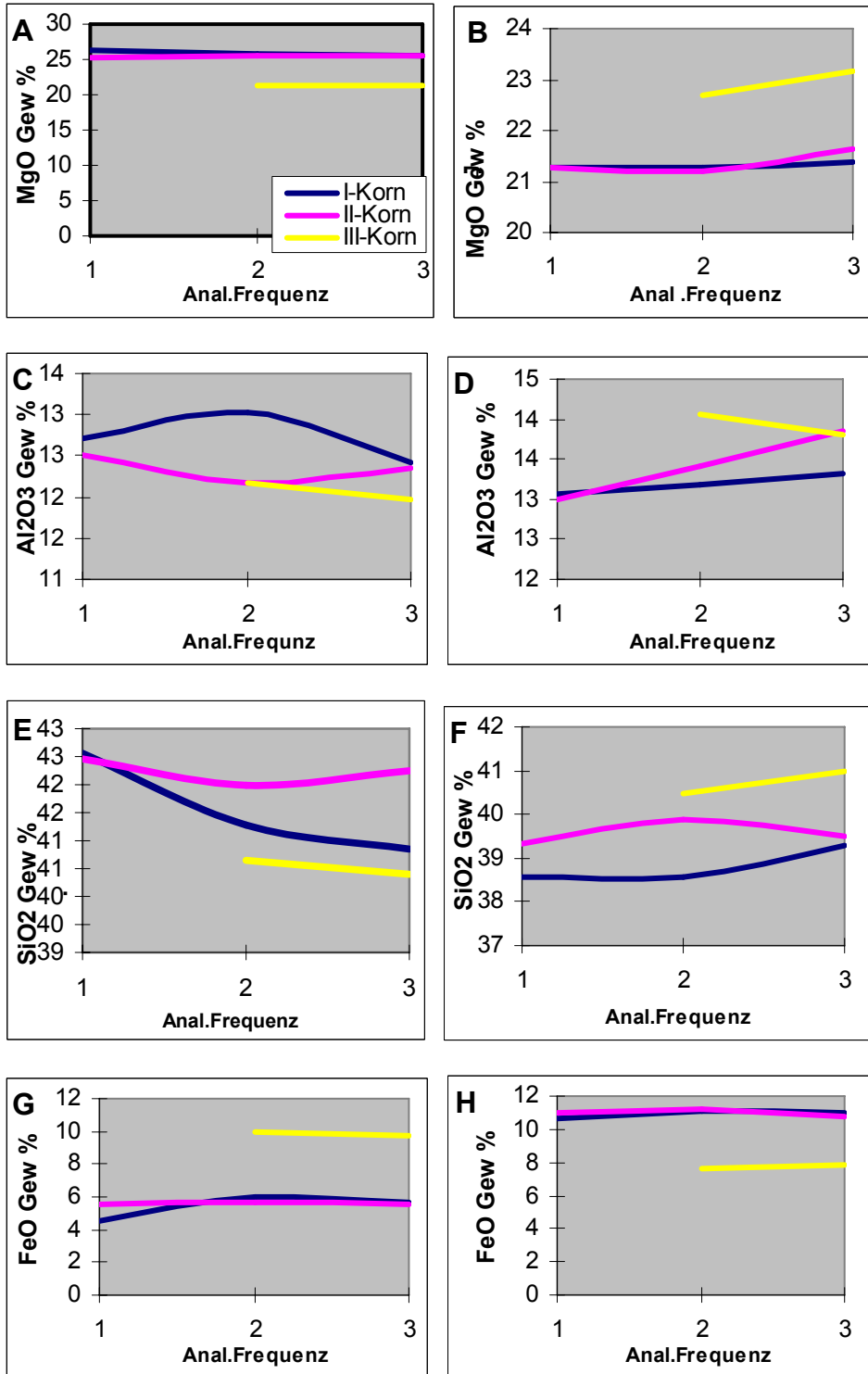


Abb.9.5: Phlogopitzonen: A, C, E, G-äußere Zone (Rand), B, D, F, H-innere Zone (Kern).

Ti-Granat (Melanit-Schorolomite)

Ti-Granate sind typisch für hohe Temperaturen im Kontaktbereich von Carbonatiten und Ultramafiten. Die chemische Formel kann allgemein mit $\text{Ca}_3(\text{Ti,Fe})_2(\text{SiO}_4)_3$ beschrieben werden. Zu den Ti-reichen Granaten gehört die Andradit Familie bzw. Melanit-Schorolomite. Die Eigenfarbe ist hellbraun bis dunkelbraun in Abhängigkeit vom Ti Gehalt im Kristallgitter. Bei sehr hohem Titangehalt zeigen Granate eine tief dunkelbraune bis schwarze Eigenfarbe. In den Gesteinen des Kernes G28 treten Ti-Granate einerseits als grobkörnige, meist zonare Blasten auf, andererseits, als anhedrale Einschlüsse im Clinopyroxen. Grobkörnige Ti-Granate treten meist zusammen mit Perowskit, teilweise mit Sphen, Ägirin, Magnetit, Calcit und Sulfiden auf. Clinopyroxene und Phlogopite erscheinen manchmal in Form von Relikten in einer Matrix aus Ti-Granaten.

Die Konzentrationen von Titan liegen zwischen 2.67 und 16.34 Gew.% TiO_2 . Beim Fe-Gehalt schwanken die Konzentrationen von 3.21 bis 30.27 Gew.% FeO (Abb.9.6). Die Konzentration an Mangan und Magnesium reichen bis 1.6 Gew.% MgO , bzw 0.31 Gew.% MnO (Tab.47-48, siehe Anhang).

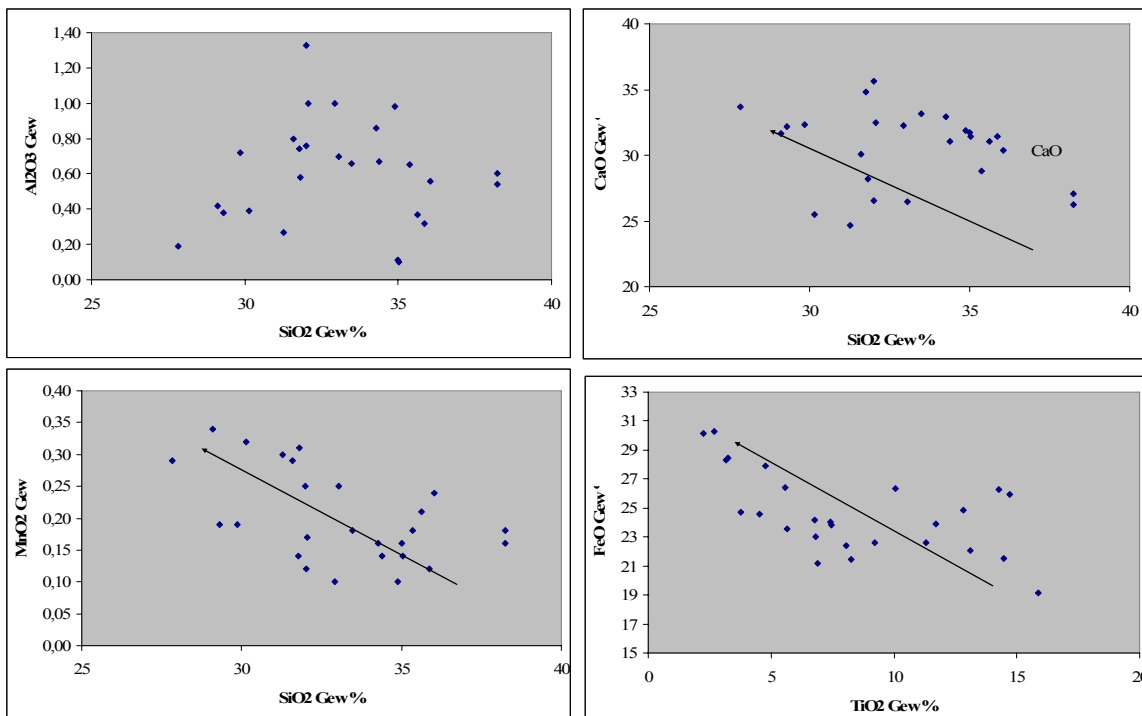


Abb.9.6. Geochemische Charakteristika der Ti-Granate im Bohrkern G28.

Apatit

Mikroskopisch sind zwei Generationen von Apatit zu unterscheiden. Die erste Apatitgeneration bildet grobkörnige Kristalle, die postmagmatisch deformiert wurden. Innerhalb der Deformation ist der Apatit mit Calcit, Magnetit und Sulfiden assoziiert.

Bei der zweiten Apatitgeneration liegen idiomorphe, nicht deformierte Minerale vor. Die hexagonalen und idiomorphen Körner kommen häufig mit Calciten vor. Im Phlogopit eingeschlossene Apatite bilden eine Reaktionssaum.

Beide Apatitgenerationen wurden mittels Elektronenstrahlmikrosonde untersucht, waren jedoch chemisch nicht unterscheidbar. Die Apatite beider Generationen wurden auf REE hin untersucht.(siehe Kapitel. 10.). Bei der Untersuchung am Ramanspektrometer konnten die Minerale als Hydroxylapatit identifiziert werden.

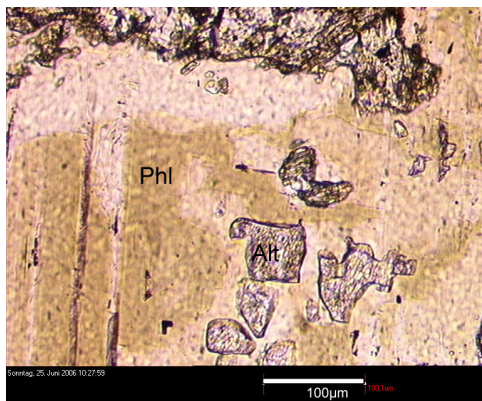


Abb.9.7. Mikroskopaufnahme unter paralleler Stellung der Polarisatoren. Alterierte Phlogopite (Phl) im Zentrum und am Rand (Probe G28-1).

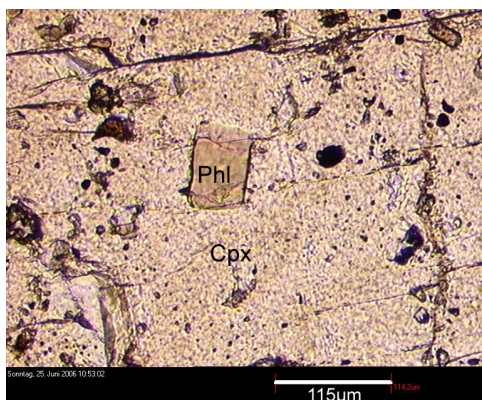


Abb.9.8. Mikroskopaufnahme unter paralleler Stellung der Polarisatoren. Poikilitisch eingeschlossener Phlogopit im Clinopyroxen (Probe G28-2).

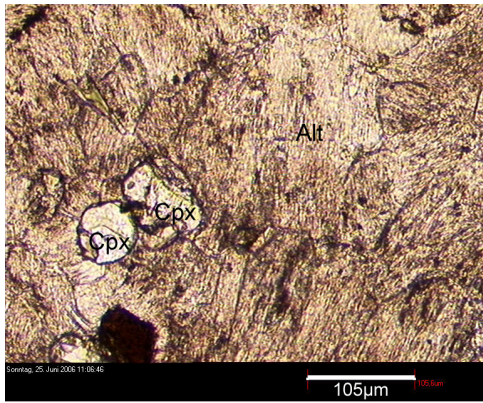


Abb.9.9. Mikroskopaufnahme unter paralleler Stellung der Polarisatoren. Clinopyroxenrelikte in einer Alterationsmatrix, aus der Alterationszone treten Chlorit, Calcit und Zeolithe (Probe G28-2).

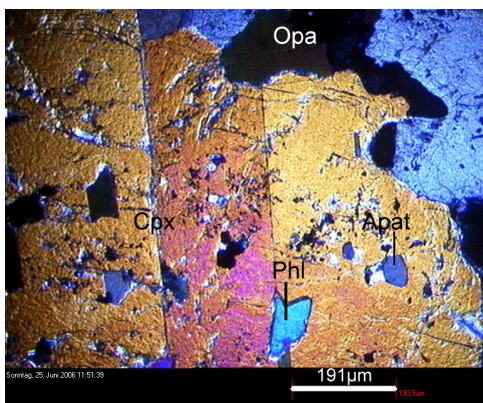


Abb.9.10. Mikroskopaufnahme im Durchlicht unter gekreuzter Stellung der Polarisatoren. Einschlüsse von Apatit und Phlogopit in den verzwilligten Clinopyroxenkristallen (Probe G28-2).

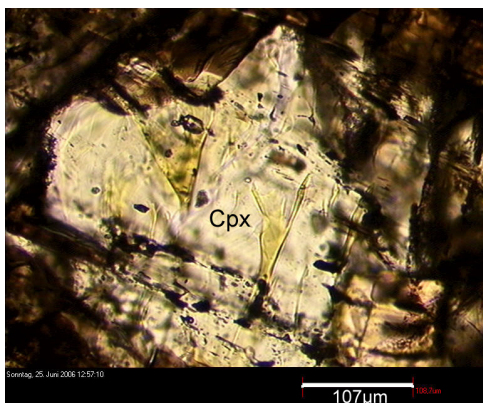


Abb.9.11. Mikroskopaufnahme im Durchlicht unter paralleler Stellung der Polarisatoren. Grün-gelbe Flecken die durch Fluide im Clinopyroxen verursacht wurden. Die Flecken erhalten in ihrer Zusammensetzung höhere Ti-Gehalte als die Matrix (Probe G28-2).

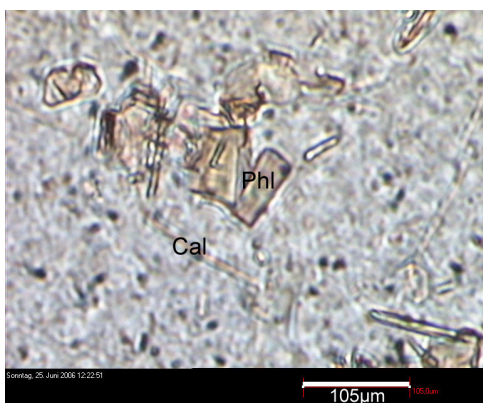


Abb.9.12. Mikroskopaufnahme im Durchlicht unter gekreuzter Stellung der Polarisatoren Sekundär gebildeter Phlogopit in Calcit Matrix (Probe G28-8).

Sphene

Sphene sind im Clinopyroxenit nur akzessorisch vertreten, meistens in Verbindung mit Perowskit, Ti-Granat und Ägirin. In der Calcitmatrix bilden Sphene oft subhedrale Kristalle, vergesellschaftet mit Ägirin und Ti-Granat.

Sphene wurden ebenfalls an der Elektronenstrahlmikrosonde auf REE untersucht. Der gesamte REE Gehalt in den Sphenen liegt unter 0.20 Gew. % REE. Niob erreicht Konzentrationen bis 0.73 Gew.% Nb₂O₃, und weist eine negative Korrelation mit Titan auf. Die Konzentrationen von Eisen erreichen maximal 2 Gew.% FeO. Na₂O Gehalte reichen bis 1.64 Gew.%. Im Vergleich zu anderen REE Mineralträgern weisen Sphene eine Sr Konzentration von unter 0.13 Gew.% Sr₂O₃ auf.

Oxide

Folgende Oxide konnten mikroskopisch und mikroanalytisch im Clinopyroxenit identifiziert werden: Perowskit, Magnetit, Ti-Magnetit, Ilmenit und Rutil.

Perovskite

Perovskite sind oft in Phenokristallen ehemaliger Clinopyroxene und Phlogopite eingeschlossen. Sie kristallisierten am Rand der Primärmineralphasen aber auch in Bereichen postmagmatischer Deformationen. In diesen Bereichen ist Perowskit häufig mit Ti-Granat, Apatit, Sphen, Calcit, Magnetit und Sulfiden vergesellschaftet. Der Kristallisationsabfolge entsprechend wachsen Ti-Granate in Zentrum und am Rand Perovskite. In einigen Schliffen wurde aber die gleichzeitige Kristallisation beider Minerale beobachtet. Eine Zonierung der Perovskite, definiert durch die unterschiedliche Intensität der braunen Farbe, ist unter dem Mikroskop sichtbar und durch den REE Gehalt manifestiert. Die Kernbereiche der Perovskite sind signifikant an LREE im Vergleich zum Randbereich angereichert (Abb.10.) Perowskit ist weiters durch häufige Viellingsbildung gekennzeichnet.

In Perovskiten wurden einige Gew.% von Nb, Mg, Fe, Na und REE analysiert (siehe Kap. 10.). Ti ist teilweise durch Nb, Fe und Mg ersetzt. Nb Gehalte erreichen Konzentrationen bis 1.32 Gew.% Nb₂O₃. Calcium wurde von Natrium bis zu einem Gehalt von 1.97 Gew. %

Na₂O ersetzt. Die Gehalte an FeO reichen bis 1.21 Gew.%, die Werte für MgO bis 0.45 Gew.%.

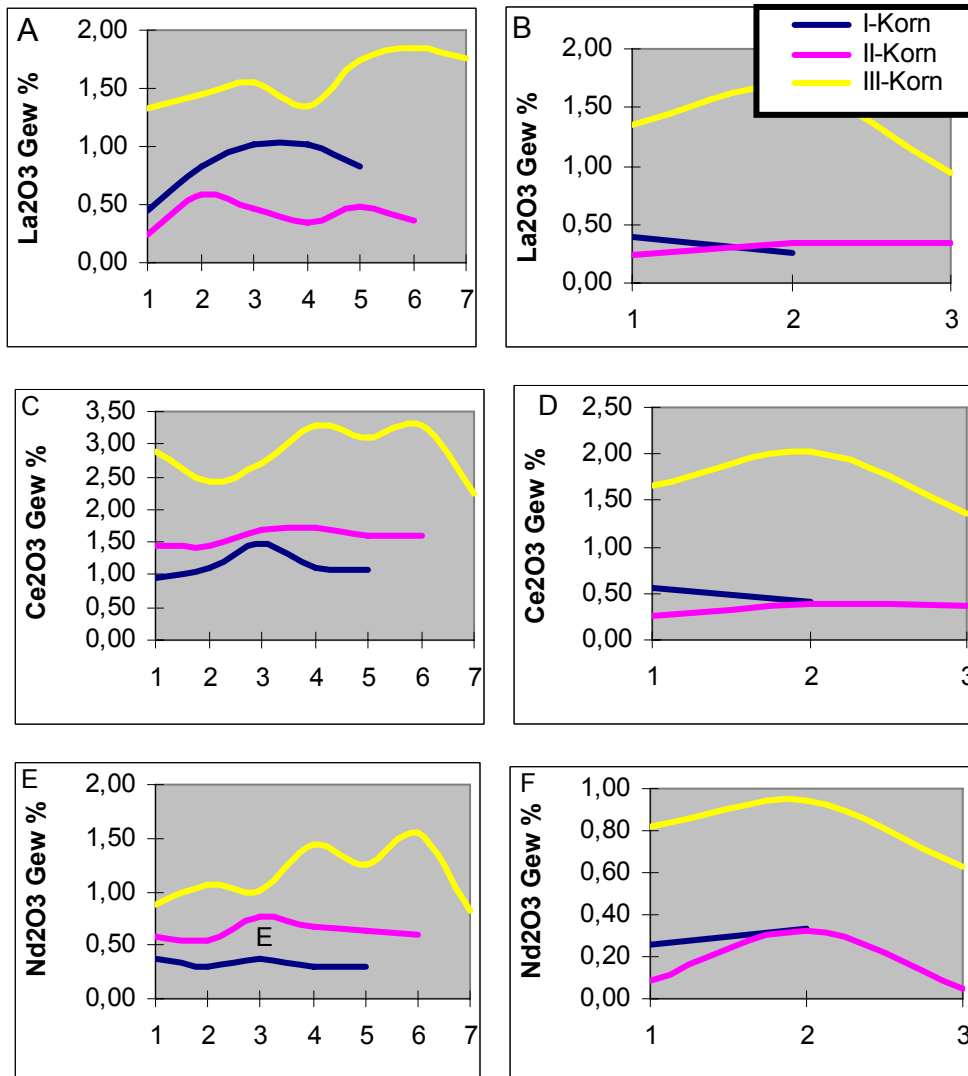


Abb.9.13: Zonen in Perowskiten, Innere Zone -A, C, E, äußere Zone- B, D, E.

Magnetit

Zwei Generationen von Magnetit sind im Clinopyroxenit zu unterscheiden:

Die erste Magnetitgeneration bildet grobkörnige Phenokristalle, welche postmagmatisch deformiert wurden. In den Deformationsräumen finden sich Sulfide und Calcit. Relikte der Primärminerale wie Cpx und Phlogopit sind in Magnetiten der ersten Generation

eingeschlossen. Magnetit ist mit Ti-Granat und Perowskit in der Kristallisationsabfolge gleichzeitig kristallisiert. Die chemische Zusammensetzung ist durch TiO_2 –Gehalt von 1.6 bis 4 Gew. % TiO_2 charakterisiert.

Magnetite der zweiten Generation sind fast reine Magnetite, (TiO_2 –Gehalt liegt unter 1 Gew.%), die mit Sulfiden vergesellschaftet sind. Sie sind feinkörnig und kristallisieren in metasomatischen Kontaktbereich sowie in Deformationsräumen primärer Mineralien.

Magnetit wird von Perowskit, Ti-Granat, Ägirin, Calcit und Sulfiden begleitet.

Sulfide

Im Clinopyroxenit wurden zwei Sulfidgenerationen beobachtet. Zur ersten Generation gehören BMS (Base Metall Sulfide), von sehr geringer Größe (unter $2\mu\text{m}$), welche in den Clinopyroxenen eingeschlossen sind.

Die Sulfide der zweiten Generation treten in der metasomatischen Kontaktzone und in Strörungsbereichen auf. Folgende sulfidische Mineralphasen konnten identifiziert werden: Pyrit, Chalcopyrit, Pyrrhotin, Spalerit und K-Sulfid (Djerfisherite).

Pyrit bildet xenomorphe bis idiomorphe Kristalle (Abb.9.15), welche sehr oft entlang der Spaltbarkeit von Phlogopit auftreten (Abb.9.14).

Pyrrhotin mit gut erkennbarer Spaltbarkeit, ist meist von Silikaten, reinem Magnetit, Calcit und Sulfiden umgeben. Entlang der Spaltbarkeit zeigt sich Umgewandlung in Pyrit (Abb.9.16).

Sphalerit ist durch außergewöhnlich hohen Gehalt an Eisen gekennzeichnet. Der Fe-Gehalt liegt bei etwa 10 Gew.% Fe (Marmatit).

Das K-Sulfid (Djerfisherit) ist ein typisches Skarnmineral und wurde nur im Bohrkern G28 und Z9 beobachtet und identifiziert. Djerfisherit ist unter Auflicht isotrop und zeigt hellbraune Reflexionsfarbe. Chemisch setzt sich das Mineral aus Ni, Cu, Fe und einer geringen Menge an Na zusammen. Bei Raumtemperatur oxidiert das Mineral sehr leicht. Der Kalium Gehalt liegt bei etwa 10 Gew.% K_2O (Zaccarini et al. 2007).

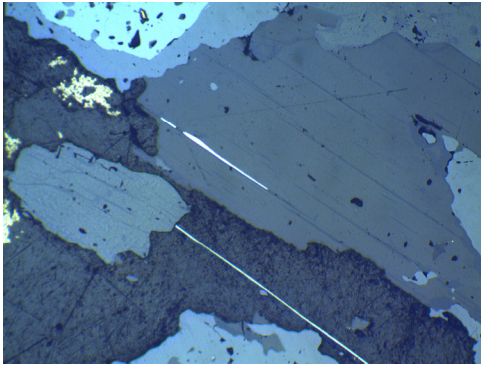


Abb.9.14. Mikroskopbild im Auflicht unter paralleler Stellung der Polarisatoren. Sulfide entlang der Spaltbarkeit von Phlogopit (Probe G28-1, Bildbreite entspricht etwa 1300 μ m).

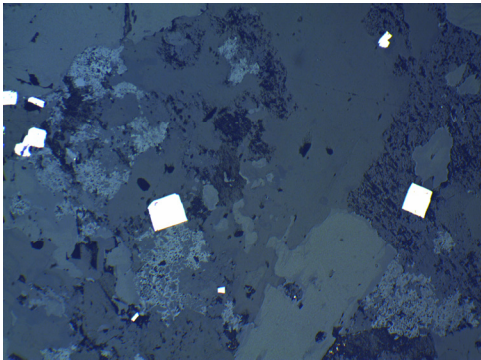


Abb.9.15. Mikroskopbild im Auflicht unter paralleler Stellung der Polarisatoren Idiomorphe Pyrite in einer Silikatmatrix (Probe G28-1A; Bildbreite entspricht etwa 1300 μ m).

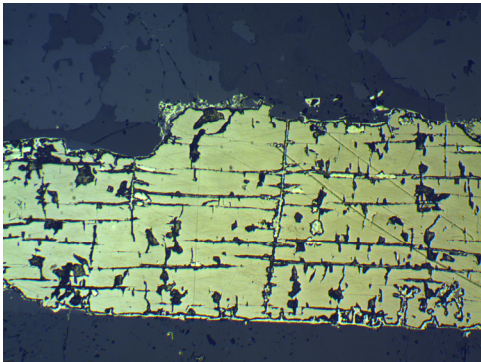


Abb.9.16. Mikroskopbild im Auflicht unter paralleler Stellung der Polarisatoren. Pyrrhotin mit deutliche Spaltbarkeit, teilweise in Pyrit umgewandelt (Probe G28-6 Bildbreite entspricht etwa 1300 μ m).

9.2 .Bohrkern Z4

Petrographie und Mineralchemie

Der Clinopyroxenit zeigt im Mikroskop ein granulares Gefüge und wurde in Probe Z4-1 postmagmatisch nahezu gänzlich alteriert. In der Alterationszone treten Phlogopit mit untergeordnet Calcit, Apatit, Magnetit und Sulfiden auf (Phlogopitisierung). Der Melanephelinit in den Partien des Bohrkernes zeigt im Mikroskop subvulkanischen Charakter. In der Probe Z4-8 wurde ein kryptokristallines Gefüge im Kontakt zwischen Vulkanit und Clinopyroxenit beobachtet.

Olivin

Olivin tritt in der Brekzie und im Clinopyroxenit auf. Olivin bildet mittel- bis grobkörnige Phenokristalle im Clinopyroxenit. Teilweise serpentinierte Olivinrelikte erscheinen in metasomatischen Brekzien wie in der Probe Z4-1.

Die XMg-Werte liegen zwischen 80 und 81.3 (Tab.29-30, siehe Anhang). Die NiO Gehalten liegen zwischen 0.20-0.34 Gew.%, der Gehalt an MnO schwankt zwischen 0.31-0.34 Gew.%.

Clinopyroxen

Clinopyroxene bilden die Hauptphase in der Probe Z4-2 (Clinopyroxenit, Abb.9.18). Reliktische Clinopyroxene finden sich in der metasomatischen Brekzie, teilweise in Amphibole umgewandelt. In den vulkanitischen Gesteinen bilden Clinopyroxene leistenförmige Phenokristalle in einem sehr komplexen Gefüge. Intersertale, intergranulare und subophitische Gefüge wurden in der Probe Z4-15 beobachtet (Abb.9.20 und 9.21).

Die XMg-Werte sind deutlich am höchsten im Clinopyroxenit mit 83-85. In den Brekzien liegen die XMg-Werte von Cpx zwischen 78.6 bis 82.6 und die niedrigsten Werte erreichen XMg-Werte von Cpx in Vulkanitgesteinen mit 60-77.5.

Die Aluminiumkonzentrationen reichen von 1.5-3.34 Gew.% Al_2O_3 , die MnO-Konzentration reicht bis 0.16 Gew.% und die TiO_2 -Konzentration bis 2.71 Gew.% (Abb.9.3). Der Chromgehalt erreicht im Clinopyroxenit Werte zwischen 0.25-0.31 Gew.% Cr_2O_3 , in metasomatischen Brekzien und Vulkanitgesteinen liegt dieser unter 0.05 Gew.% Cr_2O_3 . Natriumgehalte reichen in den Vulkanitgesteinen bis 2.88 Gew.% Na_2O gegenüber von max.

0.63 % in Clinopyroxeniten und metasomatischen Brekzien, in denen maximale Gehalte von 0.63 Gew.% feststellte wurden (Tab.31-38, siehe Anhang).

Damit zeigen die Cpx deutliche Unterschiede in der Zusammensetzung (XMg-Werte, Cr- und Na-Gehalte), vergleiche mit jenen im Bohrkern G28. Ägirin bildet radialstrahlige Gefüge in der Calcitmatrix (Abb.9.19).

Phlogopit

Phlogopite treten in metasomatischen Brekzien und in Vulkanitgesteinen auf. Im Clinopyroxenit ist der Phlogopit auf die Randbereiche der Clinopyroxene in Form von feinen Kristallen beschränkt. Die Minerale bilden meistens intergranulare Phasen, bevorzugt zwischen Clinopyroxen und Olivin in den Brekzien (Abb.9.18).

Die Phlogopite führen Ti-Gehalte von 1.44 Gew.%, Al-Gehalte liegen zwischen 8.56 und 10.9 Gew.% (Abb.9.17). Niedrige Al-Gehalte wurden ausschließlich in den Proben Z4-1 (Brekzie), Z4-10 (Carbonatitgang) mit einem Maximalgehalt von 1.84 Gew.% ermittelt. Phlogopite aus Clinopyroxeniten sind entsprechend Mg-reich (XMg-Werte 74-90), besitzen Mn-Gehalt unter 0.14 Gew.% MnO, gegenüber jenen in den Vulkanitgesteinen mit XMg-Werte von 68.3-71.4 und einem Mn-Gehalt bis 0.5 Gew.% MnO (Tab.41-46, siehe Anhang).

Amphibol

In metasomatischen Brekzien und in den Malanepheliniten treten Amphibole prismatisch und leistenförmig auf. Diese lassen in den Proben Z4-1, Z4-15, Z4-19 ein orientiertes Gefüge (parallele Kristalle) erkennen.

Die Amphibole sind generell Al-arm mit vereinzelt Gehalten bis 4.26 Gew.% Al_2O_3 (Tab.39-40, siehe Anhang). Die XMg-Werte variieren zwischen 68.85-96.2. Na_2O und CaO erreichen bis 8.63 Gew.%. Die Kalium Konzentration reicht bis 2.34 Gew.% K_2O . Außerdem konnte ein Mn-Gehalt bis 0.22 Gew.% MnO festgestellt werden. Ti erreicht Werte unter 1 Gew.% TiO_2 . Entsprechend dem Klassifikationsschema von Platt & Wolley (1986) (Abb.9.25.) handelt es sich von Alkali-Amphibole, die in die Felder für Katophorit, Richterit und Arfvedsonit fallen (Abb.9.29).

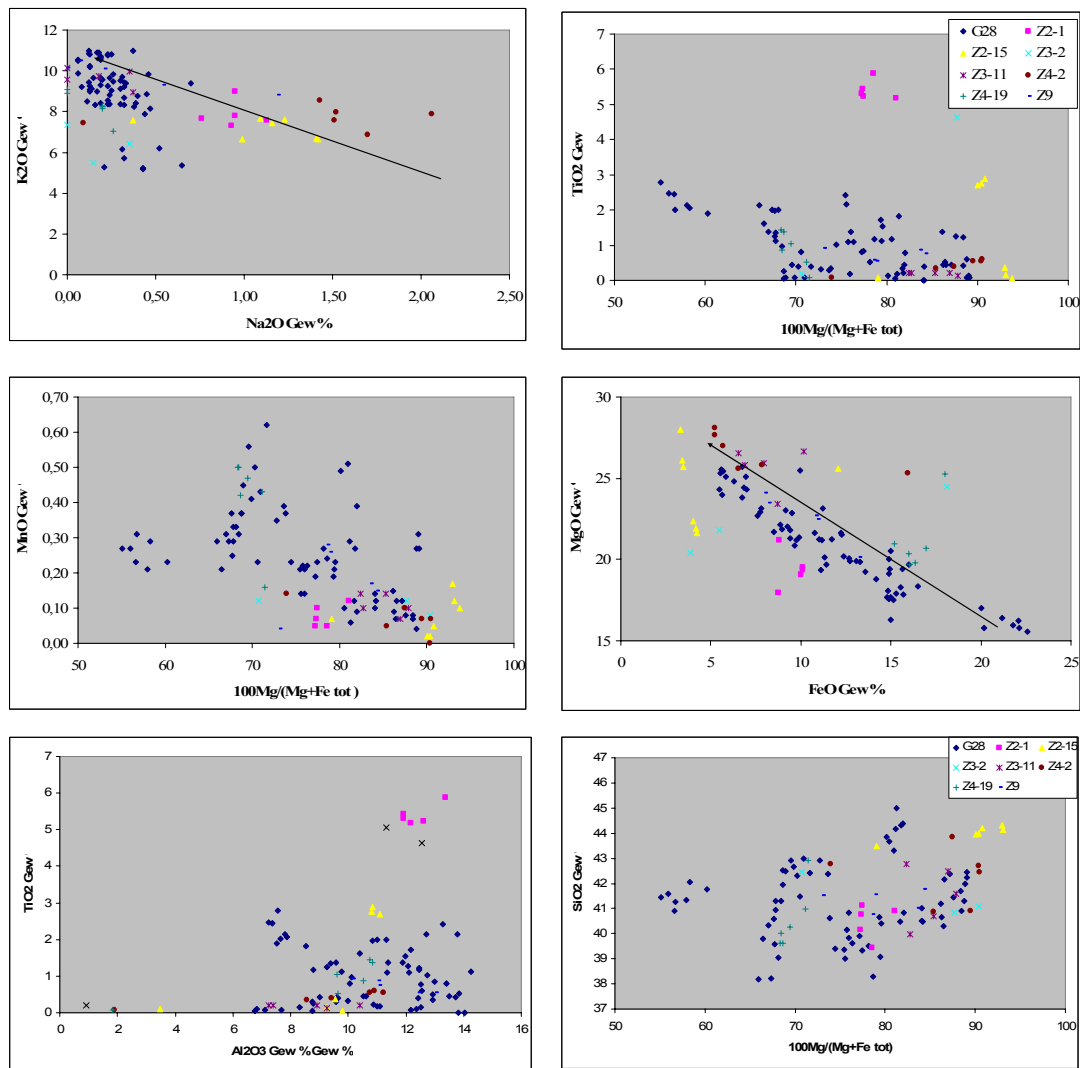


Abb.9.17. Geochemische Charakteristika der Phlogopite in den Bohrkern G28, Z4, Z3 und Z2.

Oxide

Spinelle treten intergranular bzw als Pseudo-Intercumulat-Phase im Clinopyroxenit auf. In den metasomatischen Brekzien treten Oxide nur in Form von Relikten auf, meist in Verbindung mit Sulfiden, Calcit, Sphen, Apatit und Ägirin. Entmischungslamellen von Ilmenit im Magnetit wurden ebenfalls beobachtet. TiO₂-Gehalte in Magnetit reichen bis 3.7 Gew.%.

Sulfide

Auffällig ist das Auftreten von Buntmetallsulfiden in vielen Proben des Bohrkernes Z4. Häufig ist die Assoziation Pyrit-Pyrrhotin-Chalcopyrit zu beobachten. Pyrit bildet oft idiomorphe Kristalle (Abb.9.22). Die Sulfide können auch randlich in Spinelle eingeschlossen sein. Galenit wurde in der Probe Z4-10 festgestellt.

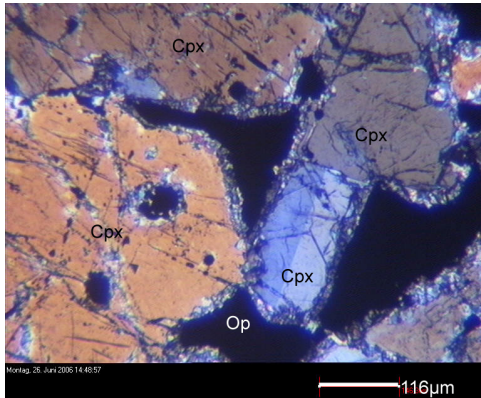


Abb.9.14. Mikroskopbild im Durchlicht unter gekreuzter Stellung der Polarisatoren. Verzwillingter Clinopyroxen Bildmitte, von opaken Mineralien und sehr feinem Phlogopit ummantelt (Probe Z4-2).

Abb.9.19. Mikroskopbild im Durchlicht unter paralleler Stellung der Polarisatoren. Carbonatit bzw. Matrix aus Calcit. In der Mitte erscheint radialstrahliger Ägirin (Probe Z4-1).

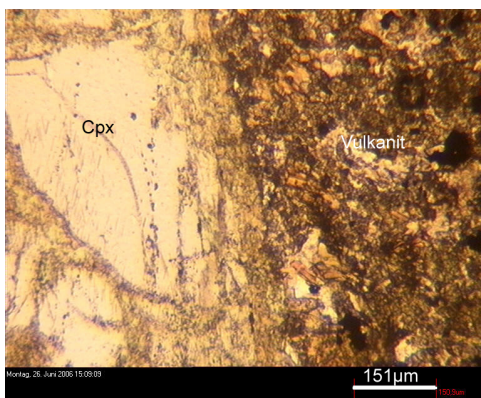
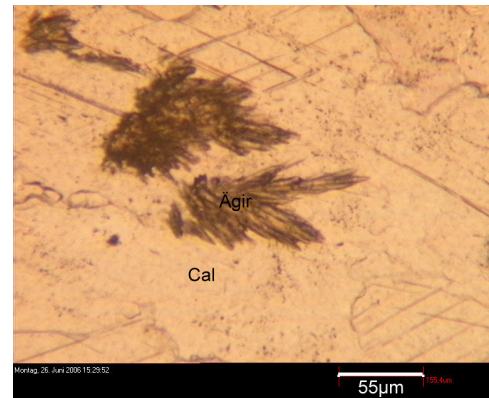


Abb.9.20. Mikroskopbild im Durchlicht unter paralleler Stellung der Polarisatoren. Links Clinopyroxen bzw. Clinopyroxenit im Kontakt zu feinkristallinem Nephelinit rechts (Probe.Z4-8).

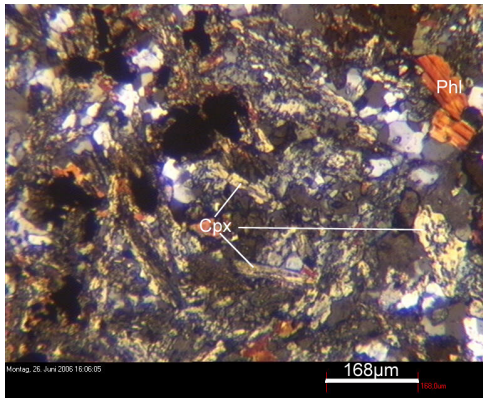


Abb.9.21: Mikroskopbild im Durchlicht unter gekreuzter Stellung der Polarisatoren Melanephelinit im intersitialen, intergranularen und subophitischen Gefüge (Probe Z4-15). Die dunkelgrauen Phasen bestehen aus Nephelin, Apatit und Calcit. Schwarz erscheinen die opaken Phasen.

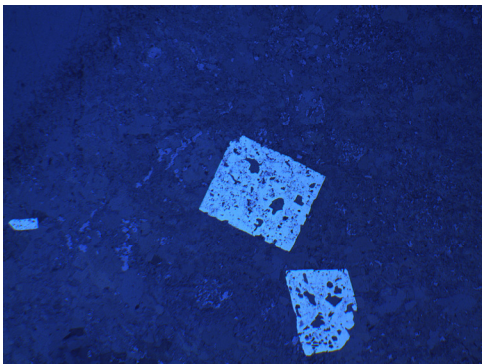


Abb.9.22: Mikroskopbild im Auflicht unter gekreuzter Stellung der Polarisatoren Idiomorphe Pyritkristalle in Vulkanitgestein (Probe Z4-19, Bildbreite entspricht 2670μm).

9.3. Bohrkern Z3

Petrographie und Mineralchemie

Das Gefüge der Intrusivgesteine von Dunit, Wehrlit und Clinopyroxenit erscheint granular. Melanephelinte hingegen zeigen typisch vulkanischen Charakter. Die gesamte Gesteinabfolge ist von postmagmatischer Alteration überprägt (z.B Proben Z3-2 Wehrlit, und Z3-3 Brekzie).

Olivin

Olivin bildet grobkörnige Kristalle in den Duniten Probe Z3-5 und Probe Z3-2 (Wehrlit, Abb.9.23). In der metasomatischen Brekzie tritt Olivin als Relikt, stark bis nahezu gänzlich serpentinisiert auf. Stellenweise ist eine Rekristallisation von Olivin zu beobachten.

Der XMg-Werte der Olivin schwankt zwischen 79.39 bis 85 (Tab.29-30, siehe Anhang) und liegt deutlich über den Werten des Gesamtgesteinschemismus mit XMg 70. Die Fo-Gehalte der Olivine im Dunit bewegen sich in einem sehr engen Bereich von 83.4-84.6. Olivin aus der Wehrlit Probe Z3-2 zeigt Fo-Gehalte von 79-80 und eine Anreicherung an Mangan (0.44-0.47 Gew.%. MnO). Olivin enthält 0.31 Gew.% NiO, sowie < 0.07 Gew.% Cr₂O₃. Die Gehalte von Olivinen aus der Dunit Probe Z3-5 weisen 0.14-0.28 Gew.% MnO auf.

Clinopyroxen

Man unterscheidet prinzipiell zwei Generationen von Clinopyroxenen:

Die erste Generation bildet mittel- bis grobkörnige Kristalle, im Wehrlit (Abb.9.23), Clinopyroxenit und Dunit.

Die zweite Generation bildet feinkörnige Kristalle, die als rekristallisierte Clinopyroxene (Abb.9.28) in den Proben Z3-2 (Wehrlit) und Z3-3 (Brekzie) vorliegen.

Die XMg-Werte von Cpx in diesem Bohrkern liegen zwischen 82.08-85.76 im Clinopyroxenit und XMg 88.4-92.28 im Wehrlit und Dunit. Damit liegen die XMg-Werte nicht im Bereich der des Gesamtgesteinschemismus. Der Chromgehalt liegt generell unter 0,10 Gew.%, CaO zwischen 18.20-22.89 Gew. %.

Clinopyroxene in Wehrlit und Duniten weisen niedrige Gehalte an Aluminium (maximal 0.08 Gew.%) und Titan (0.23-0.70 Gew. % TiO_2) auf. In den Clinopyroxeniten erreichen die Al_2O_3 -Gehalte 1.46-2.26 Gew. % die Ti-Gehalt bewegen sich zwischen 1.46-2.1 Gew. % TiO_2 (Tab.36-37, siehe Anhang.).

Phlogopit

Phlogopite ummanteln die grobkörnigen Olivine und Cpx im Wehrlit und Clinopyroxenit (Abb.9.20). Diese werden als primäre Phlogopite ausgesprochen. In den metasomatischen Brekzien bildet Phlogopit eine zweite Generation von sekundären, idiomorphe, feinkörnigen Kristallen (Abb.9.25).

Die beide Generationen unterscheiden sich durch unterschiedliche Aluminium und Titan Gehalte (Tab.46, siehe Anhang). In den metasomatisierten Brekzien liegt der Ti-Gehalt bei 4.64 - 5 Gew.% und der Al-Gehalt bei 11.33 -12.56 Gew.% (erste Generation). Deutlich niedrige Ti-Gehalte, unter 0.20 Gew.%, charakterisieren die zweite Generation. Dabei konnte in Clinopyroxeniten der Probe Z3-11 noch ca 0.1 Gew.% TiO_2 und Al_2O_3 7.23 bis 10.40 Gew.% analysiert werden (erste Generation). Allgemein weisen Phlogopite Mangangehalte unter 0.14 Gew.% und XMg von 70.7-90.36 auf.

Amphibol

Die Amphibole bilden idiomorphe, prismatische aber auch tafelige Kristalle. Amphibole kommen meistens mit Phlogopit, Calcit und Apatit vor. In der feinkristallinen Matrix (Phlogopit, Calcit, Nephelin) aus Probe Z3-6 bilden sie radialstrahlige Gefüge.

Die Amphibole des Bohrkernes Z3 gehören zu den Alkali-Amphibolen bzw. Richterit Serie (Abb.9.25).

Die Mn-Gehalt reichen bis 0.14 Gew.% (Tab.39-40, siehe Anhang). Die Titangehalte erreichen bis 0.93 Gew.% TiO_2 . Die Al_2O_3 -Gehalte sind außergewöhnlich niedrig (< 0.12 Gew.%).

Serpentin

Serpentin tritt in ersten Linie als Produkt der Serpentinisierung an den Rändern von Olivin und bildet auch ein Netzwerk innerhalb der Olivinkörner (Probe Z3-5) .

Serpentin weist Nickelkonzentration bis 0.18 Gew.% NiO und einen MnO-Gehalt bis 0.22 Gew.% auf. Die XMg-Werte schwanken von 73 bis 83.

Titanklinochumit

Titanklinochumit wurde durch Umwandlung von Olivin gebildet und kommt meistens mit Serpentin vor. Er zeigt eine signifikante Gelbfärbung, welche ein typisches Merkmal für diese äußerst seltene Mineralphase ist.

Apatit

Apatit kristallisiert in xenomorphen bis hexagonalen-idiomorphen Kristallen (Abb.9.26). Er kommt zusammen mit Calcit, Ägirin, Alkali amphibol und Phlogopit vor, tritt aber auch als Einschluss in Clinopyroxen auf.

Calcit

Calcit liegt als feinkristalline Matrix vor und bildet in den primären Clinopyroxenen feine durchdringende Adern. Untergeordnet kommt Calcit auch im Dunit und in der Brekzie vor.

Spinelle

Spinelle treten vorwiegend rändlich von Olivinkörnern, meist mit Sulfiden vergesellschaftet, auf. Spinell-Einschlüsse in Olivin wurde in der Probe Z3-5 beobachtet (Abb.9.24 und Abb.9.27). In metasomatischen Brekzien erscheinen Spinelle mit einem skeletalen Gefüge. Ilmenitlamellen sind in Spinellen vorhanden, die nur als Verwachsungen mit Olivin auftreten. Die Spinelle wurden teilweise in Chlorit umgewandelt (Probe Z3-10).

Chemisch gehören die Spinelle zur Titan-Chrom Spinell Gruppe. In Olivinkörnern eingeschlossene Spinelle enthalten Chromkonzentrationen von 19.54-22.65 Gew.% Cr₂O₃. Der Chromgehalt in den mit Olivin verwachsenen Spinellen liegt mit 8.24 Gew.% Cr₂O₃ deutlich darunter. Al₂O₃ und TiO₂ Gehalte erreichen knapp 9 Gew.%, der Mn-Gehalt steigt bis 2.38 Gew. % und MgO Gehalt bis 7.79 Gew.%.

Sulfide

Folgende Sulfide konnten identifiziert werden: Pentlandit, Pyrit, Pyrrhotin, Chalcopyrit und Spalerit. In der metasomatischen Brekzie wurde der Sulfidanteil mit ca 5 % abgeschätzt.

Sulfide erreichen in Duniten (Probe Z3-5) und in Clinopyroxeniten (Probe Z3-11) eine Größe von maximal 5µm und sind nur akzessorisch vorhanden.

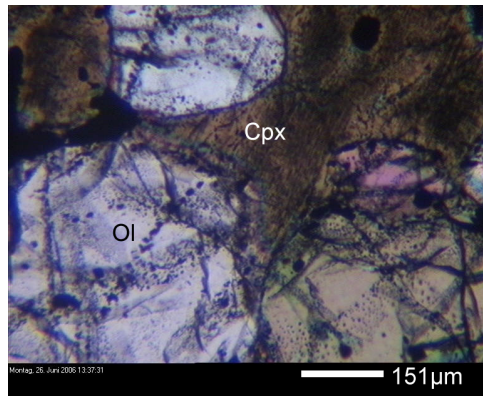


Abb.9.23. Mikroskopbild im Durchlicht unter paralleler Stellung der Polarisatoren. An wenigen kleinen Stellen erscheint Olivin als Cumulus und Clinopyroxene als Intercumulus im Wehrlit vor (Probe Z3-2).

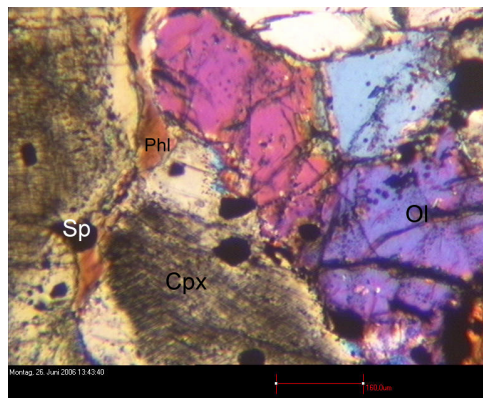


Abb.9.24. Mikroskopbild im Durchlicht unter paralleler Stellung der Polarisatoren. Pokilitisch eingeschlossene Spinelle in Olivin und Clinopyroxen, (Probe Z3-2).

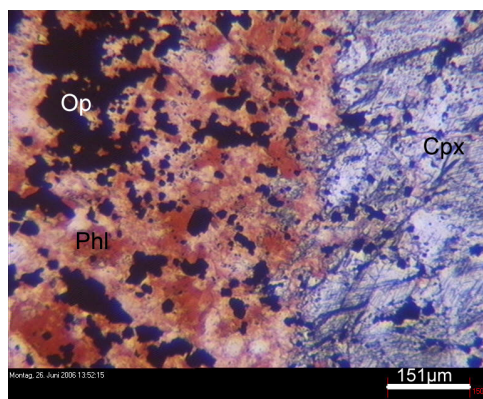


Abb.9.25: Mikroskopbild im Durchlicht unter paralleler Stellung der Polarisatoren. Rechts wurden Clinopyroxene von sehr feinem Phlogopit und opaken Mineralen bei der Phlogopitisierung überprägt (Probe Z3-3).

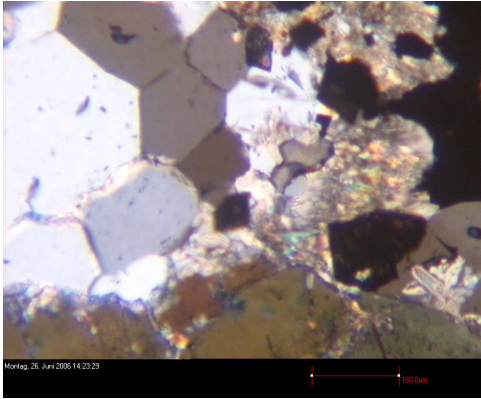


Abb.9.26. Mikroskopaufnahme im Durchlicht unter paralleler Stellung der Polarisatoren. Idiomorphe Apatitkristalle, Clinopyroxen (unten) und eine feinkristalline Masse aus Calcit und Phlogopit in der metasomatischen Brekzie (Z3-3).

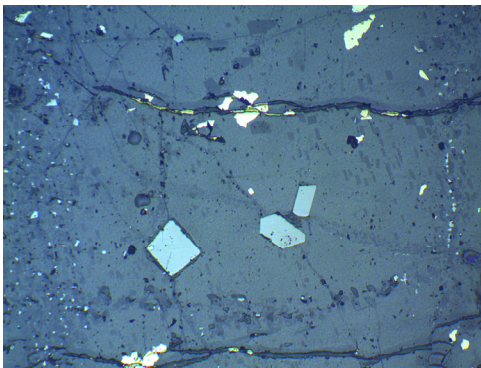


Abb.9.27. Mikroskopaufnahme im Auflicht unter paralleler Stellung der Polarisatoren Idiomorphe Spinelle in Olivin, Dunit Gestein (Probe Z3-5).

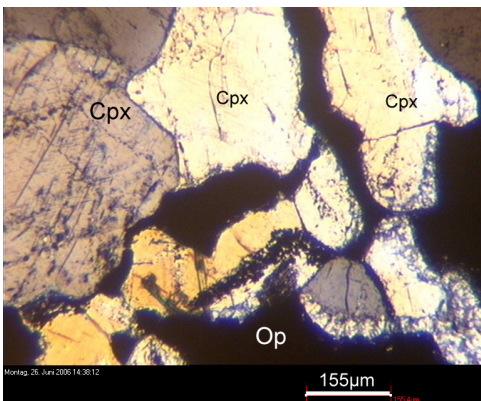


Abb.9.28. Mikroskopaufnahme im Durchlicht unter paralleler Stellung der Polarisatoren Clinopyroxene und opake Phasen bilden ein granulares Gefüge im Clinopyroxenitn (Probe Z3-7).

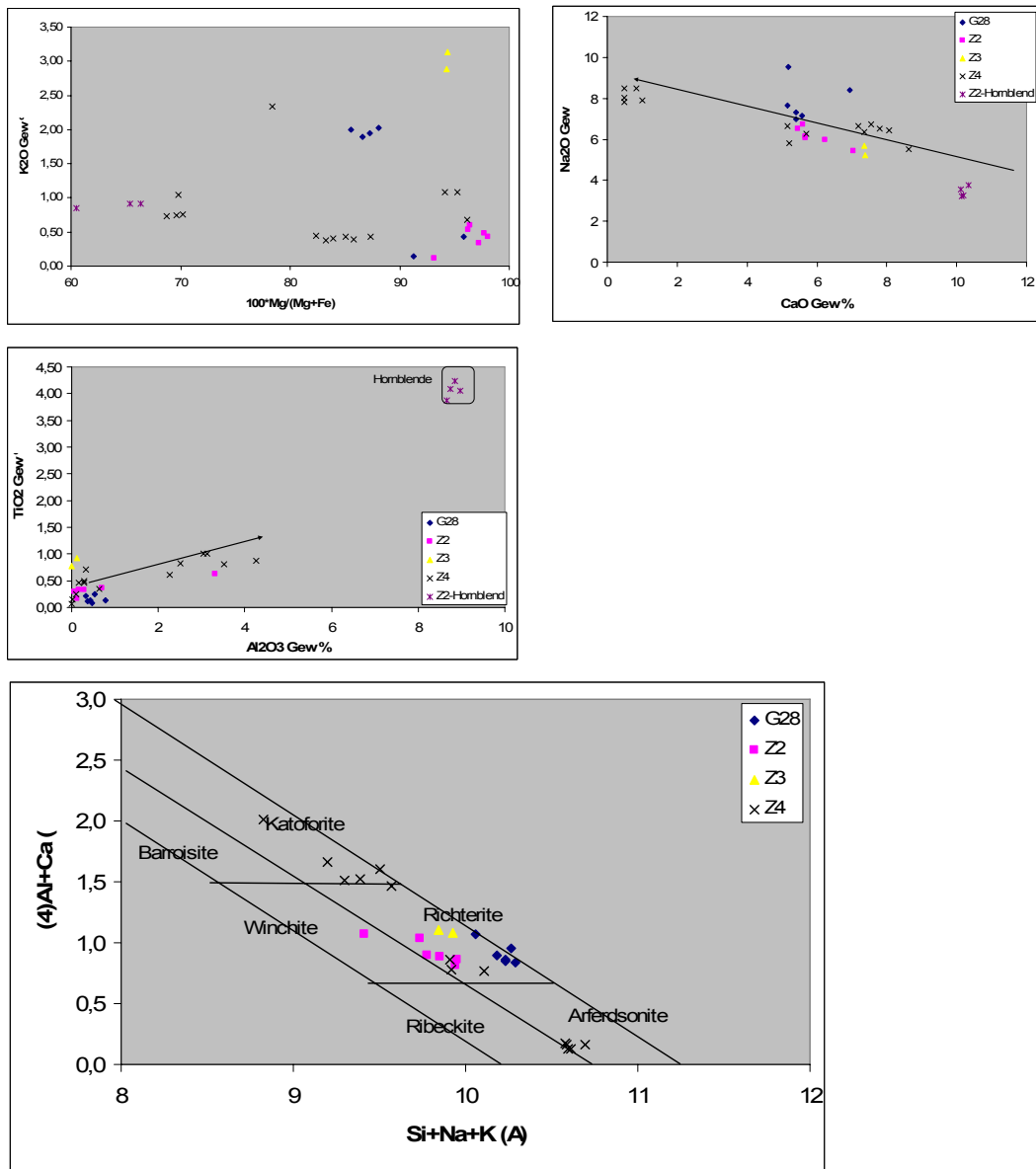


Abb.9.29. Geochemische Charakteristika der Amphibole und Klassifikation nach Plat & Wolley (1986).

9.4. Bohrkern Z2

Petrographie und Mineralchemie

Unter dem Mikroskop erscheint im Dunit ein Cumulatgefüge mit Olivin als Cumulus und Clinopyroxen und Spinell als Intercumulus Minerale. Die Melanephelinite zeigen einen subvulkanischen Charakter ohne Glasanteil. Es konnten Fließ- und porphyrische Gefüge (Olivineinsprenglinge in feinkristalliner Matrix) beobachtet werden.

Olivin

Olivin bildet den Cumulus der Dunite (Abb.9.35) und tritt als große sechseckige Einsprenglinge in den Melanepheliniten auf, sowie als idiomorphe bis xenomorphe Körner in der feinkristallinen Matrix der Melanephelinite (Abb.9.32). Postkristalline Deformationen sind in Form von Ringfrakturen zu beobachten. In diesen Deformationen sind später teilweise Magnetit und Sulfide kristallisiert. Olivin wurde in diese Deformationen randlich serpentiniert. In der Probe Z2-4 (Abb.9.34) wurde Olivin von Serpentin vollständig ersetzt.

Olivin unterscheidet sich in beiden Gesteinen in seiner Zusammensetzung. Die Zusammensetzung von Olivin in Melanepheliniten schwankt zwischen Fo 78-82.2. In Duniten weist der Hauptteil der untersuchten Olivine einen Fo-Gehalt zwischen 84-86.6 auf, wobei stellenweise (Probe Z2-15) deutlich höhere Fo-Gehalte von 91.5-93, was der Zusammensetzung von Mantelolivinen entspricht und mit Olivin aus dem Guli Dunit-Kern-Komplex vergleichbar ist (Abb.9.39). Die XMg-Werte von Olivin schwanken von 78.44 bis 82.40 in Melanephelinit, und sind deutlich höher im Dunit (XMg 84.28 bis 93.18). Die Mangangehalte reichen bis 0.33 Gew.% MnO. Die Chromkonzentration sind mit Werten unter 0.1 Gew.% Cr₂O₃ sehr niedrig. Der NiO-Gehalt liegt bei 0.1-0.5 Gew.%.

Clinopyroxen

Clinopyroxene zeigen eine sehr gute Spaltbarkeit. Sie bilden die Intercumulusphase im Dunit (Abb.9.31). Postmagmatische Deformationen sind mikroskopisch sichtbar und im Clinopyroxen sind oft Sulfide und Magnetite eingeschlossen. Clinopyroxen in

Melanephelinit füllt die Zwischenräume der Olivin und Phlogopitkristale in intersertale-intergranulare Gefüge.

Clinopyroxene im Dunit und Melanephelinit unterscheiden sich in ihrer Zusammensetzung. Die Chromkonzentration in Cpx ist deutlich höher im Dunit und schwankt von 0.38-0.53 Gew. %, hingegen im Melanephelinit liegen die Werte unter 0.10 Gew.% (Tab.35-36, siehe Anhang). Aluminium und Titan weisen eine positive Korrelation auf. Die XMg-Werte Zahl liegen im Melanephelinit zwischen 73.3-78.3 und sind relativ hoch im Dunit (XMg 88.3-89).

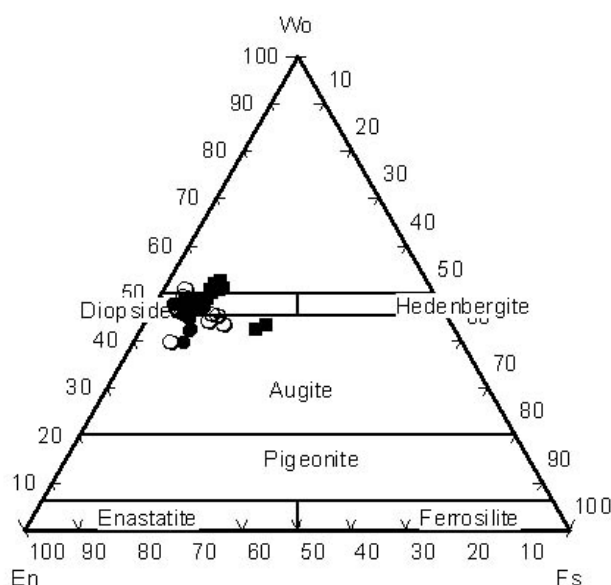


Abb.9.30. Clinopyroxene der Bohrkern Z4 (Vierecke), Z3 (volle Kreise) und Z2 (offene Kreise), klassifiziert nach Morimoto (1988).

Phlogopit

Phlogopite konnten in Dunit und Melanephelinit festgestellt werden. In Melanephelinit bildet Phlogopit idiomorphe und pseudo-hexagonale Kristalle in einer feinen Matrix, Phlogopit im Dunit stellt die Intercumulusphase dar. Phlogopite bildet mit Nephelin eine feine kristalline Matrix im Melanephelinit (Abb.9.32), untergeordnet treten in der Matrix auch Amphibole Calcit, Magnetit, Perowskit und Sulfide auf.

Die Zusammensetzung der Phlogopite zeigt im Dunit Titankonzentration von maximal 2.88 Gew.% TiO₂, jedoch deutlich höhere TiO₂-Gehalte im Melanephelinit mit 5.24-5.87 Gew.%. Die Mangankonzentrationen liegen unter 0.17 Gew.% MnO. Der Natriumgehalt erreicht bis 1.41 Gew.%. Konzentrationen von Nickel und Chrom liegen überwiegend (Ausnahme stellt die Probe Z2-15 mit 0.50 Gew.% Cr₂O₃ dar) unter 0.10 Gew.%. Die XMg-Werte schwanken von 77.23-81.08 im Melanephelinit und liegen zwischen 90-93.76 im Dunit.

Amphibol

Amphibole treten charakteristischer Weise in Melanepheliniten im Kontakt zu Duniten auf. Sie liegen überwiegend als tafelige sowie, idiomorphe, prismatische Kristalle vor, oft in Assoziation mit Phlogopit. Die prismatischen Kristalle weisen ein zonares Gefüge auf (Abb.9.31), das in Probe Z2-4, Z2-5 beobachtet wurde.

Die Amphibole lassen sich als Hornblende-Edenite, bzw. als Alkali-Amphibole klassifizieren.

Hornblende-Edenite sind in ihrer Zusammensetzung durch hohe Titangehalte bis zu 4.24 Gew.% TiO₂, gekennzeichnet, durch niedrige K₂O-Gehalt (<1 Gew.%) und MnO-Gehalte um 0.10 Gew.%.

Alkali-Amphibole gehören nach Platt & Wolley (1986) zur Winchite-Riebeckite Serie (Abb.9.29, Tab.39-40, siehe Anhang). TiO₂-Gehalte liegen unter 1 Gew.% und Aluminium bis 3.32 Gew.% Al₂O₃, die MnO-Gehalte bis 0.21 Gew.%.

Serpentin

Serpentin bildet eine sogenannte "meshtextur" (O'Hanley, 1996) in Olivin von Dunit und Melanephelinit (Abb.9.35 und Abb.9.36). Die XMg-Werte von Serpentin (84.53-93.74) liegen im selbem Bereich wie jene des Olivin. Die Chromkonzentration liegen unter 0.05 Gew.% Cr₂O₃, die Nickel-Gehalte bei 0.16-0.24 Gew.%, die MnO-Gehalte erreichen maximal 0.24 Gew. %

Calcit

Calcit tritt als Gängchenfüllung im Dunit, Melanephelinit. Calcitadern verlaufen durch Olivin- und Clinopyroxen- Kristalle.

Oxide

Folgende Oxide konnten identifiziert werden: Spinelle (Magnetit, Ti,Cr-Magnetite), Ilmenit und Perowskit.

Magnetit im Melanephelinit liegt in einer feinkristallinen Matrix eingebettet vor. In der Probe Z2-1 wurden myrmekitische Gefüge von Ti-Cr-Magnetit (Abb9.37) und Olivin beobachtet (Abb9.37 und Abb.9.38). Ti-Cr-Spinelle treten im Dunit einerseits als Einschlüsse im Olivin (Abb.9.33), andererseits randlich mit Olivin verwachsen auf. Ilmenit bildet Entmischungslamellen im Ti-Cr-Magnetit und tritt weiters randlich mit Perowskit und Calcit auf.

Die Ti-Cr-Magnetit Einschlüsse im Olivin zeigen höhere Chrom- und Titan-Gehalte, aber deutlich niedrigere Eisengehalte als jene mit Olivin verwachsen. Die Cr Konzentration in den Einschlüssen beträgt zwischen 10 und 14.95 Gew.% Cr_2O_3 . Der Chromgehalt in Verwachsungen liegt unter 10 Gew.% (Abb.9.40).

Sulfide

Die Sulfide Pyrit, Chalcopyrit, Pyrrhotin und Pentlandit treten einerseits als $< 3 \mu\text{m}$ große Einschlüsse im Olivin und Cpx auf, andererseits treten Sulfide mit Magnetit, Ilmenit, Calcit und Perowskit verwachsen im Dunit und Melanephelinit auf.

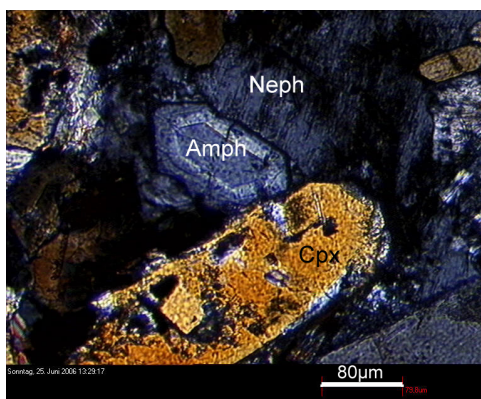


Abb.9.31: Mikroskopaufnahme im Durchlicht unter gekreuzter Stellung der Polarisatoren. Porphyrisches Gefüge, die Amphibole weisen eine Zonarbildung auf, welche typisch für Melanephelinit ist (Probe Z2-1).

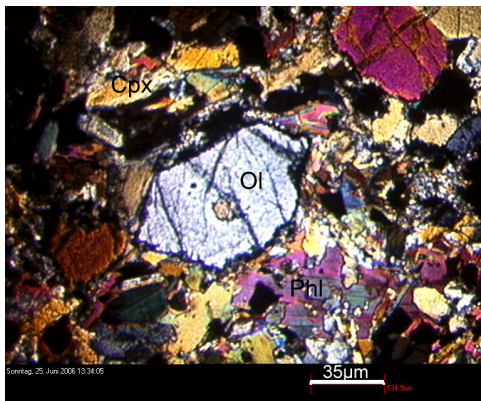


Abb.9.32: Mikroskopaufnahme im Durchlicht unter gekreuzter Stellung der Polarisatoren. Olivineinsprengling in feinkristaliner Matrix im Melanophelinit (Probe Z2-1).

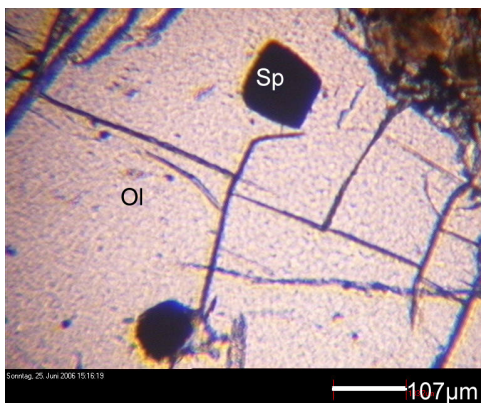


Abb.9.33: Mikroskopaufnahme im Durchlicht unter paralleler Stellung der Polarisatoren. Poikilisch eingeschlossene Chr-Ti-Spinelle im Olivin (Probe Z2-4).

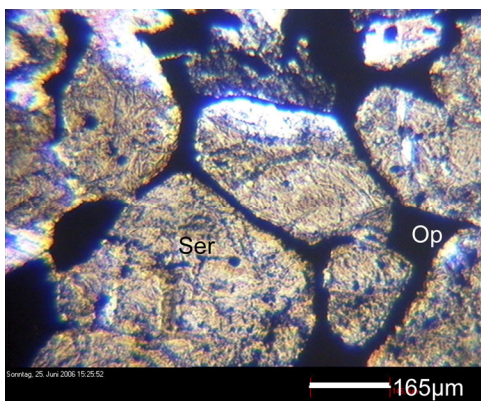


Abb.9.34: Mikroskopaufnahme im Durchlicht unter paralleler Stellung der Polarisatoren. Olivin wurde von Serpentin vollständig ersetzt, Opake Mineralphasen (Spinelle, Sulfide) treten noch als Intercumulusphasen auf (Probe Z2-4).

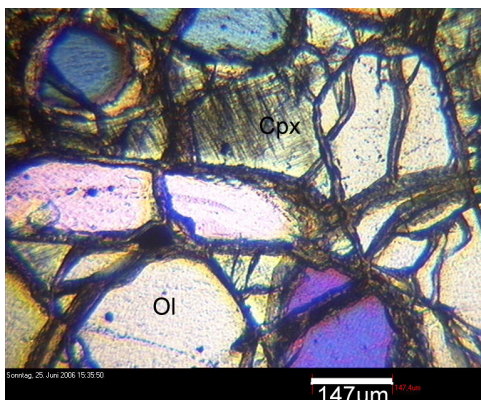


Abb.9.35: Mikroskopbild im Durchlicht unter gekreuzter Stellung der Polarisatoren. Cumulat-Dunit, Olivin als Cumulus und Clinopyroxen im Intercumulus (Probe Z2-10).

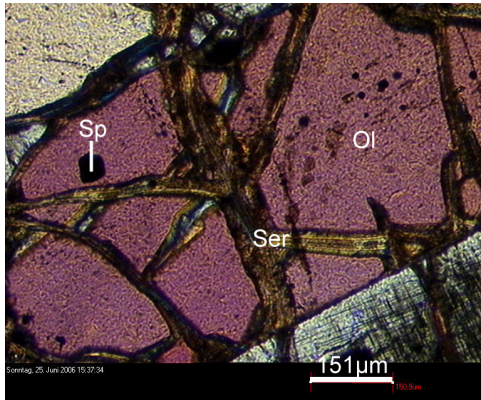


Abb.9.36: Mikroskopbild im Durchlicht unter gekreuzter Stellung der Polarisatoren Serpentinadern in Olivin, mesh Textur (Probe Z2-10).

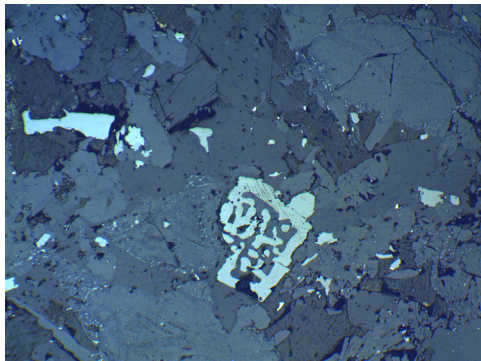


Abb.9.37: Mikroskopbild im Auflicht unter paralleler Stellung der Polarisatoren. Myrmekitischer Spinell im Melanephelinit (Probe Z2-1, Bildbreite entspricht etwa 1300µm).

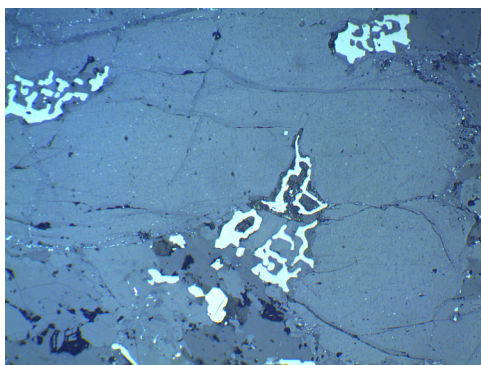


Abb.9.38: Mikroskopbild im Auflicht unter paralleler Stellung der Polarisatoren. Skeletale Spinellbildung im Melanephelinit (Probe Z2-1, Bildbreite entspricht etwa 1300µm).

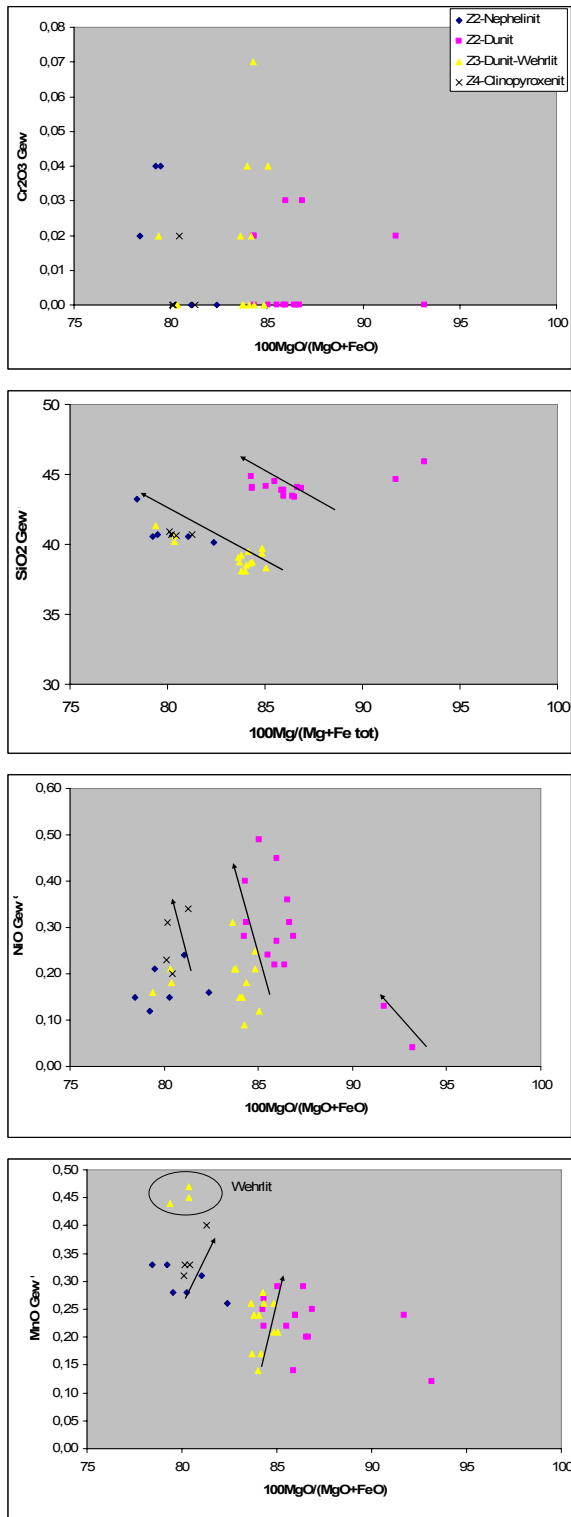


Abb.9.39. Chemische Zusammensetzung der Olivine bezogen auf, MnO, NiO, Cr₂O₃, CaO vs 100*Mg(Mg+Fe^{tot}).

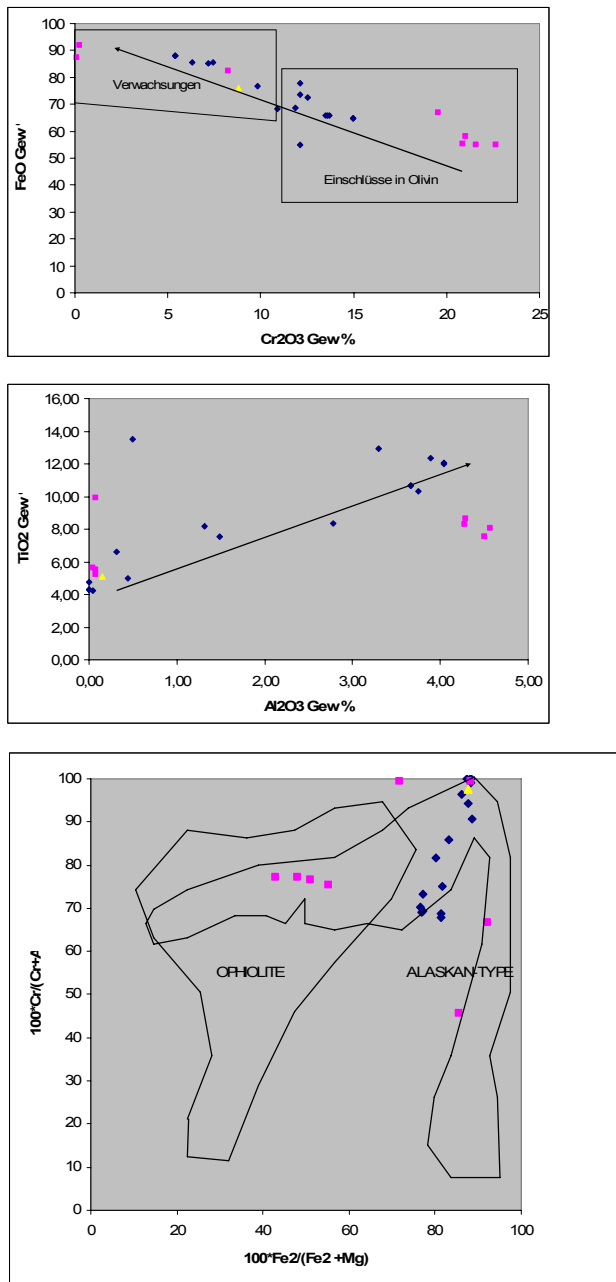


Abb.9.40: Chemische Charakteristika der Spinelle, Diskriminierungs-Diagramm nach Barnes & Roedr (2001) und Jackson (2005).

10. REE-MINERALTRÄGER

Die Minerale Apatite, Ti-Granate, Sphene und Perowskite wurden mittels Elektronenstrahlmikrosonde speziell auf dem Gehalt an REE (La, Sm, Nd, Ce, Pr, Gd, Y) Nb und Sr untersucht.

Bohrkern (G28)

Apatite enthalten Strontium Konzentrationen bis 1.20 Gew.% Sr_2O_3 , jedoch kein Niob. Die REE_{tot} -Gehalte liegen unter 0.64 Gew.% $\sum\text{REE}$ (Abb.10.1).

Im Ti-Granat liegen die REE-Gehalte unter 0.27 Gew.%.

Sphene enthalten bis 0.73 Gew.% Nb_2O_3 , der Strontiumgehalt liegt unter 0.13 Gew.% Sr_2O_3 . Der Gesamtgehalt an REE beträgt bis 0.46 Gew.% (Abb.10.3).

Perowskit ist der Hauptträger der REE, Niob und Strontium (Abb.10.2.). Niob erreicht Konzentration bis 1.16 Gew.% Nb_2O_3 , Strontium bis 0.98 Gew.% Sr_2O_3 . REE erreichen Konzentrationen bis 7.45 Gew.% (Tab.10.1). Detaillierte Mikrosondenanalytik zeigt, dass die REE-Gehalte im Perowskit nicht homogen verteilt sind, sondern im Perowskit-Kern höher konzentriert sind (siehe Kap.9). Die Ce Konzentration in Perowskit reicht bis 3.28 Gew.% Ce_2O_3 , La bis 1.85 Gew.% La_2O_3 , Nd_2O_3 bis 1.56 Gew.%, 0.27 Gew.% Sm_2O_3 und bis 0.54 Gew.% Gd_2O_3 . Ähnlichen Ergebnisse zeigen die REE-Gehalte von Perowskit aus dem Khibina Alkalin-Komplex, Kola Halbinsel (Chakhmouradian et al. 2000).

Bohrkern (Z2)

In der Bohrkernprobe Z2 liegen REE Konzentrationen im Perowskiten und Apatiten vor. Die Gesamtsumme der REE in Perowskiten reicht bis 1.22 Gew.%. Apatite unterscheiden sich innerhalb des Bohrkernes Z2 durch REE, Nb und Sr Konzentrationen (Tab.10.1). Im oberen Teil des Bohrkernes reicht der REE_{tot} -Gehalt bis zu 2.4 Gew.% (Probe Z2-1, Olivinmelanephelinit) und unter 0.87 Gew.% in der Probe Z2-13, Z2-15 (Dunit).

Bohrkern Z3

Perowskite zeigen außergewöhnlich hohe REE Konzentrationen in der Probe Z3-3 (metasomatische Brekzie) mit bis zu 19.04 Gew % REE_{tot}. Cerium erreicht eine Konzentration von 9.88 Gew %, Lantan mit 4.54 Gew % und Neodymium bis 3.32 Gew % (Tab.10.1).

Bohrkern Z4

Im Bohrkern Z4 wurden Apatite und Sphene auf REE-Gehalte untersucht, REE-Gehalte bis zu 0.68 Gew % konnten festgestellt werden (Tab.10.1).

Bohrkern G28	Apatite	Perowskite	Ti-Grt	Sphene	Bohrkern Z3	Apatite	Perowskite	Ti-Grt	Sphene
Nb2O3	0	1,16	0	0,73	Nb2O3	0	0,98	-	-
SrO	1,2	0,98	0	0,13	SrO	0,96	0,67	-	-
ΣREE	0,64	7,45	0,27	0,46	ΣREE	0,49	19,04	-	-
Bohrkern Z4	Apatite	Perowskite	Ti-Grt	Sphene	Bohrkern Z2	Apatite	Perowskite	Ti-Grt	Sphene
Nb2O3	0	-	-	0	Nb2O3	1,05;0	0,53	-	0,10
SrO	0,93	-	-	0	SrO	2,2;1,3	0,98	-	0
ΣREE	0,68	-	-	0,64	ΣREE	2,4;0,87	1,22	-	0,56

Tab.10.1. Zusammenfassung der REE, Nb und Sr-Gehalte.

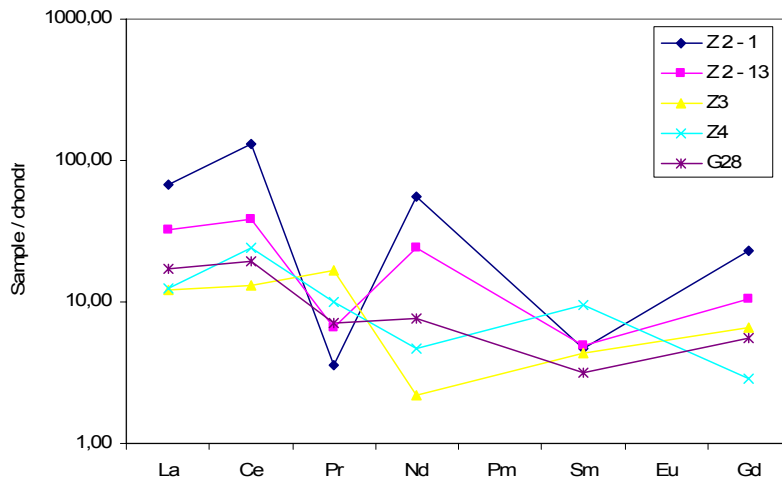


Abb.10.1: Chondrite normierte REE Verteilung im Apatit aus Melanephelinit (Z2-1), Dunit (Z2-13) und Clinopyroxenit (Z4-17, G28).

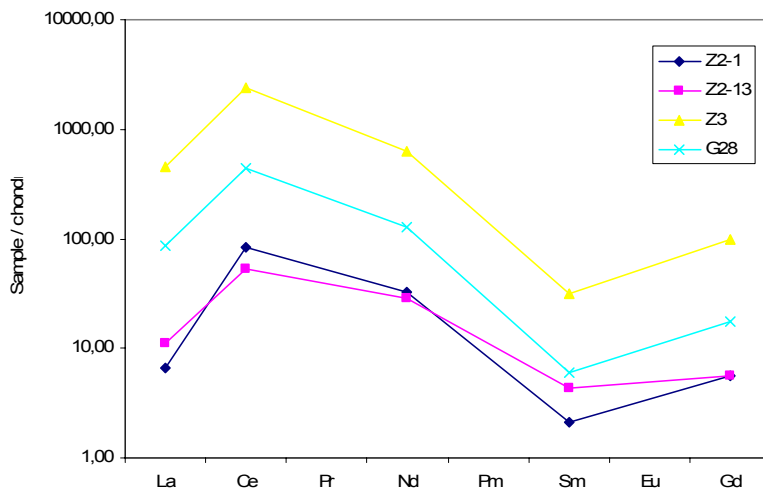


Abb.10.2: : Chondrite normierte REE Verteilung in Perowskiten aus Melanephelinit (Z2-1), Dunit (Z2-13) und Clinopyroxenit (Z4-17, G28).

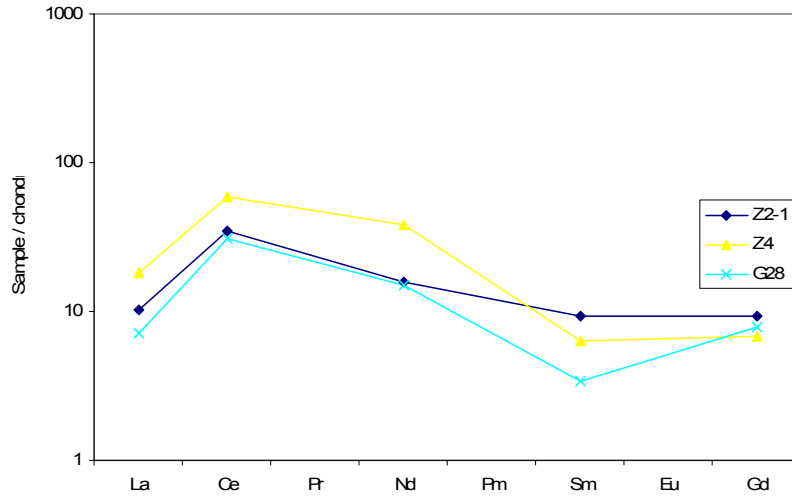


Abb.10.3: Chondrite normierte REE Verteilung im Sphen aus Melanephelinit (Z2-1) und Clinopyroxenit (Z4-17, G28).

11. GEOCHEMIE DER ULTRAMAFISCHEN GESTEINE

Im Zuge der Arbeit wurden Gesteine aus fünf Bohrkernen (G28, Z4, Z3, Z2, Z12) geochemisch untersucht. Die Untersuchung umfasste Hauptelemente, Spurenelemente, Seltene Erdenelemente und Edelmetalle (Au, Ag, Cu und PGE). Ziel dieser geochemischen Untersuchungen war es, die Goldherkunft einzugrenzen und eine nähere geochemische Klassifikation zu erstellen, um Rückschlüsse auf das geotektonische Umfeld, in dem die magmatischen Gesteine gebildet wurden, zu erhalten. Im Weiteren stand die Stellung der Intrusionsphasen bzw. die Auswirkung der postmagmatischen Effekte (Metasomatose) zur Diskussion.

11.1. Geochemische Klassifikation

Die untersuchten Gesteine sind an SiO_2 untersättigt (< 42 Gew % SiO_2). Die Gesteine sind überwiegend als ultramafisch zu bezeichnen. Für die geochemische Klassifikation wurde im Folgenden das Alkalien vs. SiO_2 Diagramm (TAS-Diagramm) nach Cox et al. (1979), sowie nach Midelmost et al. (1995) verwendet (Abb.11.1).

Bohkern G28

Die untersuchten Clinopyroxenite sind an SiO_2 untersättigt, ($\text{SiO}_2 < 42$ Gew.%), sie sind damit ultrabasischen. Mit Ausnahme der Probe G28-10A sind alle Clinopyroxenite von alkalischem Charakter (Abb.11.2) und fallen in die Felder der K-Serien bis High K-Serien (Abb.11.1) (Tab.11.1).

Bohrkern Z4

Die untersuchten Olivin-Nephelinite, Nephelin-Clinopyroxenite und Clinopyroxenite (Abb.11.1.) zeigen ultrabasischen Charakter ($\text{SiO}_2 < 42$ Gew.%, Abb.11.1).

Entsprechend der Klassifikation nach Cox (1979) fallen alle Gesteine in das Feld für Nephelinite (Probe Z4/13-1, Z4/13-2, Z4/8-1, Z4/15).

Weiters zeigen die Gesteine Zugehörigkeit zur Na-Serie (Z4/8-1, Z4/13-1, Z4/13-2, Z4/15, Klassifikation nach Midelmost 1975), die Gesteine Z4/17, Z4/8-2, (Clinopyroxenit) plotten in

das Feld der K-Serie, die Probe Z4/19 (Nephelinit) in das Feld für High K-Serie (Abb.11.1, Tab.11.1)

Bohrkern Z3

Die Gesteine des Bohrkerens Z3 (Wehrlit, Jacupirangit-Brekzie, Dunit und Clinopyroxenit) sind ultrabasisch und gehören bezüglich ihres geochemischen Charakters zur K-Serie (Abb.11.1, Tab.11.1).

Bohrkern Z2

Die Gesteine des Bohrkerens Z2 sind Dunite und Olivin-Melanephelinite, sie zeigen alkalischen Charakter (Abb.11.1). Die Nephelinite fallen in das Feld der K-Serie (Abb.11.1, Tab.11.1).

11.2 .Hauptelement Charakteristika

Im folgenden werden typische Hauptelement-Charakteristika vom Rand des Guli Dunit-Komplex (Bohrkern Z2) bis zum Carbonatit (Bohrkern G28) in ersten Linie auf der Basis von Harker Diagrammen (Abb.11.2) beschrieben.

Dunit

Dunite (Ol-Cumulate, vgl. Kap.9.) treten überwiegend in Bohrkern Z2, untergeordnet in Bohrkern Z3 auf. Die Dunite zeigen niedrige Al-Gehalte, wobei Dunit aus Bohrkern Z3 im Vergleich zu jenen aus Z2 deutlich an Al_2O_3 abgereichert sind (Al_2O_3 im Dunit von Z2 von 0.39 bis 0.90 Gew.%, Al_2O_3 im Dunit von Z3 unter 0.06 Gew.%).

Der Dunit im Bohrkern Z3 zeigt deutlich niedrigere CaO-Gehalte (unter 0.90 Gew.% CaO), im Dunit Z2 liegen die Werte zwischen 1.64 und 5.32 Gew .% CaO.

Auch bei den Alkalien konnte ein ähnlicher Trend festgestellt werden. Die Konzentrationen an Na_2O und K_2O liegen im Dunit von Bohrkern Z3 bei 0.30 Gew.%, in den Dunite von Bohrkern Z2 < 0.27 Gew.%.

Die XMg-Werte für die Gesamtgesteine liegen zwischen 69.3 und 72.3, damit niedriger als jene von Olivin und Cpx.

Melanephelinite

Melanephelinite lassen sich auf der Basis der TiO₂-Gehalte als "High-Ti-Laven" klassifizieren (Federenko 2000, Abb.11.4). Ausnahme stellt Probe Z4/8-1 dar, die eine low-Ti-Lava darstellt.

Ein ähnlicher geochemischer Trend, wie zwischen Dunit des Bohrkernes Z2 und Z3, lässt sich bei dem Melanepheliniten der Kerne Z3 und Z4 diagnostizieren (Abb. 11.2): Alkalien-Gehalte liegen zwischen 2.4 und 3.5 Gew.% bei Melanephelinit vom Kern Z2, während jene im Kern Z4 zwischen 5.56 und 7.66 Gew.% liegen.

Der Al₂O₃-Gehalt reicht im Melanephelinit von Kern Z4 bis 9.6 Gew.%, im Melanephelinit des Kerns Z2 reicht der Al₂O₃-Gehalt bis max. 5.14 Gew.%.

Dieser Trend ist auch bezüglich der CaO-Gehalte zu beobachten. Melanephelinite aus Bohrkern Z4 sind an CaO (von 10.7 bis 15.48 Gew.%) im Vergleich zum Melanephelinit aus Bohrkern Z2 (6.80 bis 10.71 Gew.%) angereichert.

Clinopyroxenit

Der Al₂O₃-Gehalt der Clinopyroxenite in dem Bohrkern Z3 und Z4 liegen zwischen 2.03-2.64 Gew %, während die Al₂O₃-Gehalte bis 5.67Gew % im Kern G28 reichen. Die Alkalien liegen generell unter 0.66 Gew.%, steigen, jedoch im Clinopyroxenit vom Bohrkern G28 auf 4.4 Gew.% Na₂O+K₂O (Abb.11.1).

Die CaO-Gehalte zeigen einen ähnlichen Trend, deutliche niedrigere CaO-Gehalte wurden in den Bohrkernen Z4 (15.51 bis 17.14 Gew.%) und Z3 (13.6-19.88) im Vergleich zu jenen im Bohrkern G28 (16-23.21 Gew.%) festgestellt.

Daraus zeigt sich ein nahezu identischer Trend bezüglich einer signifikanten Zunahme der Elemente Al, Ca, K und Na vom Guli Dunit-Komplex in Richtung des Clinopyroxenites (G28) bzw. zum Carbonatit hin.

Carbonatite

Die geochemisch untersuchten Carbonatite stammen aus dem Bohrkern Z12. Anhand der Hauptelemente handelt es sich bei den Proben Z12/1, Z12/3 mit einem MgO-Gehalte von 2.99-3.11 Gew.% um Sövit (Calcit-Carbonatite) und um Rauhaugit (Dolomit-Carbonatit, Probe Z12/2) mit 21.8 MgO Gew %. Phosphor Konzentrationen erreichen 2.12-2.92 Gew P₂O₅ im Sövit und unter 0.05 Gew % in Rauhaugit.

Probe	(Na ₂ O+K ₂ O) vs SiO ₂ , Cox 1979	Na ₂ O vs K ₂ O, Midelmost 1975	SiO ₂ Gew %, Cox 1979	Gestein
Z12-1				Carbonatit
Z12-2				Carbonatit
Z12-3				Carbonatit
G28-1	alkalisch	K-Serie	ultrabasisch	Clinopyroxenit
G28-1A	alkalisch	K-Serie	ultrabasisch	Clinopyroxenit
G28-2	alkalisch	K-Serie	ultrabasisch	Clinopyroxenit
G28-3	alkalisch	High-K Serie	ultrabasisch	Clinopyroxenit
G28-4	alkalisch	High-K Serie	ultrabasisch	Clinopyroxenit
G28-6	alkalisch	K-Serie	ultrabasisch	Clinopyroxenit
G28-10A	subalkalisch.	High-K Serie	basisch	Clinopyroxenit
Z4-2	alkalisch	K-Serie	ultrabasisch	Clinopyroxenit
Z4-8	alkalisch	Na-Serie	ultrabasisch	Neph/Clinp
Z4-11	alkalisch	K-Serie	ultrabasisch	Nephelinit
Z4-13	alkalisch	Na-Serie	ultrabasisch	Nephelinit
Z4-15	alkalisch	Na-Serie	ultrabasisch	Nephelinit
Z4-17	alkalisch	Na-Serie	ultrabasisch	Clinopyroxent
Z4-19	alkalisch	Na-Serie	ultrabasisch	Nephelinit
Z3-2	alkalisch	K-Serie	ultrabasisch	Wehrlit
Z3-3	alkalisch	K-Serie	ultrabasisch	Breccia-Peridotit
Z3-5			ultrabasisch	Dunit
Z3-7	alkalisch	K-Serie	ultrabasisch	Clinopyroxent
Z3-11	subalkalisch.	K-Serie	ultrabasisch	Clinopyroxent
Z2-1	alkalisch	K-Serie	ultrabasisch	Nephelinit
Z2-4	alkalisch	K-Serie	ultrabasisch	Nephelinit
Z2-5	alkalisch	K-Serie	ultrabasisch	Dunite
Z2-9			ultrabasisch	Dunite
Z2-10			ultrabasisch	Dunite
Z2-11	alkalisch		ultrabasisch	Nephelinit
Z2-12			ultrabasisch	Dunite
Z2-13			ultrabasisch	Dunite
Z2-14			ultrabasisch	Dunite
Z2-15			ultrabasisch	Dunite

Tab.11.1: Geochemische Charakteristika der untersuchten Gesteine.

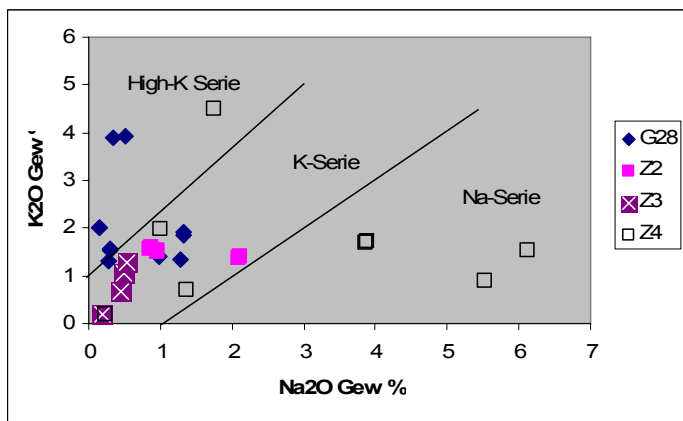
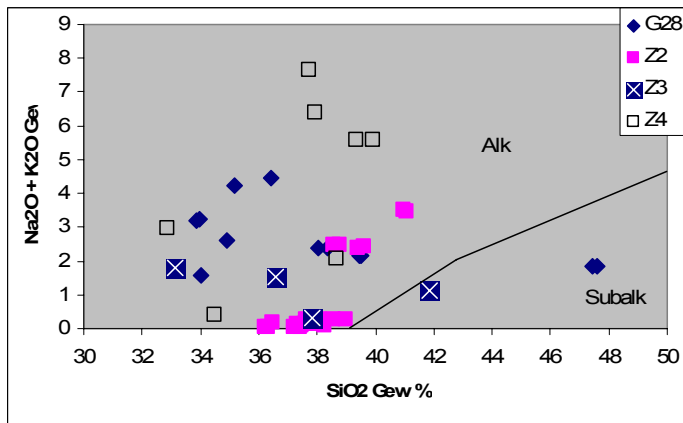
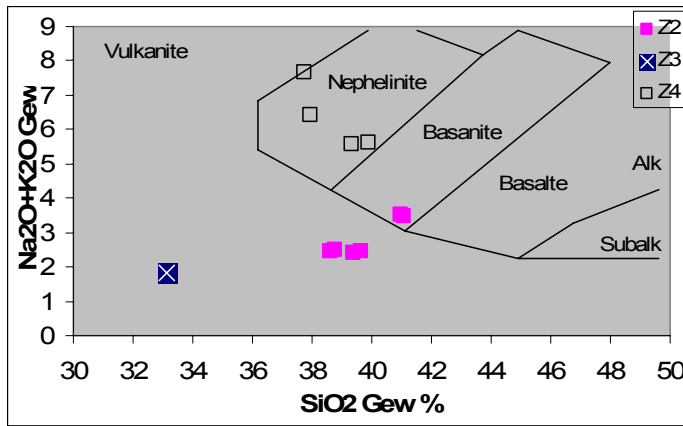


Abb.11.1: A-Alkalien vs. SiO_2 -Diagramm zur Unterscheidung des geochemischen Charakters nach Midelmost et al. (1975). B- Alkalien vs. SiO_2 Diagramm zur Klassifikation der Vulkanite nach Cox et al. (1979). C- K_2O vs. Na_2O -Diagramm zur Diskriminierung des geochemischen Charakters nach Midelmost et al. (1975).

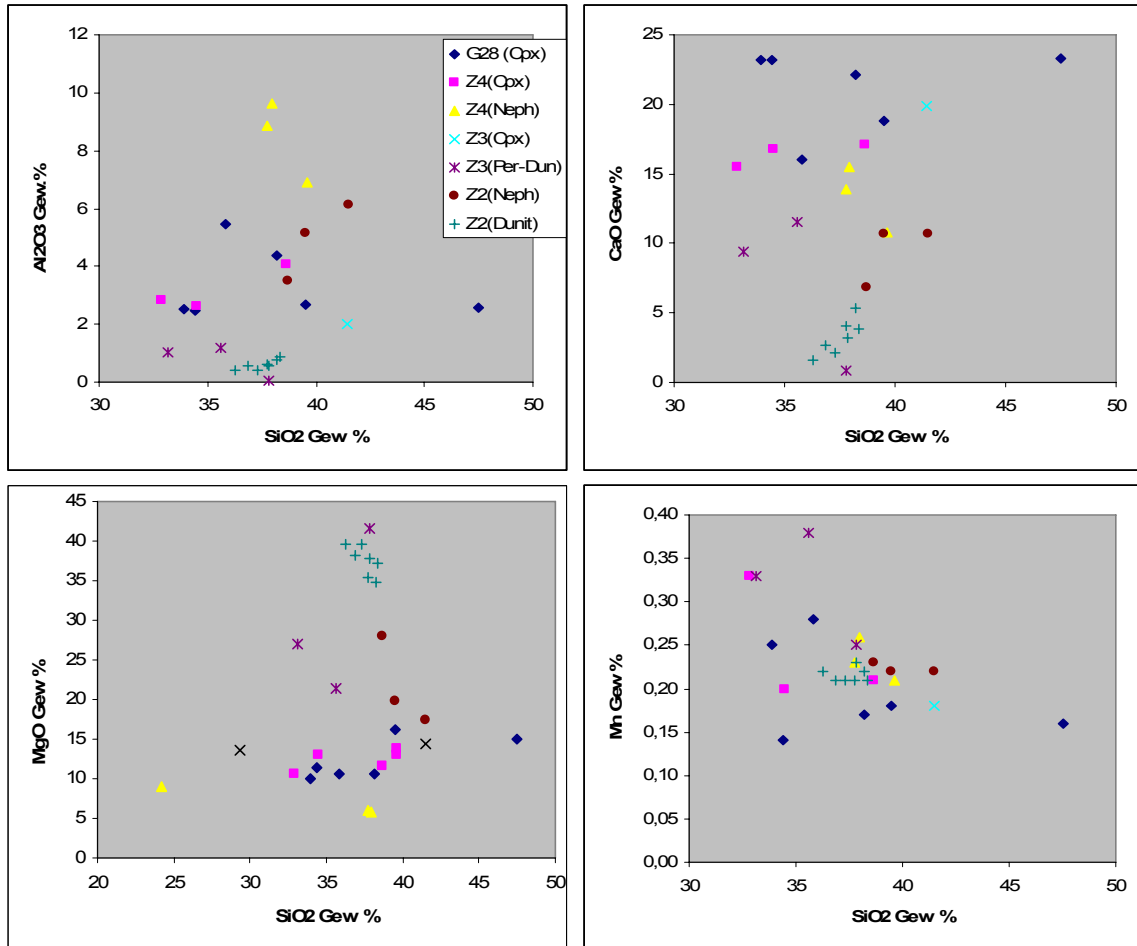


Abb.11.2: Harker Diagramme für die Gesteine der Bohrkerne G28, Z2, Z3, Z4 aus dem Guli Massiv.

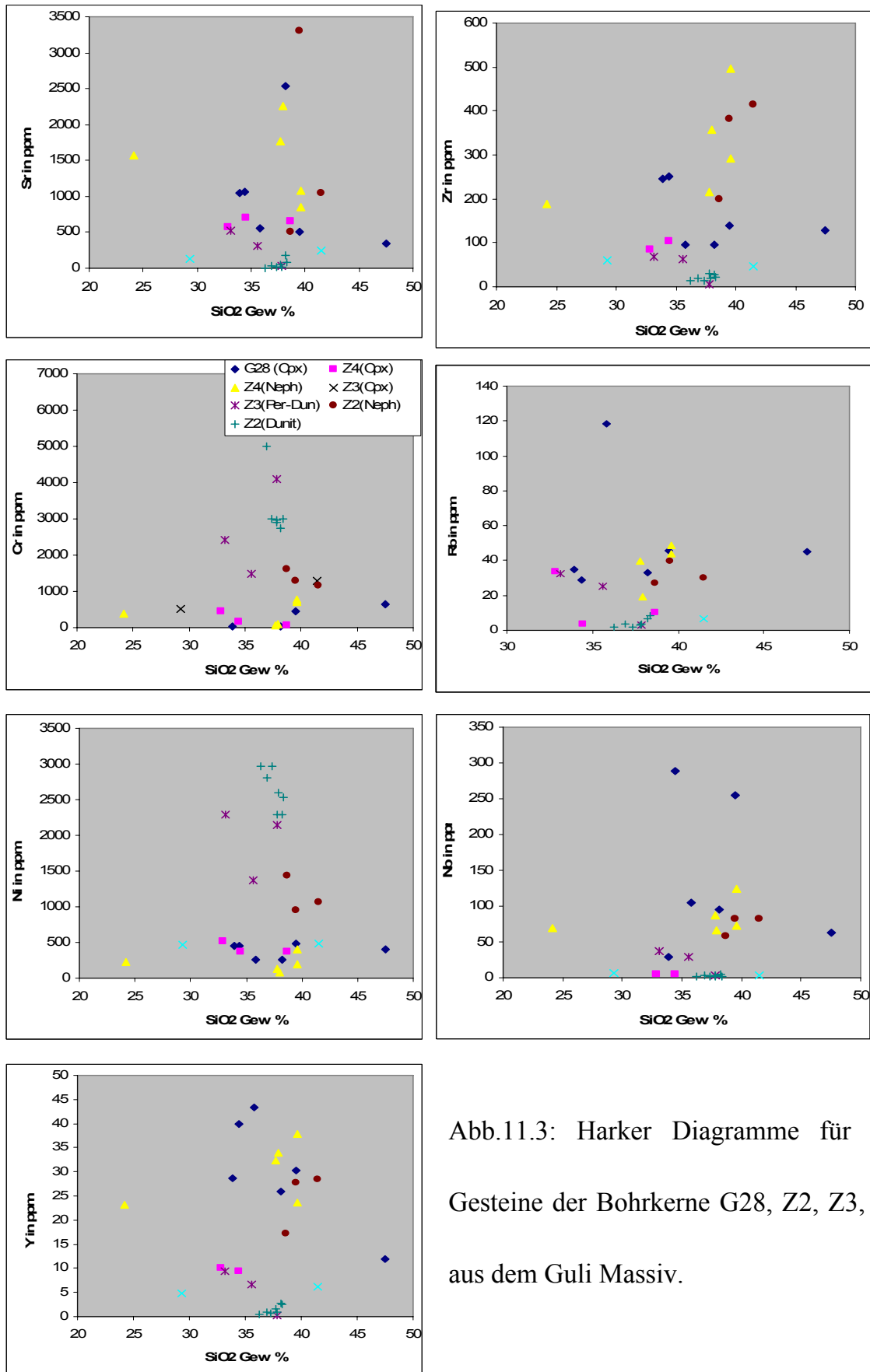


Abb.11.3: Harker Diagramme für die Gesteine der Bohrkern G28, Z2, Z3, Z4 aus dem Guli Massiv.

12.3. Spuren Elemente

Aus den Harker Diagrammen lassen sich ähnliche Anreicherungstrends bezüglich der Spurenelemente Sr, Rb, Zr, Y und Nb zwischen den Gesteinen der Bohrkerne Z2 und G28 erkennen (Abb. 11.3). Als Beispiele seien hier die Elemente Zr und Sr hervorgehoben. Die Gehalte an Zr in den Duniten von Kern Z2 liegen um 28 ppm, verglichen mit jenen aus Kern Z3 6.45 ppm (?). Die Nephelinite und Clinopyroxenite des Bohrkernes Z4 und G28 weisen Zr-Gehalte bis 495 ppm auf. Ähnlich verhält es sich mit Sr, wo die Gehalte in Bohrkern G28 bis 2530 ppm reichen.

Cr und Ni sind in den Gesteinen der Bohrkerne Z2 und Z3, im Vergleich zu jenen der Kerne G28 und Z4 angereichert (Cr bis 5784 ppm, Ni bis 2972 ppm in Z2 bzw. Z3, im Kern G28 Cr bis 634 ppm, Ni bis 488 ppm, Tab. 75-76 (siehe Anhang), jedoch deutlich abgereichert im Vergleich zum Chondrit (McDonough & Sun 1995).

Den besten Überblick über die Konzentration und Verteilung der Spurenelemente in den verschiedenen Gesteinen der untersuchten Bohrkerne bieten Spiderdiagramme. In den Abbildung 11.8 illustrierten Spiderdiagrammen sind die Elemente nach steigender Kompatibilität bezogen auf eine Mantelschmelze von links nach rechts angeordnet (Wilson 1991).

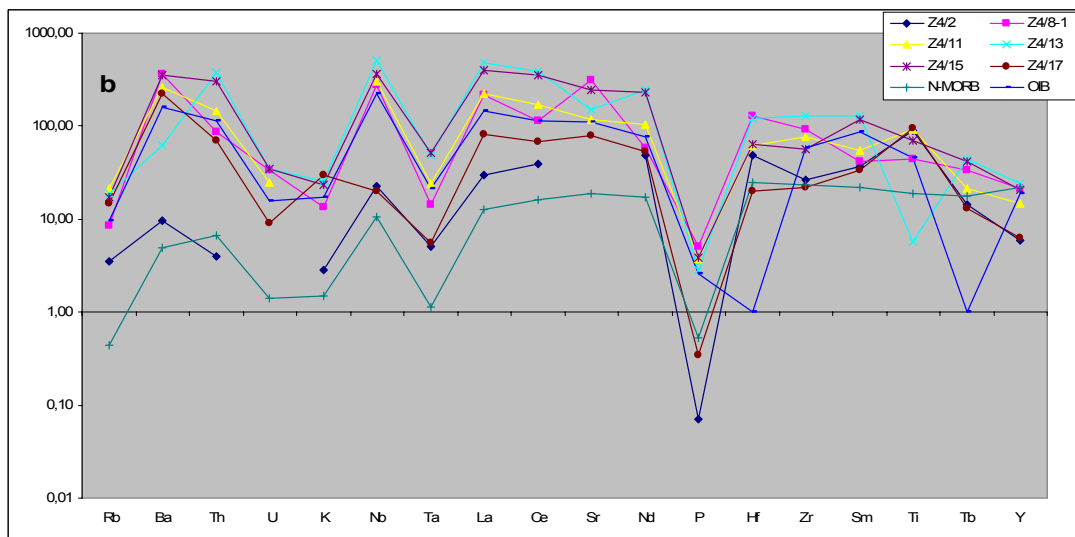
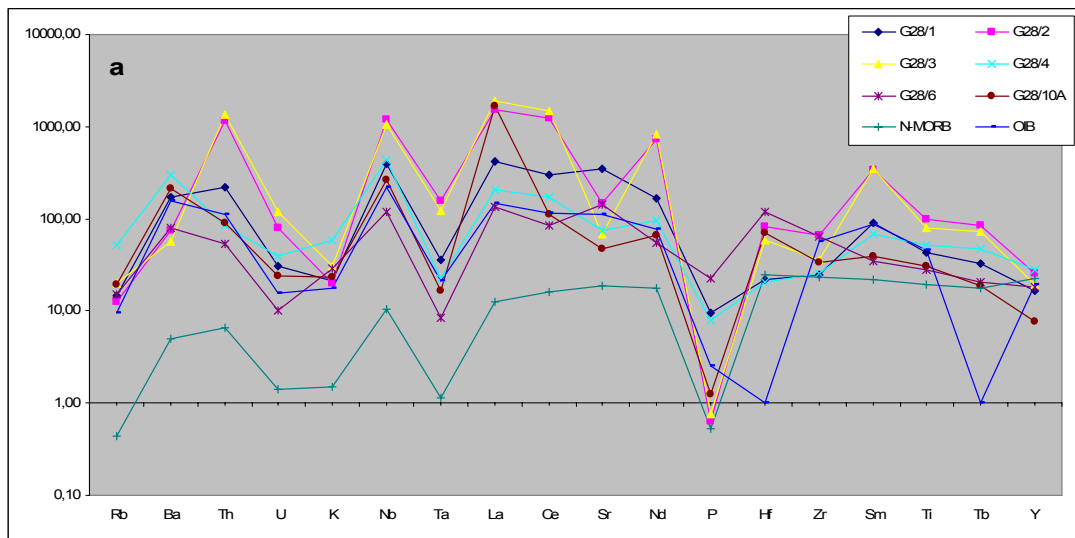
Die Spurenelementkonzentrationen sind mit Chondrit normiert (Daten nach McDonough & Sun 1995). Als Vergleichsdaten wurden N-MORB (= normal mid oceanic ridge basalt, nach Hofman 1988) und OIB (= ocean island basalt, nach Sun 1980) verwendet.

Die Multi-Elemente-Verteilungskurven der Clinopyroxenite und Melanephelinite der Bohrkerne G28 und Z4 zeigen signifikante Anreicherung der LILE (large ion lithophile elements) und HFSE (high field strength elements) bis 1000-fach Chondrit (Abb. 11.5.a,b). Mit Ausnahme von P (deutlich negative Anomalie) und Y sind sämtliche Spurenelemente im Vergleich zu N-MORB angereichert und weisen Konzentrationen im Bereich von OIB auf. Die Spurenelement-Verteilungs-Kurven der Gesteine der Bohrkerne Z3 und Z2 zeigen deutlich schwächere Anreicherung der LILE und HFSE als die Gesteine der Kerne Z4 und G28 (Abb. 12.5 c, d). Die Konzentrationen reichen maximal bis 200-fach Chondrit (Abb. 11.5 c, d).

Die meisten Dunite im Bohrkern Z2 zeigen zu N-MORB vergleichbare Verteilungskurven, Elemente wie Rb, U, K, Ta, P und Y sind im Vergleich zum Chondrit abgereichert.

In Abbildung 11.5e sind Spurenelement-Verteilungskurven der Carbonatite des Bohrkernes Z12 illustriert. Die Verteilungskurven sind generell vergleichbar mit jenen der Clinopyroxenite vom Kern G28, jedoch zeigen sich die für Carbonatite typische Abreicherung der Elemente Rb, K, P und Ti (Abb.11.6).

Auf Abbildung 11.6 sind ein bis zwei repräsentative Spurenelement-Verteilungskurven von Gesteinen der Bohrkern G28, Z4, Z3, Z2 Chondrit-normiert zusammengefasst. Der deutliche Anreicherungstrend der LILE und HFSE vom Rand des Guli Dunit Komplex (Kern Z2) weg bis zum Rand des Carbonatites (Kern G28) wird hier besonders deutlich (Abb11.6.).



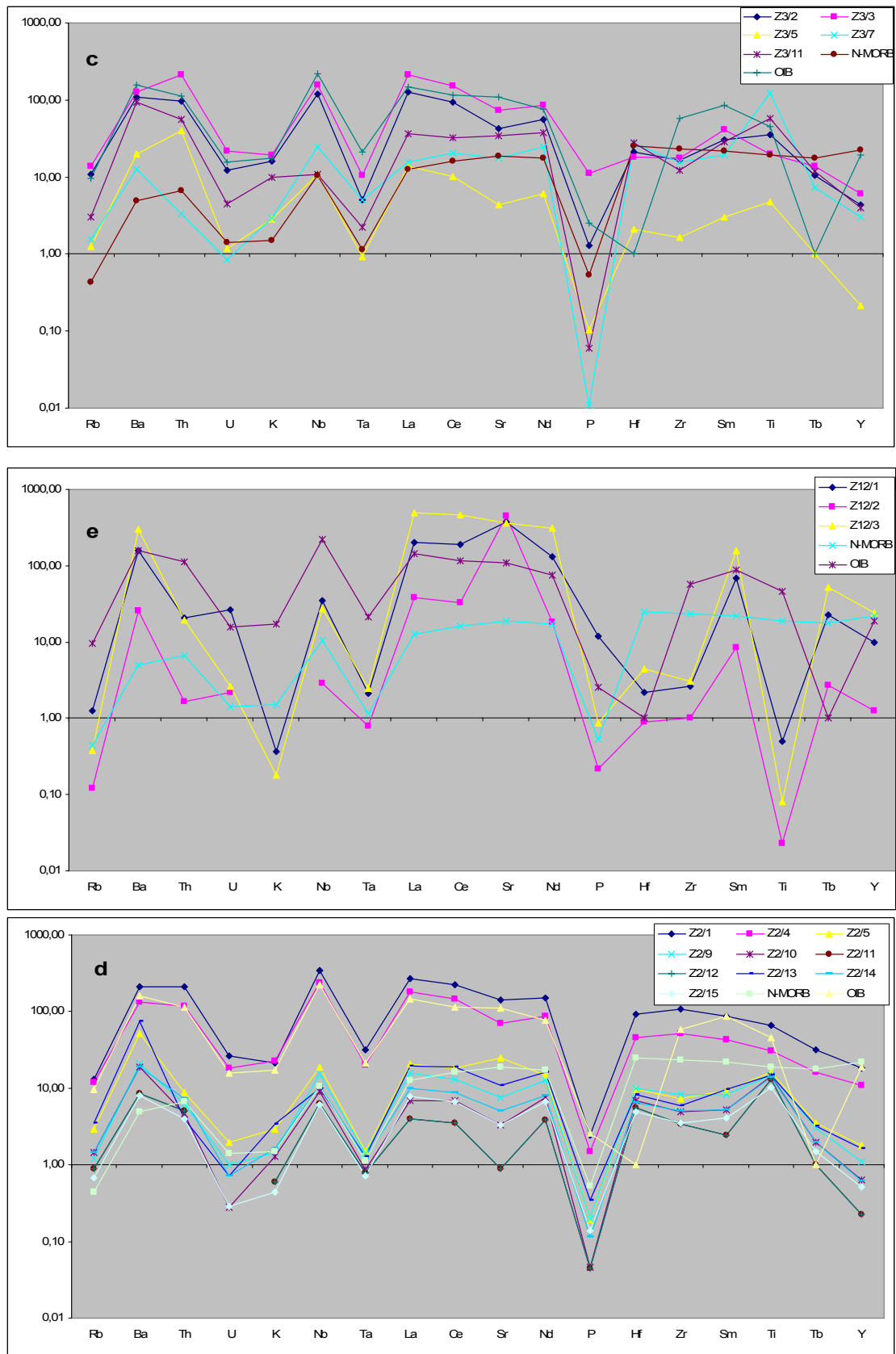


Abb.11.5: Chondrit-normierte Multi-element-Diagramme (Chondrit-Werte nach McDonough and Sun, 1995). N-MORB nach Hofman (1988) und OIB Daten nach Sun (1980).

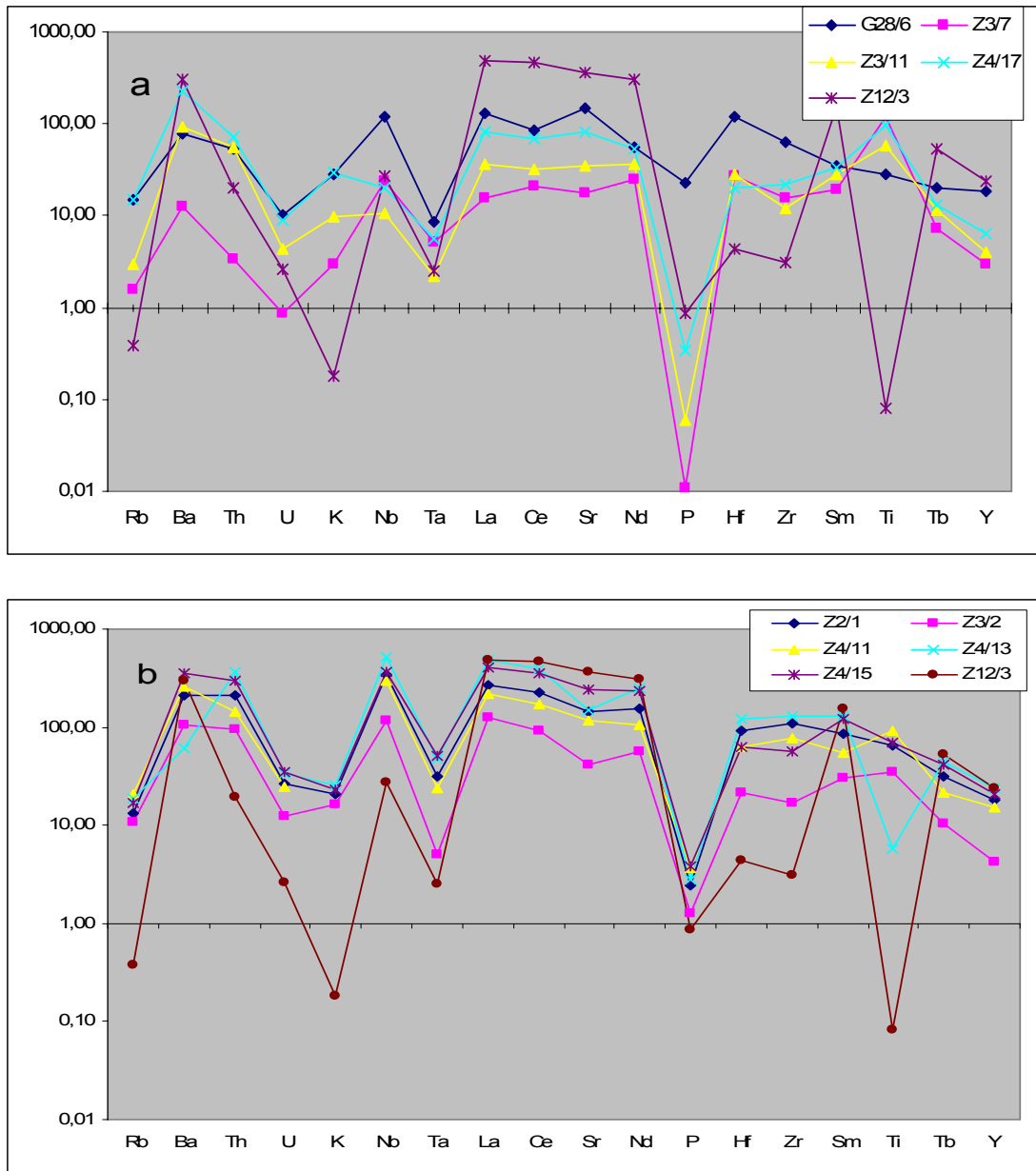


Abb.11.6. Deutliche Anreicherungstrends der Clinopyroxenite (a) und Nephelinite (b) vom Rand des Guli Dunit Komplex (Kern Z2) bis zum Carbonatit (Z12).

11.3.1. Seltene Erd-Elemente (REE)

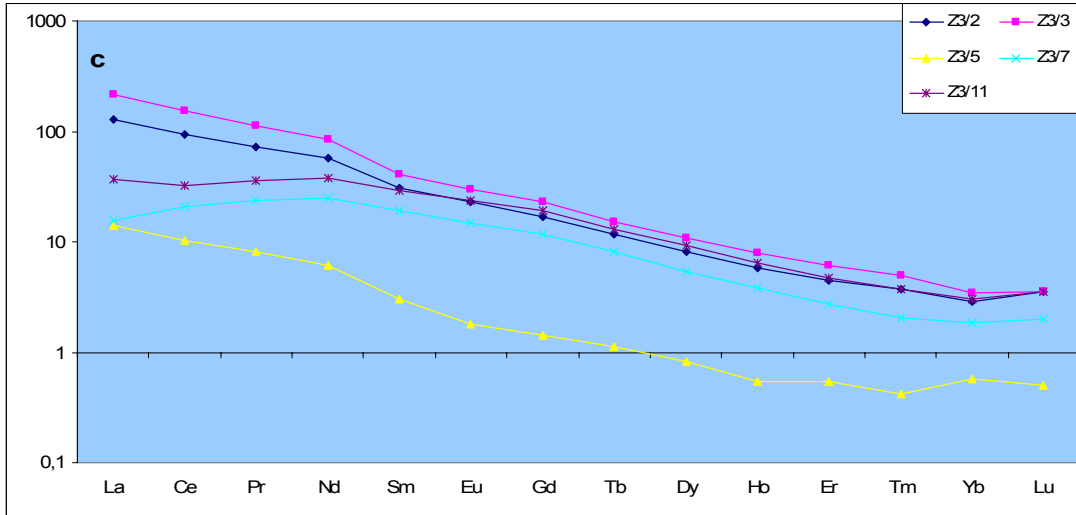
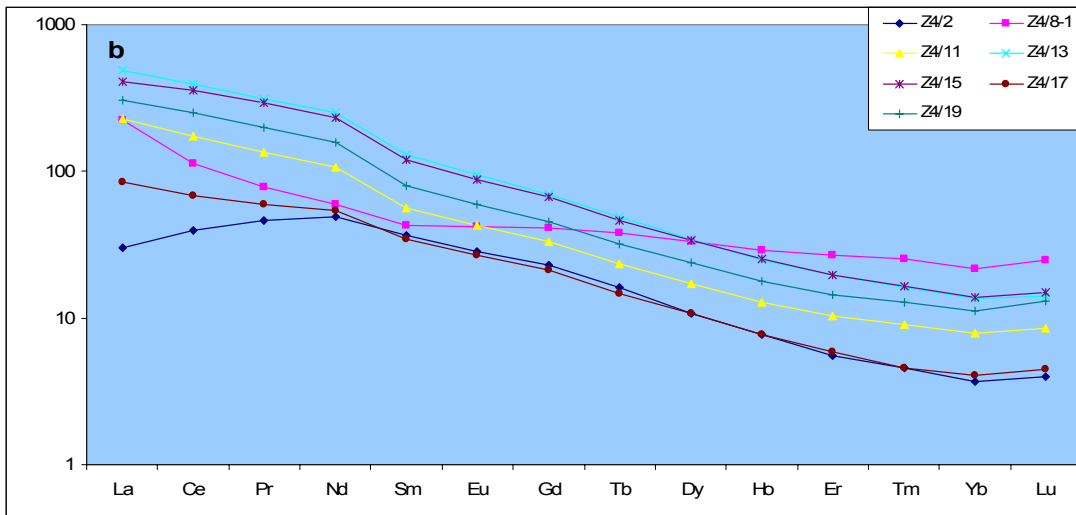
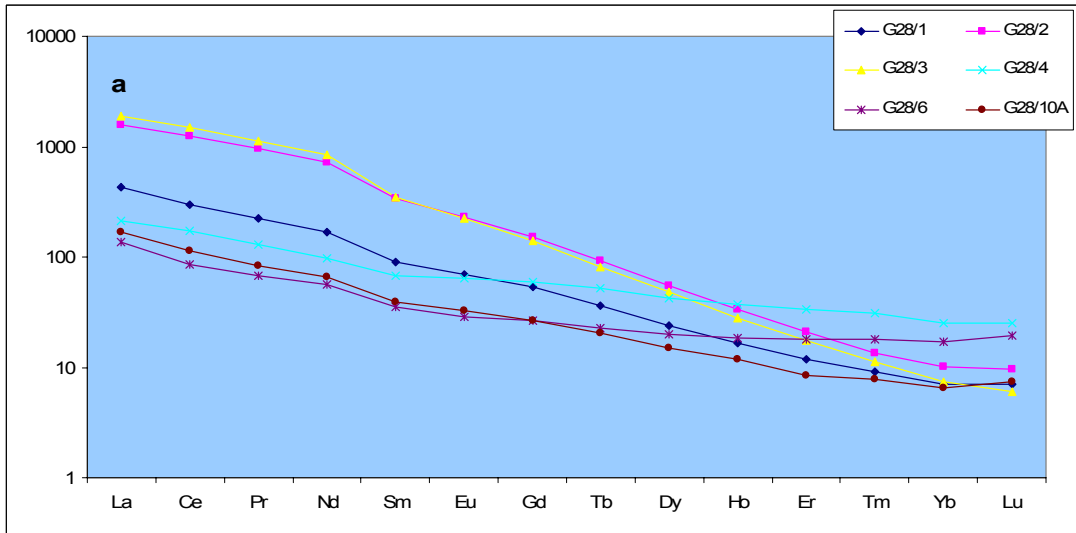
Die Chondrit-normierten REE Verteilungskurven sind in Abbildung 11.5 illustriert (Chondrit-Werte nach McDonough & Sun 1995). Generell lässt sich bei allen Verteilungskurven eine Anreicherung der LREE erkennen (Abb. 11.7). Die höchste LREE (leichte seltene Erdelemente) Anreicherung liegt in den hangenden Clinopyroxeniten des Bohrkernes G28 (Probe G28/2, G28/3) mit bis zu 2000-fach Chondrit vor (Abb. 11.7a). Die Anreicherung drückt sich auch in den La/Yb_N Verhältnissen von 153.6 bis 256.8 aus. Die im Liegenden folgenden Clinopyroxenite des Kernes G28 (Probe G28/4, G28/6, G28/10) sind in ihren REE Verteilungskurven vergleichbar mit den Nepheliniten des Bohrkernes Z4 (Abb. 11. 5a,b). Die LREE-Anreicherung liegt zwischen 80 bis 500-fach Chondrit, was sich in La/Yb_N Verhältnisse von 8.1 bis 12.1 ausdrückt. Die HREE (schwere seltene Erdelemente)-Anreicherung in den Clinopyroxeniten des Kernes G28 bewegt sich zwischen 20 bis 100-fach Chondrit (Abb. 12.7a.), die der Nephelinite im Kern Z4 zwischen 5 bis 10-fach Chondrit (Abb. 11.5b).

Die Clinopyroxenite, Wehrlite und Melanephelinite der Bohrkern Z3 und Z2 zeigen ähnliche REE Verteilungskurven wie die der Melanephelinite im Kern Z4, eine 100 bis 300-fache Chondrit LREE-Anreicherung (Abb. 11.7c,d).

Die Dunite in Bohrkernen Z3 und Z2 weisen 5 bis 13 - fache Chondrit Anreicherung und sind an HREE abgereichert (Abb. 11.7c,d).

Keine der REE Verteilungskurven zeigt eine positive Eu-Anomalie, was darauf hinweist, dass keinerlei Krustenkontamination vorhanden ist.

Zusammenfassend ist hervor zu heben, dass die REE Verteilungskurven einen der Spurenelemente sehr ähnlichen Trend erkennen lassen: Eine LILE, HFSE und LREE Anreicherung vom Rand des Guli Dunit Komplex weg zum Rand des Carbonatites (Abb.11.8).



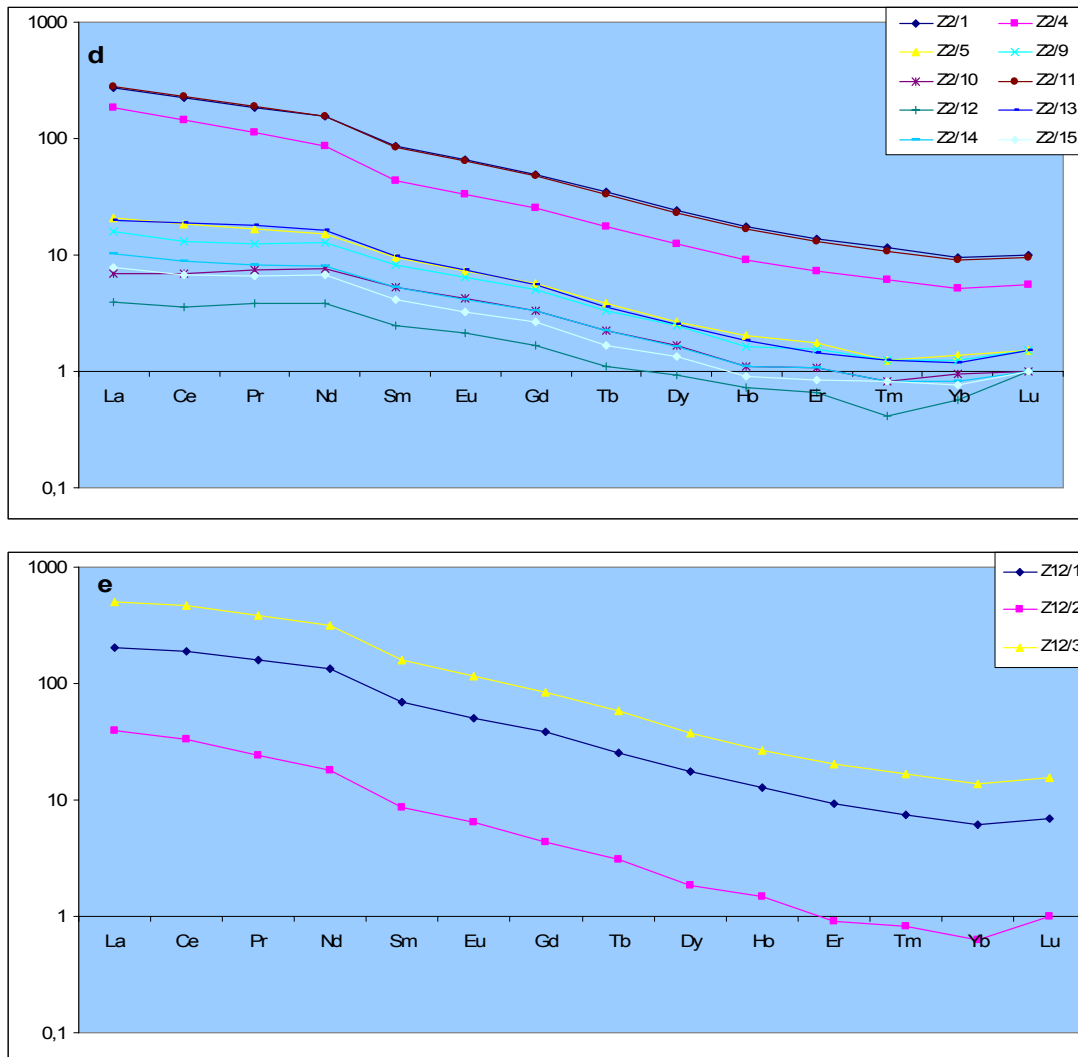


Abb.11.7: Chondrit-normiert REE Verteilungskurven (Chondrit-Werte nach McDonough and Sun, 1995).

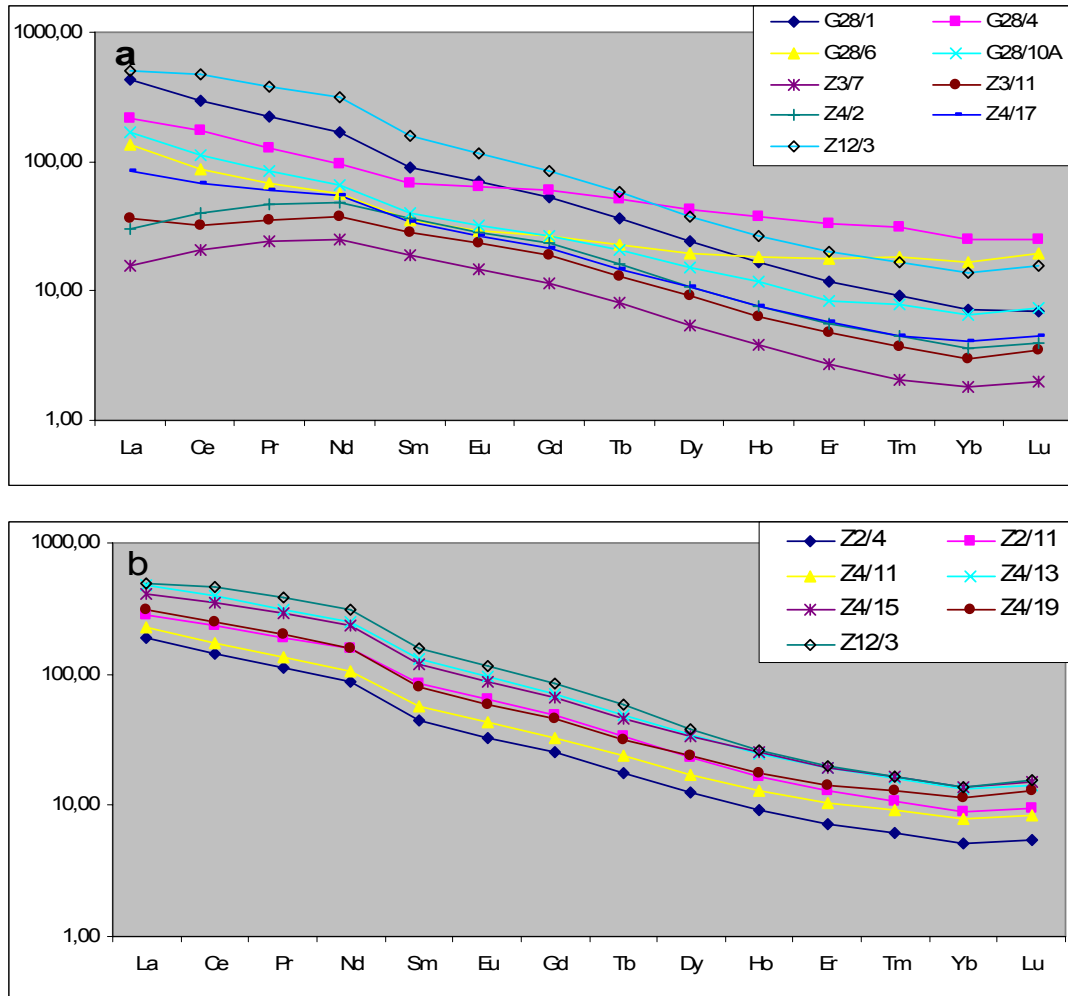


Abb.11.8. Deutliche Anreicherung der REE der Clinopyroxenite (a) und Nephelinite (b) vom Rand des Guli Dunit Komplex (Kern Z2) bis zum Carbonatit (Z12).

11.3.2. Platingruppen-Elemente (PGE)

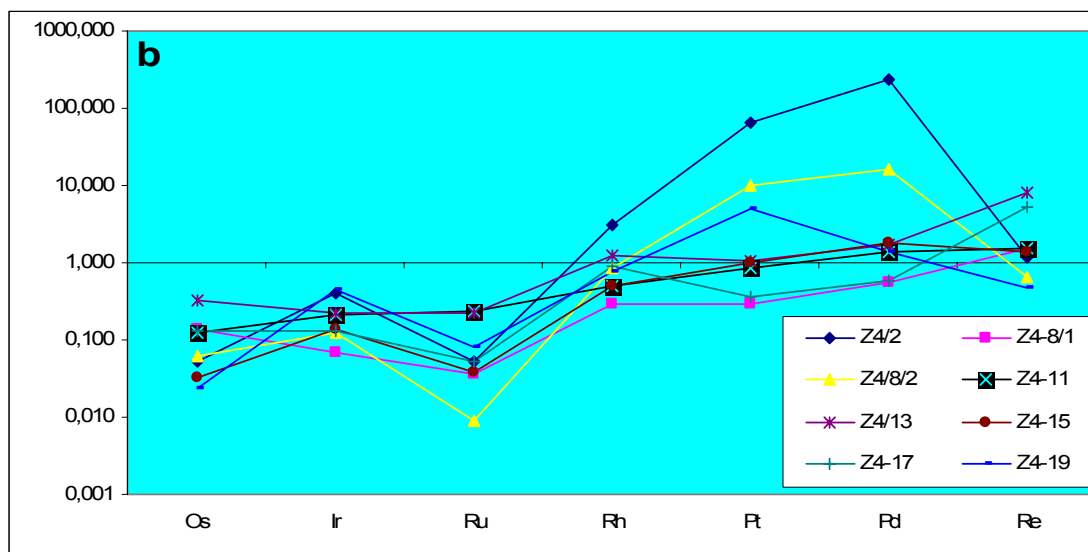
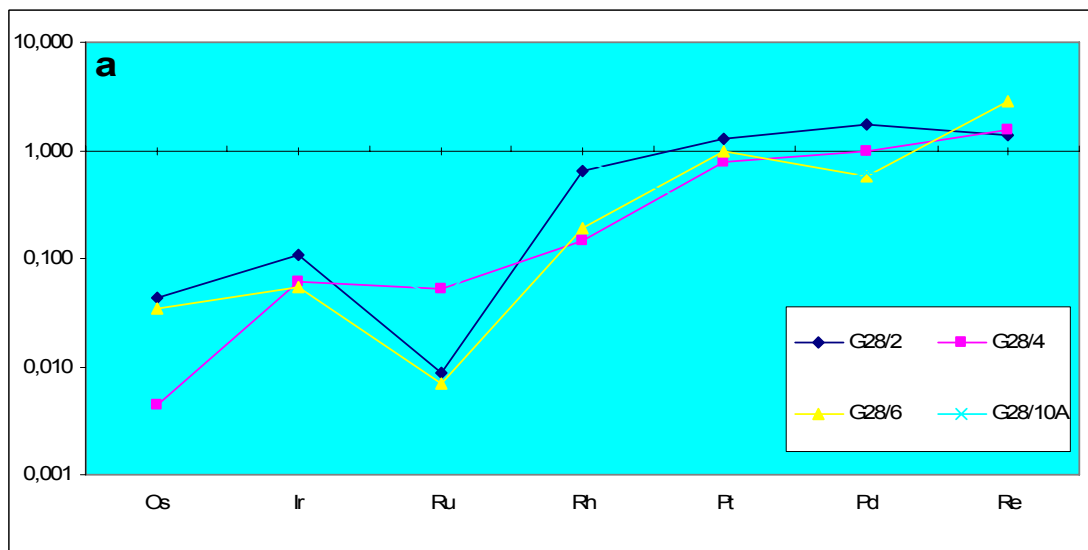
Die PGE, mit primitiven Mantelwerten (McDonough and Sun, 1995) normiert, sind in Abbildung 11.12 illustriert. Generell sind die Konzentrationen an PGE in den untersuchten Gesteinen sehr niedrig, die höchste Gehalte an PGE konnte im Clinopyroxenit des Bohrkernes Z4 (Probe Z4/2) mit 456.27 ppb Pt und 914.51 ppb Pd detektiert werden (Tab.74, siehe Anhang). Die übrigen Gehalte am IPGE (OS, Ir, Ru) liegen unter 5 ppb, die der PPGE (Rh, Pt, Pt) sind < 11 ppb.

Die PGE-Verteilungskurven der Dunite in der Bohrkernen Z2 und Z3 zeigen einen flachen abgereicherten Kurvenlauf von Os bis Rh und deutliche negative Anomalien für Pt und Pd (Abb. 11.9a).

Die Nephelinite der Bohrkern Z2, Z3, Z4 weisen einen flachen bis zick-zack Verlauf der Verteilungskurven von Os bis Ru auf und einen leicht positiven Trend für die PPGE (11.12b-d).

Die Gehalte an IPGE liegen zwischen 3.14 und 7.01 ppb, die der PPGE reichen von 13.55 bis 19.08 ppb (Tab.74, siehe Anhang).

Die Clinopyroxenite in den Bohrkernen Z4 und G28 zeigen deutliche Abreicherung der IPGE, was zu positiven Verteilungskurve führt (Abb. 11.12c,d). Wie bereits erwähnt, zeigt Clinopyroxenit-Probe Z4/2 einen signifikanten positiven Kurvenlauf durch starke Anreicherung von Pt und Pd (Abb. 11.9c).



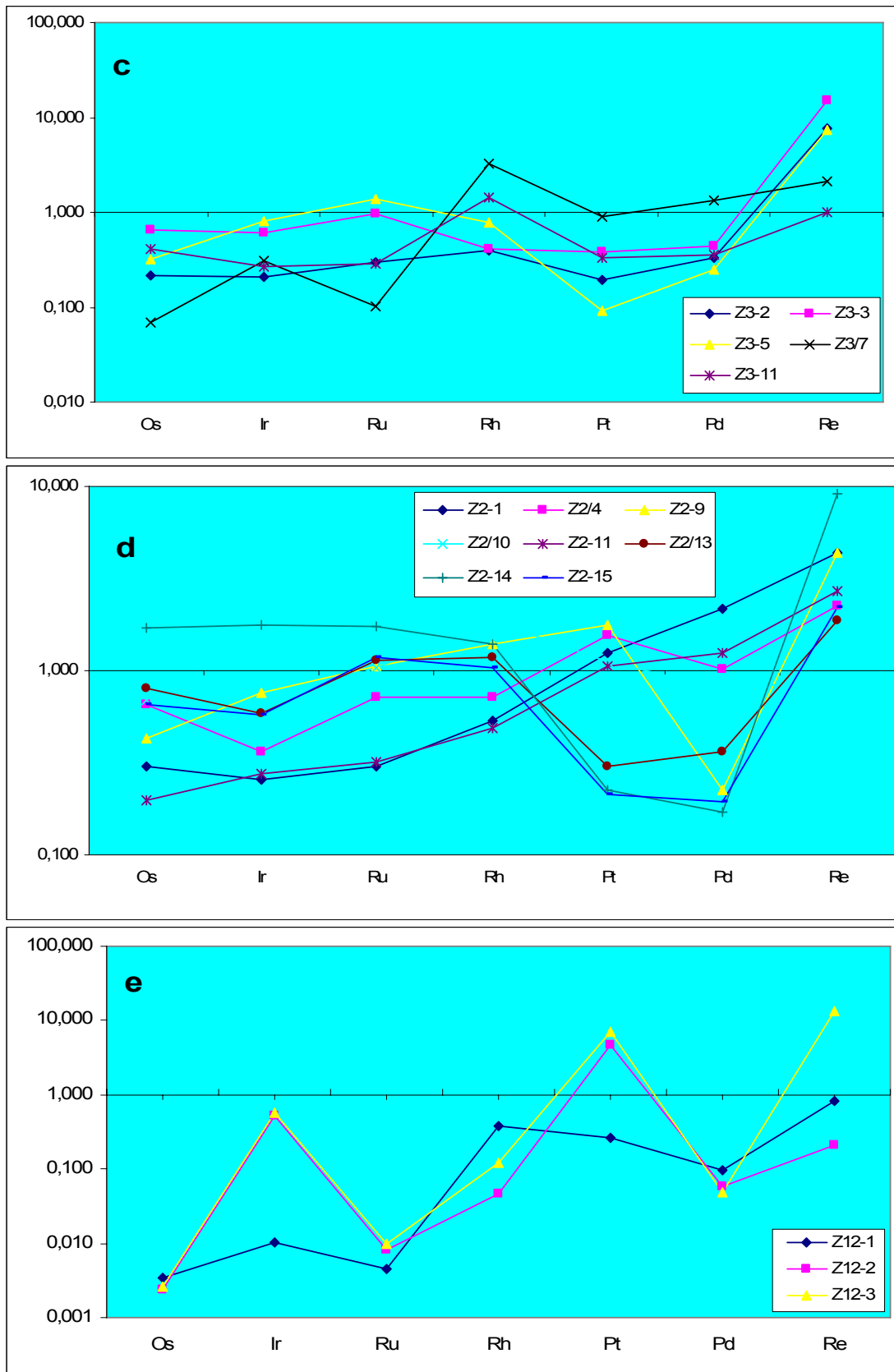


Abb.11.9: Primitiv-Mantel-normierte (PUM = primitive upper mantle) PGE Verteilungskurven. PUM Werte nach McDonough and Sun (1995).

12. Geothermobarometrie

Geothermobarometrische Kalkulationen wurden mit Hilfe des Clinopyroxen Thermometers nach Kretz (1982) und des Spinell-Olivin Thermometers nach Fabies (1969) durchgeführt. Dabei wurde der Versuch unternommen, Information über die Bildungstemperatur der untersuchten Gesteine zu eruieren und/oder Temperaturhinweise über spätere, postmagmatische Ereignisse zu bekommen.

Für die geothermobarometrische Kalkulationen wurden die mittels Elektronenstrahl-Mikrosonde analysierten Mineralchemismen herangezogen.

12.1. Das Single Clinopyroxen Thermometer

Für die Clinopyroxen Thermometrieberechnungen wurden Cpx aus Wehrilit, Clinopyroxenit, Dunit, Nephelinit und der Brekzien aus den Bohrkernen (G28, Z4, Z3, Z2) herangezogen. Das Thermometer nach Kretz (1982) ermöglicht T-Kalkulation für magmatische und metamorphe Clinopyroxene, basierend auf dem Ca-Gehalt, und dem Mg:Fe²⁺ Verhältnis der Cpx nach den folgenden Gleichungen:

$$T(^{\circ}\text{K}) = 1000 / (0.468 + 0.246 * X^{\text{Cpx}} - 0.123 * \ln(1 - 2 [\text{Ca}])) \quad \text{für } T < 1080^{\circ}$$

$$T(^{\circ}\text{K}) = 1000 / (0.054 + 0.608 * X^{\text{Cpx}} - 0.304 * \ln(1 - 2 [\text{Ca}])) \quad \text{für } T > 1080^{\circ}\text{C}$$

$$X^{\text{Cpx}} = \text{Fe}^{2+} / (\text{Fe}^{2+} + \text{Mg}) \quad \text{Fe}^{2+} \text{ Mol Fraktion in Cpx.}$$

$$[\text{Ca}] = \text{Ca} / (\text{Fe}^{2+} + \text{Mg} + \text{Ca}) \quad \text{Cpx Mol Fraktion in Cpx.}$$

Die untersuchten Clinopyroxene aus den Bohrkernen zeigen keine großen Unterschiede bezüglich ihrer Gehalte an FeO, MgO und CaO, obwohl bei anderen Komponenten, die in der thermometrischen Berechnung nicht berücksichtigt werden, Unterschiede vorhanden waren. Die Berechnungen ergeben einen Temperaturbereich zwischen 1092 und 1281 °C (Tabb.12.1).

Clinopyroxene von Melanephelinit weisen eine Temperatur von 1140-1207°C im Bohrkern Z2, im Bohrkern Z4 Temperaturen zwischen 1092 und 1182 °C auf. Cpx im Dunit (Bohrkern Z2) deutet auf Temperaturen zwischen 1231 und 1257 °C und im Clinopyroxenit zwischen 1206 und 1222°C (Bohrkern Z3) bzw 1153 und 1228 °C (Bohrkern Z4) hin.

Bohkern	Gestein	Tem(°C)
Z2	Nephelinit	1140-1207
	Dunit	1231-1257
Z3	Wehrlit	1238-1259
	Brekzie	1245-1281
	Clinopyroxenit	1206-1222
Z4	Alteration	1206-1218
	Clinopyroxenit	1153-1228
	Nephelinit	1092-1182

Tab.12.1. Clinopyroxene Thermometrieberechnungen nach Kretz (1981).

12.2. Olivin-Spinellthermometrie

Die Verteilung von Mg²⁺ und Fe²⁺ in Olivin und Spinell, in einer Gleichgewichtsparagenese ist temperaturabhängig (Fabries 1979). Der Verteilungskoeffizient $K_D (Mg/Fe)_{ol}/(Mg/Fe)_{sp}$ variiert mit der Temperatur ist aber auch von den Mol Fraktionen von Al, Cr und Fe³⁺ in der Oktaederposition abhängig (Fabries 1979):

$$Y^{Sp} = Cr / (Cr + Al + Fe^{3+}) \quad \text{Mol Fraktion im Spinell}$$

Daraus ergibt sich folgende Thermometrische Gleichung:

$$T(^{\circ}C) = (4250 Y^{Sp} + 1343) / (\ln K_D^{\circ} + 1,825 * Y^{Sp} + 0,571) \quad \text{Temp-Gleichung.}$$

Basierend auf diesem Thermometer, zeigen die Proben aus den Bohrkernen Z2 (Dunit) und Z3-5 (Dunit) eine Temperatur von 100 bis 600°C.

Spinell-Einschlüsse in Olivin ergaben Temperaturen unter 240°C. Hingegen weisen die Olivin-Spinell-Verwachsungen auf Temperaturen über 280°C hin.

Dies sind keine primär magmatischen Temperaturen. Ein offensichtliches Problem bei der T-Kalkulation auf der Basis von Olivin-Spinell ist, dass die Spinelle Chromite sein sollten. In den vorliegenden Proben waren die Cr₂O₃-Gehalte in Spinell maximal 22.65 Gew.%. Daher sind T-Kalkulationen mit Vorsicht zu behandeln (Fabries 1979).

Betrachtet man jedoch die kalkulierten Temperaturen als realistisch, so können diese nur als postmagmatische Reequilibrierungstemperaturen interpretiert werden.

12.3. Sauerstoffugazität

Die Sauerstoffugazität wurde nach dem fO₂-Sensor von Ballhaus (1991) berechnet. Dieser Sensor basiert in ersten Linie auf dem F³⁺-Gehalt neben Cr und Al im Spinell koexistierend mit Olivin. Weiters werden die Fe²⁺ und Mg-Gehalte im Spinell und Olivin herangezogen. Das fO₂-Barometer basiert auf der Abweichung vom Fayalit-Magnetit-Quartz (FMQ) Buffer. Der fO₂-Sensor ist für sämtliche Spinell-Zusammensetzungen anwendbar, bis zu Temperaturen unter 800°C. Obwohl die mittels des Thermometers nach Fabries (1979) ermittelten Daten keine magmatischen Temperaturen sind, wurden die fO₂-Bedingungen versuchsweise ermittelt. Die Berechnungen ergeben fO₂-Werte +2 bis +4. Dies sind keine typischen fO₂-Bedingungen für ultramafische Gesteine. Mantelgesteine haben nach Ballhaus (1991) und O'NEILL (1987) eine Sauerstoffugazität unter +2. Diese hohen fO₂-Bedingungen sind vermutlich das Resultat metasomatischer Prozesse.

$$\Delta \log(fO_2)^{FMQ} = 0.27 + 2505/T - 400 \cdot P/T - 6 \cdot \log(X_{Fe^{ol}}) \\ - 3200 \cdot (1 - X_{Fe^{ol}})^2/T + 2 \cdot \log(X_{Fe^{2+}^{sp}}) \\ + 4 \cdot \log(X_{Fe^{3+}^{sp}}) + 2630 \cdot (X_{Al^{sp}})^2/T.$$

$$X_{Fe^{ol}} = Fe^{2+} / (Fe^{2+} + Mg) \quad X_{Fe^{2+}^{sp}} = Fe^{2+} / (Fe^{2+} + Mg)$$

$$X_{Fe^{3+}^{sp}} = Fe^{3+} / (Fe^{2+} + Al + Cr) \quad X_{Al^{sp}} = Al / (Fe^{3+} + Al + Cr)$$

13.1. Schmelz-Einschlüsse in Mineralien

Bei einigen Proben wurden mikroskopisch Schmelzeinschlüsse in den alkali-ultramafischen Gesteinen untersucht. Schmelzeinschlüsse konnten in den Mineralphasen Olivin (Probe Z3-5; Z2-9, Z2-10), Clinopyroxen (Probe G28-2, G28-6A, Z3-11), Perovskite(Probe G28-2, G28-3, G28-3), Nepheline (Probe G28-6A), Calcit und Apatite (G28-6A, Z3-2, Z3-3) beobachtet werden. In Abbildungen 13.1 sind typische, meist oval geformte, polyminerale Schmelzeinschlüsse in Perowskit illustriert.

Detailuntersuchungen von Schmelzeinschlüssen wurden bei den Proben G28-2 und G28-6A in Clinopyroxen, Perowskit, Nepheline, Apatit und Calcit durchgeführt.

Die Schmelzeinschlüsse liegen als einphasige aber auch als mehrphasige, komplexe Schmelzeinschlüsse und komplexe Schmelz-Fluid- Einschlüsse vor.

Eine qualitative und quantitative Bestimmung der Mineralphasen in den untersuchten Schmelzeinschlüssen erfolgte mit der Raman Spektroskopie und der Mikrosonde (Tab.65-68, siehe Anhang).

Clinopyroxen		Perovskit		Nephelin		Apatit
Phl		Cpx		Ägr		Phl
Mt		Phl		Sod		Ti-Grt
Per		Woll		Cal		Ägr
Cal		Ti-Grt		K-fs		
Sod		Sod				
Ti-Grt		Sphe				
Chl		Ap				
K-fs		Plg				

Tab.13.1. Übersicht über die identifizierten Mineralphasen in den Schmelzeinschlüssen in Clinopyroxen, Perovskit, Nephelin und Apatit.

In Tabelle 13.1 sind die in den Schmelzeinschlüssen identifizierten Mineralphasen zusammengefasst. Folgende Mineralphasen konnten beobachtet werden: Magnetit, Titanit, Perovskit, Apatit, Calcit Sodalit, K-Feldspat, Ägirine, Ti-Granat, Sphene, Chlorit, Wolastonit und Sulfide Pyrit-Chalcopyrit.

Eingeschlossene Phlogopite in Clinopyroxen unterscheiden sich von den eingeschlossenen Phlogopiten in Perovskiten in ihren Ti-Gehalt. Während Ti-Gehalte des Phlogopites im Cpx

< 0.50 Gew.% betragen, liegen die TiO_2 -Gehalte des Phlogopites im Perowskit über 0.97 Gew.%.

Eingeschlossene Clinopyroxene haben eine sehr unterschiedliche Zusammensetzung im Vergleich zu primären Clinopyroxenen. Die eingeschlossenen Clinopyroxene haben hohe Ti, Al und Na-Gehalte. Natrium schwankt zwischen 2.38 und 8.99 Gew%, Titan von 0.16 bis 1.55 Gew% TiO_2 und Aluminium erreicht bis 5.93 Gew.% Al_2O_3 . In der Clinopyroxen-Matrix treten in Verbindung mit Fluid- oder Schmelzeinschlüsse sehr oft gelb-grünliche Zonen auf (vgl. Kap.9). Diese Zonen sind durch hohe Konzentration an Al, Ti, Fe und Na (Probe Cpx-19) charakterisiert. Es kann vermutet werden, dass ein Kationenaustausch zwischen Cpx Matrix und Fluid verursacht ist..

Sodalit stellt den häufigsten Einschluss dar, der in in fast allen Mineralien auftritt. In der Zusammensetzung enthält dieser etwa 10 Gew.% Chlor (qualitativ untersucht).

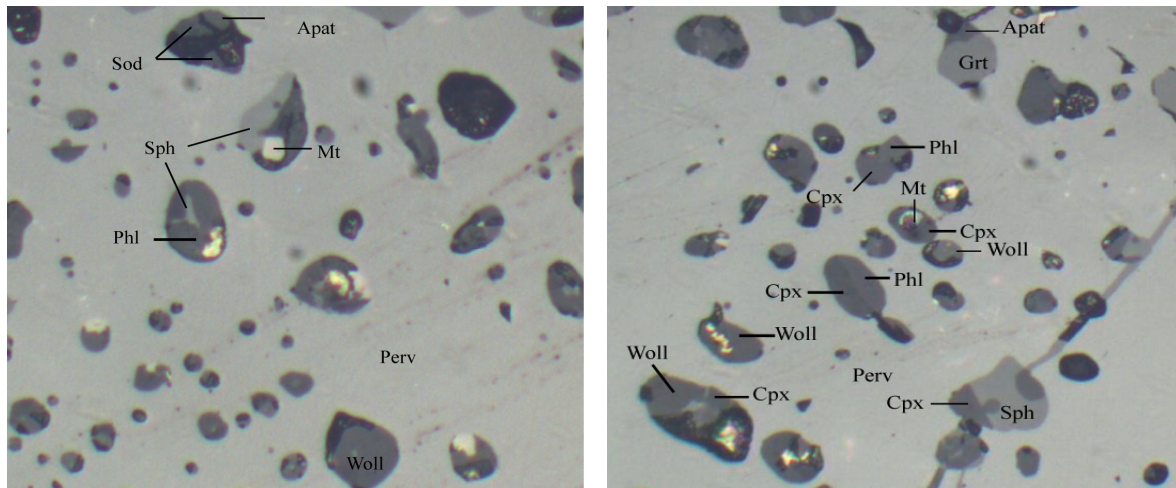


Abb.13.2: Mikroskopbild im Auflicht unter paralleler Stellung der Polarisatoren. Schmelzeinschlüsse in einer Perovskite Probe G28-2 (Bildbreite etwa 170 μm).

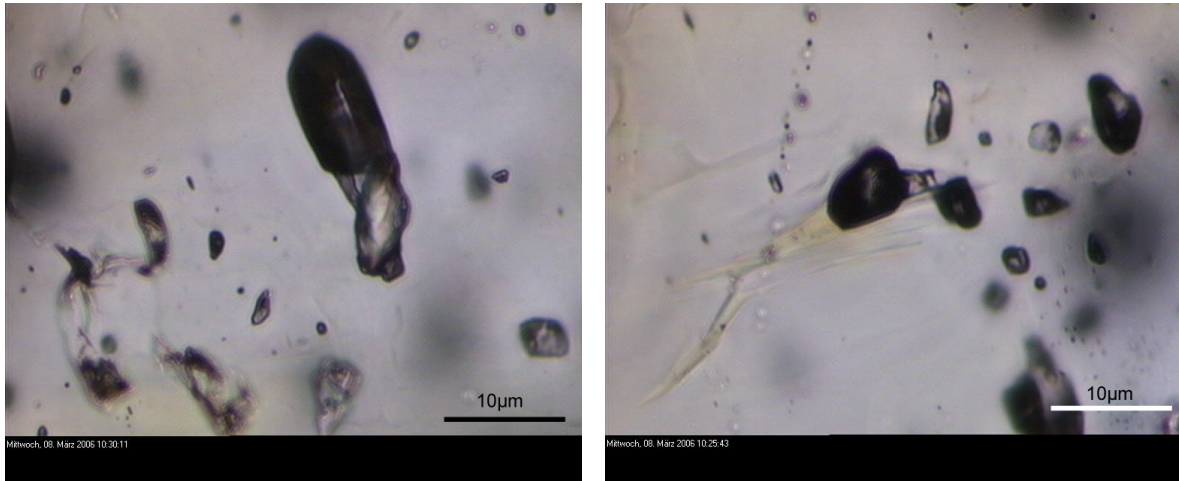


Abb.13.1: Mikroskopbild im Durchlicht unter paralleler Stellung der Polarisatoren. Schmelzeinschlüsse in einer Clinopyroxen Probe G28-2 (Durchlicht Bilder).

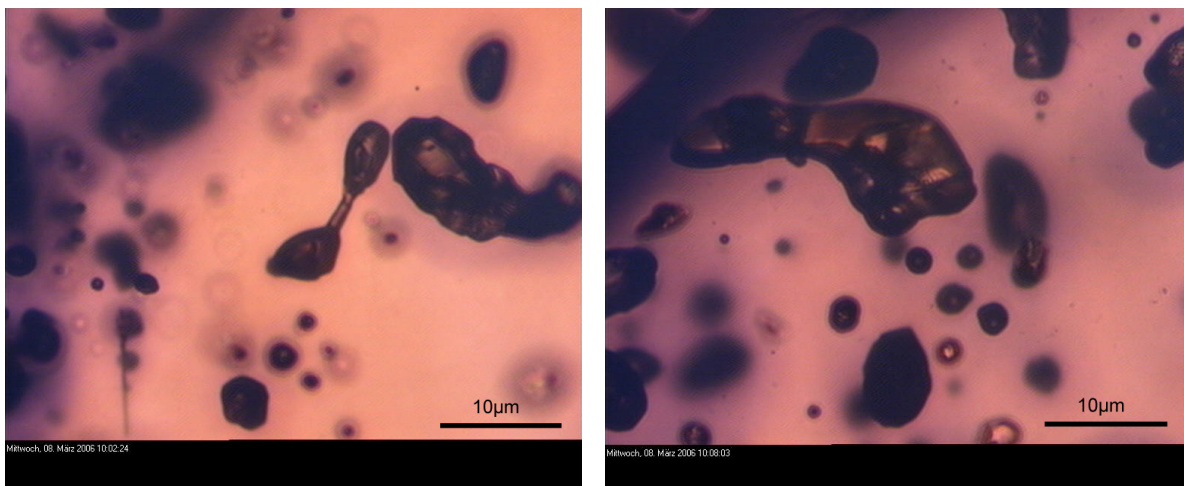


Abb.13.2: Mikroskopbild im Durchlicht unter paralleler Stellung der Polarisatoren. Schmelzeinschlüsse in Perovskit Probe G28-2.

14. Flüssigkeitseinschlüsse (FI) – Mikrothermometrie

Flüssigkeitseinschlüsse wurden in Nepheline, Apatite und Calcite untersucht. Es kann eine große Variabilität der Flüssigkeitseinschlüsse in Form und Zusammensetzung festgestellt werden. Bezüglich der Form treten sphärische, elongiert ovale und unregelmäßige Einschlüsse auf. Die untersuchten Einschlüsse lassen sich in zwei Gruppen einteilen. Eine Gruppe enthält nur zwei Phasen L+V und die zweite Gruppe enthält L+V+S. Die Einschlüsse mit Fluiden Phasen L-V und jene mit Solid Phasen (S) im Einschluss lassen sich hinsichtlich der Schmelztemperatur (T_m) in verschiedene Typen unterteilen. Die FI (unter $15\ \mu\text{m}$ groß) homogenisieren bei einer Temperatur von $140\ ^\circ\text{C}$ bis $406\ ^\circ\text{C}$. Unter hohen Salinitätsbedingungen (bis 20 % NaCl) schmelzen sie bei Temperaturen zwischen ($-1.4\ ^\circ\text{C}$) und ($-5\ ^\circ\text{C}$).

Die Homogenisierungstemperatur der Fluide stellt die minimale Bildungstemperatur der Mineralien dar.

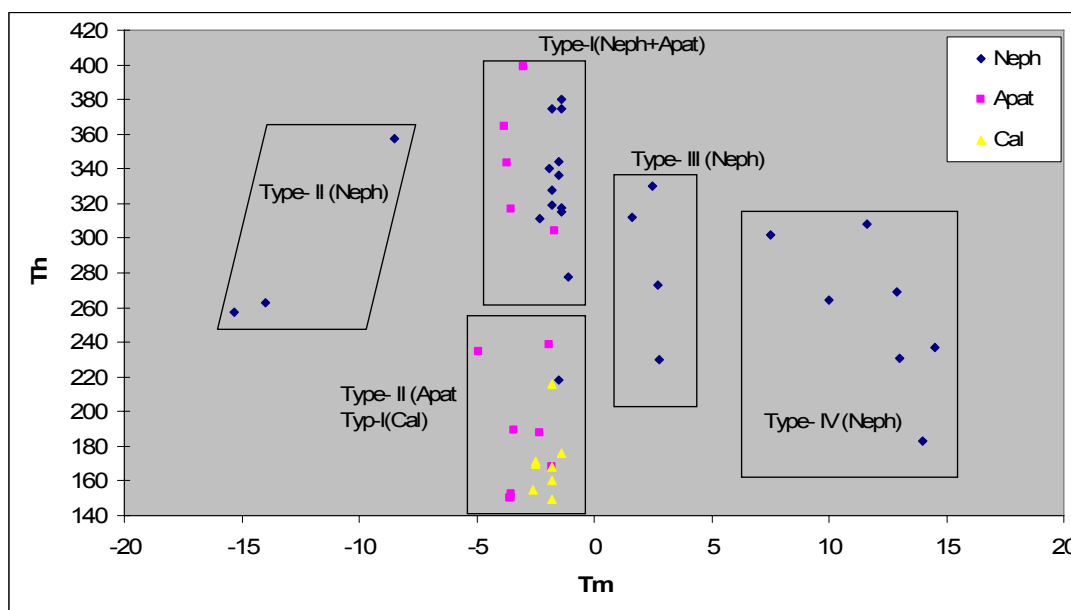


Abb.14.10: Homogenisierungstemperaturen (T_h) und Schmelztemperaturen (T_m) der untersuchten Flüssigkeitseinschlüsse.

14.1. Flüssigkeitseinschlüsse im Nephelin

Im Nephelin liegt eine große Anzahl an Einschlüssen über die ganze Teil den Mineralphase verteilt vor. In diesem Fall ist es sehr schwierig die primären Flüssigkeitseinschlüsse von sekundären zu unterscheiden. Die Einschlüsse enthalten L+V und zusätzlich feste Phasen. Die eingefangene feste Phase wird als "Accidental inclusion" bezeichnet. Phlogopite, Calcite, Apatite und Graphit (?) konnten auf der Basis von Ramanspektroskopie als feste Phasen in den FI identifiziert werden

Multiphasige FI lassen sich auf der Basis der volumetrischen Verhältnisse bei Raumtemperatur, der Schmelztemperatur und der Anzahl der Phasen (L-V-S), in folgende Typen unterteilen:

Typ - I

Zwei Phasige Einschlüsse (L+V) im System H₂O-Salz. Die Homogenisierungstemperatur (Th) reicht von 218 bis 406 °C, Schmelztemperaturen liegen zwischen – 1.4 °C und -2.3°C was Salinitäten von 2.4 bis 4.1 äq.mass % NaCl entspricht.

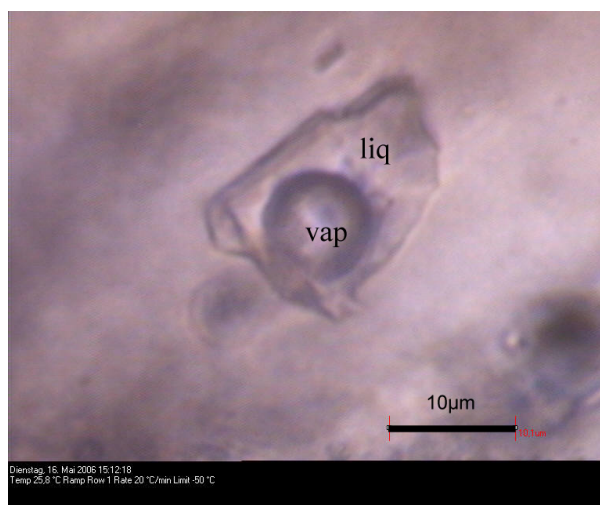


Abb.14.1: Mikroskopbild im Durchlicht unter paralleler Stellung der Polarisatoren, FI Typ-I.

Tf (°C)	-43,5
Tm (°C)	-2,3
Th (°C)	311,5

Typ - II

FI mit der Phasenzusammensetzung (L+V+S), wobei als feste Phase Phlogopit auftritt. Diese FI haben Homogenisierungstemperaturen zwischen 257,1 und 357,3 °C und Schmelztemperaturen (T_m) von -8,5 und -14,8 °C, was hohen Salinitätsgehalten von 12,3 bis 19,9 äq.mass % NaCl entspricht.

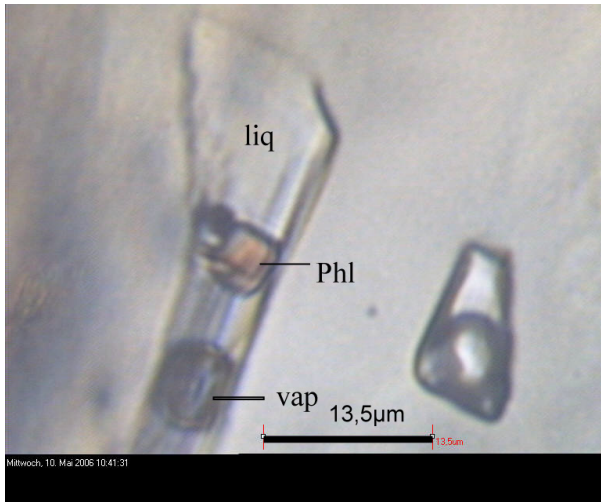


Abb.15.2: Mikroskopbild im Durchlicht unter paralleler Stellung der Polarisatoren, FI Typ-II (L+V+S),S-Phl+2 unidentifizierte Phasen.

T _f (°C)	-53,8
T _m (°C)	-8,5
T _h (°C)	357,3

Typ - III

Zu diesem Typ gehören FI mit oder ohne feste Phase(L+V±S), aber mit einer Schmelztemperatur (T_m) zwischen 1,6 und 2,7°C. Die totale Homogenisierungstemperatur liegt zwischen 273 und 330°C.

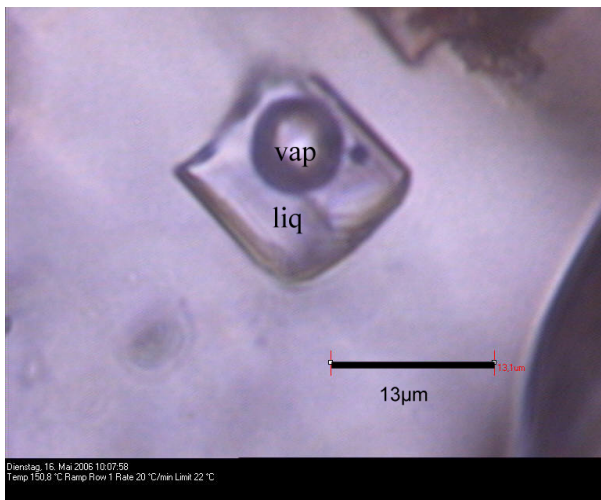


Abb.15.3: Mikroskopbild im Durchlicht unter paralleler Stellung der Polarisatoren, FI Typ-III (L+V±S).

T _f (°C)	-57
T _m (°C)	2,5
T _h (°C)	330

Tvp – IV

Zu dieser Gruppe gehören Einschlüsse im System H₂O-Salz bzw. (L+V±S) mit sehr hohen Schmelztemperaturen von 7.5 bis 14.5 °C. Die totale Homogenisierungstemperatur liegt zwischen 237 bis 308 °C. Mit Ausnahme eines gemessenen Einschlusses mit einer Homogenisierungstemperatur (Th) von 183 °C, der quer zu den untersuchten Einschlüssen (sekundärer FI) orientiert ist.

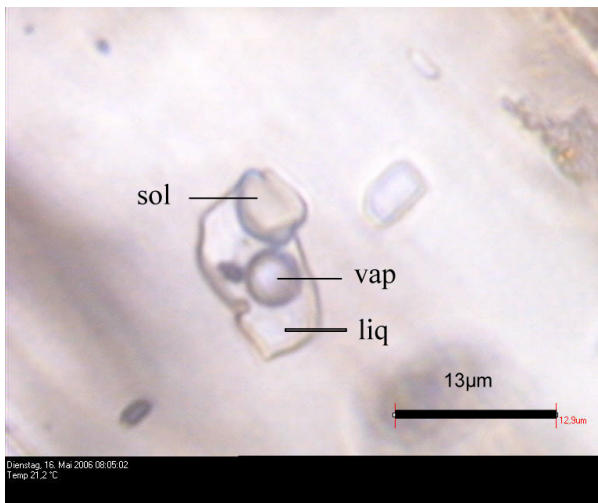


Abb.15.4: Mikroskopbild im Durchlicht unter paralleler Stellung der Polarisatoren, FI Typ-III (L+V±S).

Tf (°C)	-50
Tm (°C)	10
Th (°C)	264

14.2. FI im Apatit

Die eingefangenen Fluide in Apatiten treten gewöhnlich in elongierter oder in sphärischer Form, selten unregelmäßig auf. Die FI lassen sich durch die Totalhomogenisierungstemperatur und durch die auftretenden Phasen(L-V-S), in zwei Typen gliedern. Beide Typen haben Salinitäten von 2.7 bis 7 eq.mass % NaCl, mit Ausnahme eines FI mit einer Salinität von 20.9 äq.mass % NaCl.

Typ-I

In diesen Einschlüssen treten nur zwei Phasen im System H₂O-Salz (L+V) mit Schmelztemperaturen von -1.7 bis -4.9 °C und Totalhomogenisierungstemperaturen von 234.9 bis 398.6 °C auf. FI dieser Gruppe sind im Prinzip sehr ähnlich mit Fluiden vom Typ- I in Nephelin mit etwas höheren Salinitätsgehalten. Die Homogenisierungstemperatur liegt im Bereich der FI im Nephelin.

Typ-II

Einschlüsse dieses Typs, H₂O-Salz (L+V±S), haben deutlich niedrigere Homogenisierungstemperaturen von 149.8 °C bis 188.9 °C, wobei als feste Phase Phlogopit auftritt.

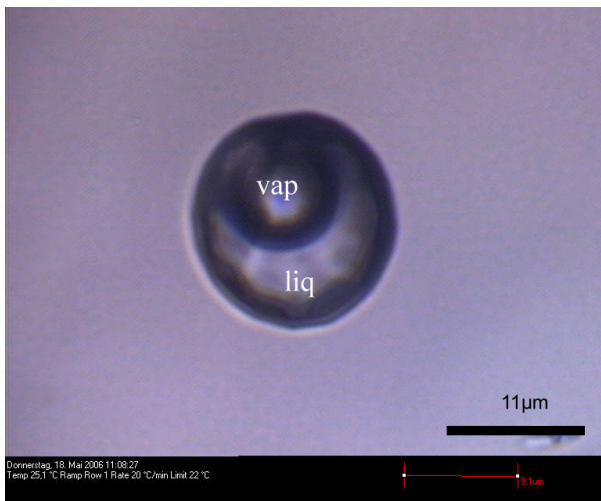


Abb.15.5: Mikroskopbild im Durchlicht unter paralleler Stellung der Polarisatoren, FI Typ-I (L+V).

Tf (°C)	-46,5
Tm (°C)	-3,7
Th (°C)	343,5

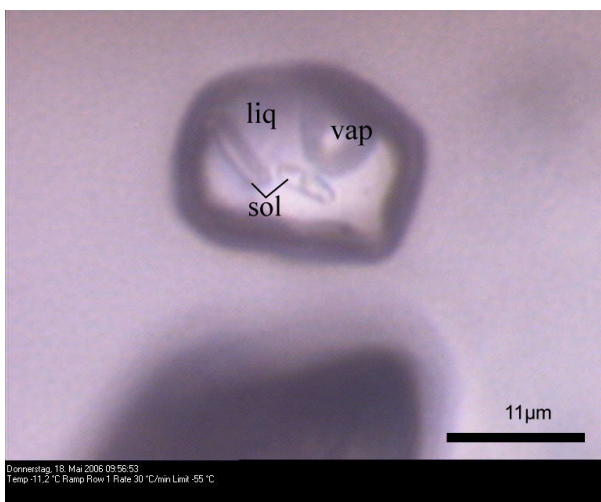


Abb.15.6: Mikroskopbild im Durchlicht unter paralleler Stellung der Polarisatoren FI Typ-II (L+V± S).

Tf (°C)	-51
Tm (°C)	-3,5
Th (°C)	150

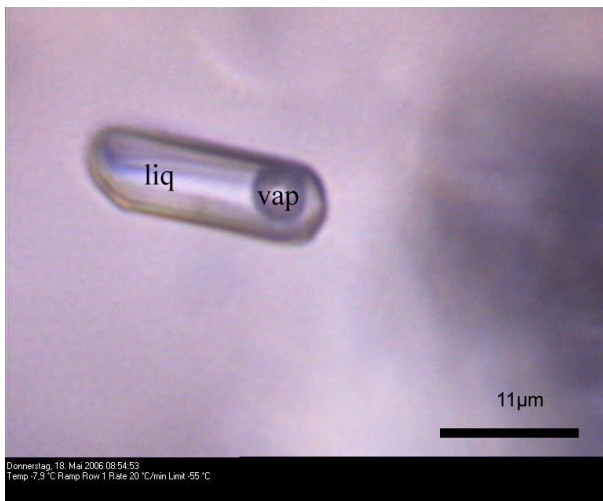


Abb.15.7: Mikroskopbild im Durchlicht unter paralleler Stellung der Polarisatoren, FI Typ-II (L+V±S).

Tf (°C)	-51
Tm (°C)	-3,4
Th (°C)	188,9

14.3. FI in Calcit

Im Calcit sind die Einschlüsse nur zweiphasig (L+V) mit Homogenisierungstemperaturen zwischen 140 und 216 °C und Schmelztemperaturen zwischen -1.4 und -2.6. Die Apatit Flüssigkeitseinschlüsse des Typ- II haben Homogenisierungstemperaturen in demselben Bereich. Die Salinität liegt im Bereich von 2.7 bis 4.1 äq.mass % NaCl.

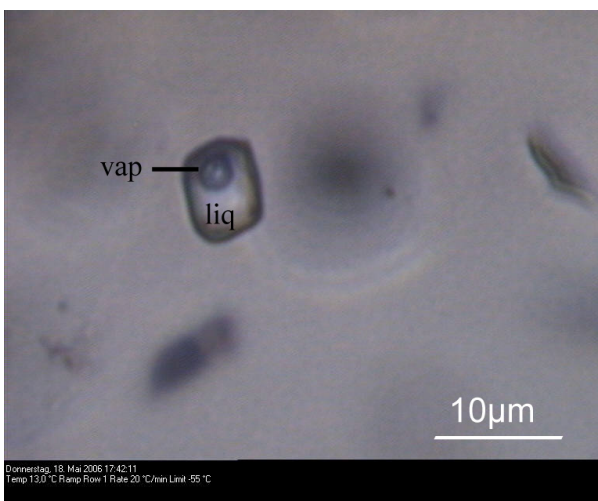


Abb.15.8. Mikroskopbild im Durchlicht unter paralleler Stellung der Polarisatoren, FI in Calcite (L+V).

Tf (°C)	-44
Tm (°C)	-2,5
Th (°C)	170,2

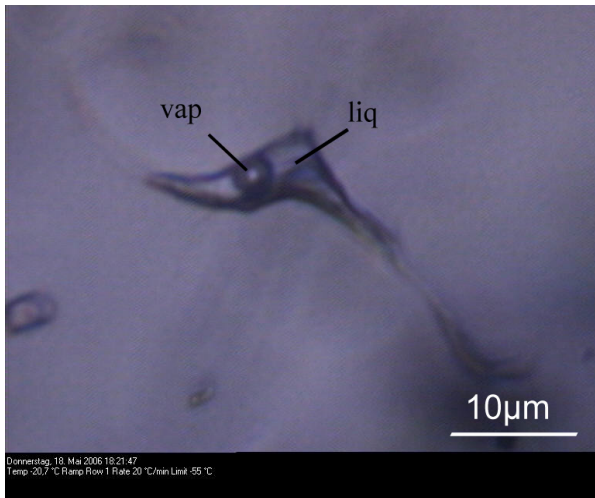


Abb.15.9. Mikroskopbild im Durchlicht unter paralleler Stellung der Polarisatoren FI in Calcite (L+V).

Tf (°C)	-42,6
Tm (°C)	-1,8
Th (°C)	160,1

Mineral	Typ		min	max
Nephelin	Typ-I	Tf (-°C)	39.5	59.5
		Tf (-°C)	1.4	2.3
		Th	218	406
		V Vol %	14.3	46
		L Dichte	0.55	0.9
		Salinität %	2.4	4.1
	Typ-II	Tf (-°C)	41	68
		Tf (-°C)	8.5	14.8
		Th	257.1	357.3
		V Vol %	1.5	12.5
		Dichte	0.96	1.14
		Salinität %	12.3	19.9
	Typ-III	Tf (-°C)	40.2	57
		Tm(+°C)	1.6	2.7
		Th	273	330
		V Vol %	22.5	24.6
		Dichte	0.75	0.78
		Salinität %		
	Typ-IV	Tf (-°C)	50	68
Tm (+°C)		7.5	14.5	
Th		183	308	
V Vol %		9.3	28.9	
Dichte		0.71	0.9	
Apatit	Typ-I	Tf(-°C)	30.1	69.5
		Tf(-°C)	1.7	4.9
		Th	234.9	398.6
		V Vol %	16.9	36.7
		Dichte	0.66	0.88
		Salinität %	2.8	7(20.9)
	Typ-II	Tf(-°C)	50.7	51.5
		Tf(-°C)	2.3	3.6
		Th	149.8	188.9
		V Vol %	8.7	16.9
		Dichte	0.87	0.96
		Salinität %	3.8	5.8
Calcit		Tf(-°C)	42.3	44.6
		Tf(-°C)	1.4	2.6
		Th	140	216
		V Vol %	7	26.7
		Dichte	0.78	0.96
		Salinität %	2.7	4.1

Tab.15.1: Übersicht der Minima und Maxima von Tf- Gefriertemperatur, Th- Homogenisierungstemperatur der untersuchten FI.

15. ISOTOPENUNTERSUCHUNGEN

Radiometrische Untersuchungen wurden in den Gold Nuggets mittels der U/Pb Methode versucht (durchgeführt am Dep. Earth and Planetary Science, Macquarie University, Sydney, Australien). Der Versuch war nicht erfolgreich. Die Daten sind nicht interpretierbar.

Perowskite aus einem Clinopyroxenitgestein des Bohrkernes G28 wurden mit der U/Pb Methode untersucht. Die Analysen wurden mittels LA-ICP-MS am Dep. für Lithosphärenforschung, Universität Wien, durchgeführt.

Die Ergebnisse sind in Abbildungen 15.1 zusammengefasst. Die $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ Verhältnisse liegen zwischen 67 und 115,4, die $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ Verhältnisse zwischen 19,2-23,0.

Die Daten ergeben durchweg discordante U/Pb Alter, woraus sich ein Alter zwischen 236 ± 24 Ma (MSWD = 0,59) und $250,8 \pm 3,5$ Ma (MSWD = 0,63) ergibt. Ein Alter um 250 Ma ist gut mit Daten von Baddeleyit aus dem Carbonatit (Sandra et al. 2003 und Kogarko & Zartman 2007) von $250,2 \pm 0,3$ Ma bzw. 250 ± 9 Ma zu vergleichen. Weiters ist das Alter um 250 Ma mit dem Alter der Flut – Basalte der Siberischen Plattform vergleichbar, was darauf hinweist, dass die Flut – Basalte und die Intrusion der Carbonatite ungefähr zum selben Zeitpunkt erfolgte.

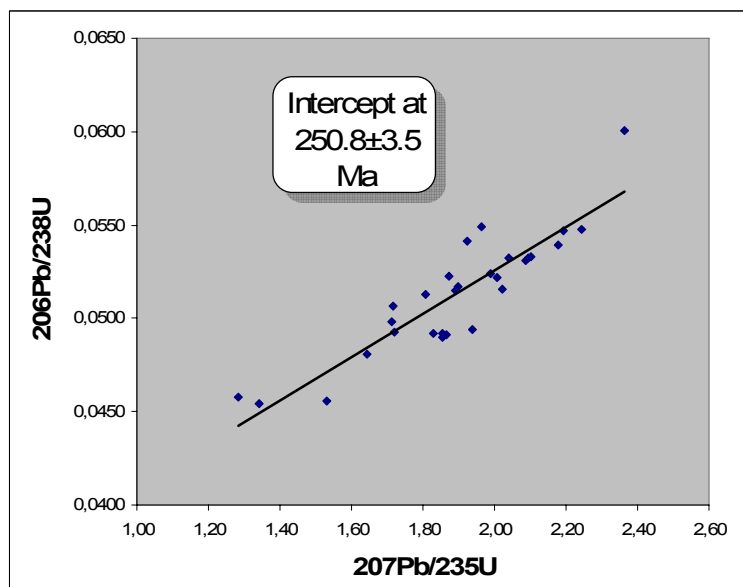


Abb.15.1. Perovskite Daten im Diagramm $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ vs. $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$.

16. DISKUSSION

16.1. Die Au-Gehalte in der Alkali-Ultramafit-Sequenz

Die Ergebnisse der detaillierten Untersuchung der festen Einschlüsse in dem Au-Nuggets ließ eine Herkunft des Goldes aus dieser alkaline Gesteinsabfolge des Guli Massivs vermuten (siehe Kap. 7).

Die ermittelten Au-Gehalte in den untersuchten Bohrkernen liegen durchwegs unter 5 ppb (Tab.74, siehe Anhang). Lediglich Probe Z4/2 weist Au-Gehalte von 69 ppb auf. Dieser Z4/2 Clinopyroxenit besitzt auch die höchsten, ermittelten Konzentrationen an Pt und Pd (Kap.11.3.2).

Auf der Basis der mineralogischen und mikroanalytischen Untersuchungen konnten keine Au-führende Mineralphase identifiziert werden.

Daraus muss den Schluss gezogen werden, dass in den untersuchten Bohrkernen Z2, Z3, Z4, G28 und Z12 kein unmittelbarer Au-angereicherter Gesteinshorizont, bzw. Au-führende Mineralphase detektiert werden konnte.

16.2. Die Signifikanz der festen Einschlüsse in den Au-Nuggets

In Tabelle 17.1 sind die für die Gold Nuggets charakteristischen Einschlüsse der Mineralogie der Alkali-Ultramafit-Sequenz des Guli Massivs gegenübergestellt. Den Hauptteil der Gold-Einschlüsse machen die Mineralphasen Clinopyroxen, Ägirin, Olivin, Amphibole, Phlogopite, Spinelle, Ilmenit, Perowskit und Sulfide aus. Diese Mineralphasen bilden gleichzeitig den typischen Mineralbestand der Alkalie-Ultramafit-Sequenz des Guli Massifs. Chakhmuradin & Zaistev (2003) beschrieben derartige Mineralparagenesen als charakteristisch aus Gängen und Schlieren für den Carbonatit-Alkali-Ultramafit-Komplex der Kola Halbinsel, Russland.

Damit sind die in den Gold-Nuggets, auftretenden Einschlüsse typisch für Alkali-Ultramafit-Gesteine (Dvorani et al. 2005). Vergeicht man die chemische Zusammensetzung der in Tabelle 16.1 angegebenen Einschlüsse in den Gold Nuggets mit

den jeweiligen Mineralen aus der Alkali-Ultramafit-Sequenz des Guli Massivs, so zeigt sich sehr gute Übereinstimmung (Tab.1-7, siehe Anhang). Als ein charakteristisches Beispiel sei hier die Zusammensetzung der Clinopyroxene gegenübergestellt. Diopsid – Einschlüsse in den Au – Nuggets zeigen XMg Werte von 69 – 83, die XMg Werte der Augiteinschlüsse betragen 58 – 83. Im Vergleich dazu liegen die XMg Werte der Clinopyroxene in den Clinopyroxeniten und Nepheliniten (Bohrkern G28, Z4) zwischen 65 und 85. Ebenso verhält es sich mit Olivin (Olivin – Einschlüsse zeigen XMg von 83 – 88, jene der Olivine in dem Nepheliniten liegen zwischen 80 – 82).

Daraus kann geschlossen werden, dass die Einschlüsse der Gold Nuggets aus der Alkali-Ultramafit-Sequenz des Guli Massivs, stammen. Weiters liegt der Schluss nahe, dass damit auch das Gold aus dieser Gesteinsequenz des Guli Massivs zu beziehen ist.

Der Dunit-Komplex ist als Herkunft des Goldes auszuschließen. Die Mineralchemismen der Olivin- bzw. Clinopyroxen-Einschlüsse in den Gold Nuggets lassen sich, zum Beispiel mit der Zusammensetzung der Olivine und Cpx. aus dem Guli Dunit-Kernkomplex nicht vergleichen.

GOLD NUGETTZ Einschlüsse und Verwachsungen	Mineralogie der Alkali-Ultramafit-Sequenz
Ilmenit	Ilmenit
Ti-Magnetit	Ti-Magnetit
Cr,Ti-Magnetit	Cr,Ti-Magnetit
Perowskit	Perowkit
Olivin	Olivin
Sphen	Sphen
Ti-Granat	Ti-Granat
Clinopyroxen	Clinopyroxen
Ägirin	Ägirin
Na-Amphibol	Ca,Na-Amphibol
Phlogopit	Phlogopit
Serpentin	Serpentin
Chlorit	Chlorite
Calcite	Calcite
Apatit	Apatit
Pentlandit	Pentlandit
Pyrrhotin	Pyrrhotin
Bleiglanz	Bleiglanz
Chalcopyrit	Chalcopyrit
Nickelin	Pyrit
Breithauptit	Sphalerit
Hessit	K-Sulfid
Chalcosin	Rutil
Dolomit	Nephelin
Cubanit	Ti-Clinochumit
Parkerite	Sodalite
Zirkelit	
Chevkitit	
Bornit	

Tabelle.17.1. Vergleich der Mineralogie zwischen der Einschlüssen in den Gold Nuggets und der Alkalie-Ultramafit-Sequenz des Guli Massivs.

16.3. Die Guli Alkali-Ultramafit-Sequenz

Mit Ausnahme der Dunite, zeigen sämtliche untersuchten Gesteine der Guli Alkali-ultramafit-Sequenz typisch alkalischen bis high-alkalinen geochemischen Charakter. Die Gesteine sind weiters durch einen theoleitischen Trend mit einer leichten Fe-Anreicherung zur Carbonatit-Intrusion hin charakterisiert (Loidl 2005).

Auf der Basis der detaillierten mikroskopischen und mikroanalytischen Ergebnisse, lassen sich die Gesteine der Guli Alkali-Ultramafit-Sequenz als Teil eines zonaren Alkali-Ultramafit-Komplex zuordnen. Die Zusammensetzung der Spinelle lassen sich in das Feld für Alaskan-Aldan-type Komplexe plotten, eine alpinotype Ähnlichkeit kann ausgeschlossen werden (Abb.9.36, Barnes & Roeder 2001, Jakson 2005).

Die untersuchte Alkali-Ultramafit-Sequenz besteht aus Dunit, der in den untersuchten Anteilen des Bohrkerns Z2 am unmittelbaren Rand zum Guli-Kernkomplex und in den hangenden Anteilen von Kern Z3 auftritt. Die Dunite zeigen typische Cumulattexturen, wobei Olivin (Fo 87-92 %) die Cumulusphase, Clinopyroxen und untergeordnet Phlogopit und Spinel die Intercumulusphasen bilden. Damit unterscheiden sich die Dunite signifikant von jenen aus dem Guli-Kernkomplex, die typische refraktäre Dunite darstellen (McKelsen et al. 2005, Thalhammer et al. 2005).

Auf die Cumulat-Dunite und teilweise in Bohrkern Z2 in Wechsellagerung mit diesen auftretend, folgen Olivin Melanephelinite, die in dem oberen Teil des Bohrkernes Z2 und in den Kernen Z3 und Z4 auftreten. Die Olivin Melanephelinite führen Olivin Phenokristalle (Fo ~ 80 %) in einer Matrix aus Phlogopit, Diopsid, Amphibol, Nephelin, Ilmenit, Perowskit, Sphen, Rutil und Clinohumit, sowie Calcit und Apatit.

Die Clinopyroxenite treten als Dykes von sehr unterschiedlichen Mächtigkeit (weniger mm bis mehrere Meter) und als Stöcke am unmittelbaren Rand (Bohrkern G28) des Carbonatites auf. Sie bestehen zu mehr als 90 % aus frischem Diopsid in einem granularems Gefüge.

Phlogopit, Chlorit, Amphibol, Sphen und Magnetit treten als akzessorische Minerale auf. Diese Clinopyroxenit-Gänge und Stöcke sind aus partiellen Schmelzen eines metasomatisierten, lherzolitischen Mantelmaterial, dessen Restit die Dunite des Guli Kernkomplexes darstellen, abzuleiten (Thalhammer et al. 2006, Thalhammer & Loidl, in prep).

Das höchst differenzierte Gesteinsglied der Guli Alkali-Ultramafit-Sequenz stellen Jacupirangite (metasomatische Brekzien) dar, die in Bohrkern Z3 als Brekzie auftreten.

Sie sind durch Ti-Diopsid, Ti-Augit, Phlogopit, Perowskit und untergeordnet Sphen, Calcit, Magnetit, Ti-Magnetit, sowie häufig Sulfiden (Pyrit, Markasit, Chalcopyrit, Pyrotin, Sphalerit und Bornit) gekennzeichnet (vgl. auch Loidl 2005).

Auf der Basis der geochemischen Untersuchungen lässt sich eine deutliche Anreicherung der Elemente Ti, Al, Ca und K vom Rand des Guli Dunit-Kernkomplexes (Bohrkern Z2) bis zum Rand des Carbonatites (Bohrkern G28) erkennen. Weiters zeigen die LILE, HFSE und REE (hier vor allem die LREE) eine signifikante Anreicherung vom Dunit-Komplex zum Carbonatit.

Ähnliche Anreicherungstrends zeigen sich in der Zusammensetzung der Hauptmineralphasen, sowie in der Häufigkeit bestimmter, diagnostischer Minerale.

Amphibole zeigen, zum Beispiel, eine deutliche Anreicherung von FeO, CaO und Na₂O vom Olivin - Nephelinit bis zum Carbonatit, Phlogopit weist eine deutliche Anreicherung an Fe und Na in Richtung des Carbonatites auf.

Mineralphasen wie Calcit, Apatit, Perowskit nehmen vom Rand des Dunit-Komplexes zum Carbonatit deutlich zu.

Diese Charakteristika deuten auf eine signifikante Wirksamkeit von metasomatischen Prozessen während und nach der Bildung der Guli Alkali-Ultramafit-Sequenz hin.

16.4. Metasomatische Prozesse

Neben den bereits, erwähnten, typischen geochemischen Anreicherungstrends, zeigen die Clinopyroxene eine komplexe Alteration, die durch lokale Anreicherung von Fe und Ti gekennzeichnet ist (Kap.9.1).

Weitere Hinweise auf das Vorhandensein von metasomatischen Prozessen, lassen sich aus den Yb/Al₂O₃ und CaO/Al₂O₃ Verhältnissen ablesen (Abb. 17.1). Die in Abbildung 17.1 eingetragenen Gesteine aus der Alkali-Ultramafit-Sequenz folgen alle nicht den typischen magmatischen Trends, sondern liegen im Bereich der metasomatisierten Gesteine (Meisel et al. 1996a, 1997). Die PGE zeigen lokale Anreicherung von Pt und Pd (z.B. Probe Z4-2 und Z4-8) im Zusammenhang mit einer Anreicherung sekundärer Sulfide. Auch dies lässt auf metasomatische Prozesse schließen.

Das Auftreten von Mineralien wie Sodalith (Bohrkerne Z4, G28), Zeolithe, Apatit und K-Sulfide in Gesteinen nahe der Carbonatit-Intrusion weisen auf das Vorhandensein von metasomatischen Reaktionen hin. Reaktionen zwischen einer Fluid-reichen Schmelze und

Nebengestein. Als Fluid-reiche Schmelze kann die Carbonatit-Schmelze angenommen werden, die im Zuge der Intrusion die bereits vorhandene Alkali-Ultramafit-Sequenz metasomatiert hat. Die untersuchten Schmelzeinschlüsse mit häufig auftretenden Cl- und Alkalien-reichen Mineralphasen (Sodalith, Nephelin, Phlogopit etc.) werden als Dokumentation dieser metasomatische Reaktion angesehen.

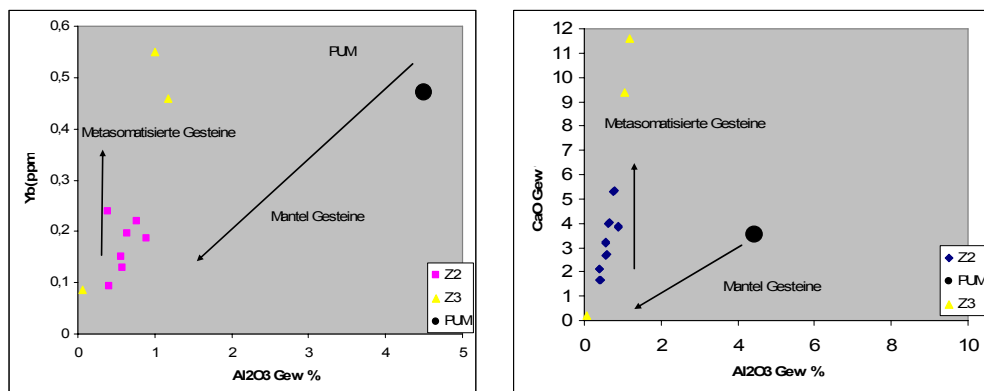


Abb.16.1: Verhalten der Gesteine der Bohrkern Z2 und Z3 in den Yb und Ca vs. Al Diagrammen nach Meisel et al. (1996a und 1997).

16.5. Die magmatischen Ereignisse im Guli Massiv

Auf der Basis der vorliegenden Ergebnisse kann folgende Genese des Guli Massivs vermutet werden:

1. Aufstieg eines lherzolitischen Manteldiapirs unter Einfluss von Fluida.
2. Mehrmalige partielle Aufschmelzung des metasomatierten Mantelmaterials unter Fluid-reichen Bedingungen. Die jeweiligen Teilschmelzen sind repräsentiert durch ultramafische Schmelzen, die in Form der cumulaten Dunite vorliegen, der Clinopyroxenite, die in den Guli-Kernkomplex intrudierten (Thalhammer et al. 2006, Loidl & Thalhammer in prep.) und in Alkalinen Schmelzen, die in der Alkalinen-Gesteinssequenz dokumentiert sind.

3. Intrusion der Carbonatite bei gleichzeitiger Reaktion mit der alkalinen Gesteinsabfolge.
4. Postmagmatische Fluid-Gesteinsreaktionen sind in den vielseitigen Alterationerscheinungen (Alteration der Clinopyroxen, Serpentinisierung), sowie in den vielen Generationen von Flüssigkeitseinschlüssen dokumentiert.

• LITERATURVERZEICHNIS

- Auge, Th., Salpeteur I, Bailly L, Mukherjee M.M & Patra R.N (2002): Magmatic and Hydrothermal Platinum-group minerals and base-metal sulphide in the baula complex, India. *The American Mineralogist*. Vol. 40, pp.277-309.
- Albino, G. (1995): Iron and aluminium-rich serpentine and chlorite from the boundary ultramafic complex, Cape Smith belt, New Quebec. *The Canadian Mineralogist*. Vol. 33, pp559-568.
- Andreeva, I.A., Kovalenko V. I., & Naumov, V.B. (2003): Sulfate silicate liquid immiscibility: evidence from melt inclusion in minerals of carbonatites and related alkaline rocks. 4th Eurocarb Workshop Canary Islands, Spain. pp, 25-27.
- Andreeva, I.A. & Kovalenko V. I. (2003): Crystallisation conditions and magma composition of the melilitolites from the Belaya Zima Carbonatite Complex (Eastern Sayan, Russia). 4th Eurocarb Workshop Canary Islands, Spain. pp, 27-29.
- Ballaran, T.B., Carpenter, M.A., Chiara Domeneghetti.M & Tazzoli.V. (1998): Structural mechanism of solid solution and cation ordering in augite-jadeite pyroxenes :I.A macroscopic perspective. *American Mineral*, vol 83. pp419-433.
- Barnes,S.J & Roeder,P.L. (2001): The range of the spinel compositions in terrestrial mafic and ultramafic rock. *Journal of Petrology*, 42(12), 2279-2302.
- Ballhaus, C., Berry, R.F., & Green, D.H.(1991): *Contrib. Mineral Petrol*, 107:27-40
- Bindi L, Sofanov, O.G, Yapaskurt, V Perchuk L.L & Manchetti S. (2003): Ultrapatassic clinopyroxene from the Kundy-Kol microdiamond mine, Kokchetav Complex , Kazakhstan: Occurrence, composition and crustal-chemical characterization. *American Mineralogist*.Vol. 88, pp. 464-468.
- Bonev I., Kthomas Kerestedjian., Radostina Anatasova & ColinJ. Andrew (2002), Morphogenesis and composition of native gold in the Chelopech volcanic-hosted Au-Cu epithermal deposits, Srednogorie zone Bulgaria, *Mineral Deposita*, vol. 37, pp. 614-629.
- Boyle, R.W. (1979): The geochemistry of gold and its deposits. Geological Survey of Canada, Bulletin 280, 584p.
- Boyle, R.W. (1986): Gold deposits in turbititesequences: their geology, geochemistry, and history of theories. In: Turbitite-hosted gold deposits, J. D. Keepie, R.W Boyle, S.J. Haynes(eds).-Geol. Ass. Canada Spec. Pap. 32, 1-13.
- Burke, E.A.J. (2001): Raman microspektrometry of fluid inclusions. *Lithos*. 55, pp.139-158.
- Butakova, E.L & Egorov, L.S. (1962): Maimecha-Kotui complex of alkaline and ultramafic associations, in *Petrology of Eastern Siberia: v. 1, Moscow*, pp. 417-590 (in Russian).

- Cabral, A.R., Lehmann, B., Kwitko-Ribeiro, R.J., & Rocha Filho, O.G. (2003): On the association of Palladium bearing Gold, hematite and gypsum in an Ouro Preto nugget. *The Canadian Mineralogist*. Vol.41, pp.473-478.
- Cabri, L.J., Matewville, M., Gordon R., Daryl Crozier E., Sutton S., McMahon, G. and De-Tong, J. (2000), Chemical speciation of gold in Arsenopyrite, *The Canadian Mineralogist*, vol. 38, pp. 1265-1281.
- Cabri, L. J, Harris, D.C & Weiser ,T.W. (1996): Mineralogy and distribution of platinum-iron-copper mineral (PGM) placer deposits of the world. *Explor. Mining Geol.* 5, 73-167.
- Cabret D, Saninçavit .Ph., Ildephonse Ph & Anne-Marie Flank. (1998): Full multiple scattering calculations of the X-ray absorption near edge structure at the magnesium K-edge in pyroxene. *American Mineral*. Vol 83, pp, 300-304.
- Callot, P., Gurevitch, E., Westphal, M., Pozzi, M. (2004): Flow patterns in the Siberian traps deduced from magnetic fabric studies. *Geophysical Journal International* 156 (3), 426–430.
- Capadri S & Venturelli G (1979): Clinopyroxene composition of ophiolitic metabasalts in the Mediterranean area. *Earth Planetary Science*. Vol.43, pp. 61-73.
- Chain, V.E & Koronovskiy, N. (1995): *Geologie der Erde. Nordasien*. Übersetzt von Klaus-Peter Stenke Ferdinande Enke Verlag Stuttgart.
- Chakhmouradian, A.R & Zaitsev, A. (2002): Calcite-Amphibole-Clinopyroxene rock from the Africanda complex, Kola Peninsula, Russia. *Mineralogy and a possible link to carbonatites. III. Silicate Minerals*. *The Canadian Mineralogist*. Vol. 40, pp.1347-1374.
- Chen K., Yu Tinggao, Zhang Yongge & Peng Zhang. (1982), Tetra-auricupride, CuAu, discovered in China, *Scintia Geological Sinca (Ti Chih Ko Hsueh/Dizhi Kexua)* 11(1), pp. 111-116 (in chinese).
- Chen K., Tinggao Yu., Zhang Yongge & Peng Zhang. (1983), Tetra-auricupride, CuAu, discovered in China, *Am. Mineral* 68, pp. 1250-1251 (English abstract).
- Cousins, C.A. (1973): Platinoids in the Witwatersrand System. *J. South African Inst. Of Mining and Metallurgy*. No. 6, pp. 184-199.
- Cox, K.G., Bell, J.D. & Pankhurst, R.J. (1979): *The interpretation of igneous rocks*. 450p, London.
- Crew D., Yougson J.H. & Koons P.O. (1999), Gold Disperal and Placer Formation in an Oblique Collisional Mountain Belt, Southern Alps, New Zealand, *Econ. Geol.*, vol. 94, pp. 605-614.
- Cridde A. J & Stanley C.J : *The Quantitative Data File for Ore Minerals*. Brithish Museum (Natural History). *International Mineralogical on Ore Microskopy*, 1986.

- Dalton, J.A. & Presnal, D.C. (1998). The continuum of primary carbonatite-kimberlitic melt composition in equilibrium with lherzolite: data from the system CaO-MgO-Al₂O₃-SiO₂-CO₂ at 6 GPa. *Journal of Petrology* 39, 1953-1964.
- Dawson J.B & Smith J.V (1977): The MARID(mica-amphibole-rutile-ilmenite-diopside) suite of xenoliths in kimberlite. *Geochimica et Cosmochimica Acta*.Vol.41, pp309-323.
- Delaney J.S, Smith J.V, Carswell D.A & Dawson J.B (1980): Chemistry of micas from kimberlites and xenoliths-II. Primary-and secondary-textured micas from peridotite xenoliths. *Geochimica ET Cosmochimica Acta*.Vol.44, pp. 857-872.
- Dick, H.J.B. & Bullen, and T. (1984): Chromian spinel as an indicator in abyssal and alpine-type peridotites und spatially associated lavas. *Contrib. Mineral. Petrol.*, 8. 54-76.
- Downea M.J. (1980), Structural and stratigraphic aspects of gold mineralisation in the Larder area Ontario, Ont. Geol. Survey., Misc. Pap. 97, pp. 66-70.
- Dungan M.A (1977): Metastability in serpentinite-olivine equilibria.*American Mineralogist*.Vol 62,pp 1018-1029.
- Dvorani, S.N., Thalhammer, O.A.R & Loidl, G.C (2005): Significance and derivation of Au-nuggets from the Guli Massif, northern Siberia, Russia. 10th International platinum Symposium: EXTENDED ABSTRACTS: Geological Survey of Finland ESPOO 2005. pp.319-321.
- Elliot-Meadows S.R, Froese E & Appleyard E.C (2000): Cordierite-Anthophyllite-Cumingtonite rocks from the Lar deposits, LAURIE LAKE, MANITOBA: *The Canadian Mineralogist*.Vol.38, pp. 545-550.
- Egorov, L.S., Iiolit – karbonatitovy: (na primere Maimecha-Kotuisкого Komplexa Pilyarnoi Sibiri) Ijolite - Carbonatite Plutonismus (by Example of the maimecha Kotui Complex of Polar Siberia), Leningrad: Nedra, 1991.
- Epshtein, E.M. (1994):*Geologo-petrologicheskaya model geneticheskie osobnosti rudnosnikih kompleksov (Geological and Petrological Model and Genetic Features of Ore-bearing Carbonatite Complexes)*, Moscow: Nedra.
- Fabries, J. (1979): Spinel-Olivine Gethermometry in Peridotites from ultramafic coplexes. *Contrib. Mineral. Petrol.* 69, 329-336.
- Federenko, V., Czamanske, G. (1997): Results of New and Geochemical Studies of the Volcanic and Intrusive Rocks of the Maymecha-Kotuy Area, Sieberian Flood-Basalt Province, Russia. *International Geology Review*, Vol.39. 1997, p 479-531.

- Federenko V, Czamanske G, Zenko T, James & Davis S,(2000): Field and Geochemical Studies of the Melilite-Bearing Atydzhansky Suite, and an Overall Perspective on the Siberian Alkaline-Ultramafic Flood-Volcanic Rocks. *International Geology Review*. Vol. 42.2000. pp 769-804.
- Freestone, I. C & Hamilton, D. L (1980). The role of liquid immiscibility in the genesis of carbonatite – an experimental study. *Contribution to Mineralogy and Petrology* 73, 105-117.
- Fridel., J, Wagner., F.E. & Wang, N: On the chemical state of combined gold in sulfidated rocks. Conclusions from Mössbauer source experiments.- *N.Jb.Mineral.Abh.*169:279-290; Stuttgart 1995.
- Friedman, G.M (1958): Determination of size distribution from thin-section data for sedimentary petrological studies. *J. Geol.* 66/4. 394-416,9 abb., Chicago.
- Garuti., G, Pushkarev E & Zaccarini F. (2002): Composition and paragenesis of Pt alloys from chromitites of the uralian- alaskan-type Kytlym and Uktus complex, Northern and central part Urals, Russia. *The Canadian Mineralogist* .Vol.40, pp.357-376.
- Gerlach, D. C., Cliff, R.A., Davies, G.R., Norry, M., & Hodgson, N. (1988): Magma source of the Cape Verdes archipelago: geochronology, isotopic and trace element constraints. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 52, 2979-2992.
- Gessman, C.K., Spering, B & Raith, M. (1997): Experimental study of the Fe-M exchange between garnet and biotite: Constraints on the mixing behaviour and analysis of the cation-exchange mechanisms. *American Mineral*, vol 82, pp,1225-1240
- Giusti (1986): The morphology, mineralogy and behaviour of Albita: Sampling and implications for mineral exploration, *Canadian Journal of Earth Sciences*, vol. 23, pp. 1162-1672. *Adjacent Areas, Deccan Igneous Province, Gujarat, India: 1. Geology, Petrology and Geochemistry. Mineralogy and Petrology* 47: 219-253.
- Grimwade, M. (2000): *A plain Man's Guide To Alloy Phase Diagrams: Their Use In Jewellery Manufacture-Part 2. Jewellery Manufacture.*
- Gland, L.G., Rock, M.S., Chang, W.J., & Fernandez, S. (1993): Alkaline Rocks and Carbonatites of Amba Dongar and Adjacent Areas, Deccan igneous Province, Gujarat, India: 1. *Geology, Petrography and Petrochemistry. Mineralogy and Petrology*, 47: 219-253.
- Haggerty, S.E. (1983): The mineral chemistry of new titanites from the Jagersfontein kimberlite, South Africa: Implications for metasomatism in the upper mantle. *Geochimica et Cosmochimica Acta*.Vol.47, pp. 1833-1854.
- Harmer, R.E. & Gittins, J. (1998): The Case for Primary, Mantle-derived Carbonatite Magma. *Journal of Petrology* 39, 1895-1903.

- Hebert R & Laurent R. (1989): Mineral chemistry of ultramafic and mafic plutonic rocks of the Appalachian ophiolites, Quebec, Canada. *Chemical Geology* Vol.77, pp .265-285.
- Hebert R, Serri G & Hekinian R. (1989): Mineral chemistry of ultramafic taconites and ultramafic to gabbroic cumulates from the major oceanic basins and Northern Apennine ophiolites (Italy)-A comparison. *Chemical Geology* Vol.77, pp. 183-207.
- Helmy, M.H., & Mahallawi, M.M. (2003). Gabro Akarem mafic-ultramafic complex, Eastern Desert, Egypt: a Late Precambrian analogue of Alaskan-type complexes. *Mineralogy and Petrology*. 77: 85-108.
- Helm, M. H. (2004). Cu-Ni-PGE mineralization in the Gemini Garcia mafic-ultramafic intrusion, Eastern desert, Egypt. *The Canadian Mineralogist*. Vol. 42, pp 3511-370.
- Henderson, P. (1984): Rare earth element geochemistry. Elsevier Science Publishers B. V., P. O. Box 220, 1000 AH Amsterdam, The Netherlands.
- Hofmann, A.W. (1988): Chemical differentiation of the Earth: the relationship between mantle, continental crust, and oceanic crust., *Earth Planet Sci. Lett.*, 90, 297-314.
- Hofman A.V. (1997): Mantle geochemistry: the message from oceanic volcanism.-*Nature* 385, 219-229.
- Honda His hides, Shikazono N. and Nakata M. (1991), Hydrothermal synthesis of Gold, Electrum and Argentite, Canada. *Mineralogist*, vol. 29, pp. 217-221.
- Herrnstein, A. (1960): A method and a set of apparatus for mineralogical-craniometrical analysis with a microscope. *Bull.Geol. Inst. Uppsala* 38, 105-137, Uppsala.
- Hötzel, H. (1966): Zur Kenntnis des Tressenstein- Kalkes Ober-Jura, Nördliche Kalk Alpen. *N.Jb.Geol. Paläont.Abb.*123/3, 281-310. Taf, 32-36. 10Abb., 4 Tab Stuttgart.
- Jackson, E.D & Thayer, T.P. (1972): Some criteria for distinguishing between stratiform, concentric and alpine peridotite-gabbro complex. 24th Intern. Geol. Congr. 2, 289-296.
- Jackson, M.T, Prichard, H.M & Fischer, P.C. (2005): Chrome spinel compositions and PGM in the ultramafic complex of the East African Orogen: Indications of PGE-bearing Alaskan-type intrusions. *PLATINIUM 10th INTERNATIONAL SYMPOSIUM: Geological Survey of Finland. ESPOO 2005*.381-384.
- Kamo S, L., Gerald, K., Czamanske, K., Amelin, Y., Federenko, V., Davis, D.W. & Trofimov, V.R. (2003): Rapid eruption of Siberia flood-volcanic rock and evidence for coincidence with the Permian Triassic boundary and mass extinction at 251 Ma. *Earth and Planetary Science*, 214.75-91.
- Kishida, A. & Kerrch. (1987): Hydrothermal alteration zoning and gold concentration at the Kerri-Addison Achaean lode gold deposit, Kirkland Lake, Ontario, *Econ. Geol.*, vol. 82, pp. 649-690.

- Kishida A. and Kerrich R. (1987): Hydrothermal Alteration Zoning and Gold Concentration at the Kee-Addison Achaean Lode Gold Deposit, Kirkland Lake, Ontario, *Econom. Geology*, vol. 82, pp. 649-690.
- Kjarsgaard, B.A. (1998): Phase relations of a carbonatited high-CaO nephelinite at 0.2 and 0.5 GPa. *Journal of Petrology* 39, 2061-2075.
- Kjarsgaard, B.A. & Hamilton, D.L. (1988): Liquid immiscibility and the origin of alkali-poor carbonatites. *Mineralogical Magazine* 52, 43-55.
- Kogarko, L.N., Plant, D.A., Henderson, C.M.B., & Kjarsgaard, B.A. (1991): Na-rich carbonate inclusion in perovskite and calzirtite from the Guli intrusive Ca-carbonatite, polar Siberia. *Contrib Mineral Petrol.* Vol. 109, pp. 124-129.
- Kogarko L.N. & Ryabchikov I.D. (1995): Condition of generation of maimechite magmas (Northern Siberia) according to geochemical data: *Geokhimiya*, no. 12, pp. 1699-1710. (In Russian).
- Kogarko, L.N., Karpenko, S.F., and Lyalikov, A.V. (1996): Isotopic Heterogeneity of the Source of Alkaline Magmatism of Polar Siberia: Nd Isotopic Data, *Geokhimiya*. No. 2, pp. 186-189.
- Kogarko, L.N. (2003): Do the Siberian carbonatites have a genetic connection to Siberian to mantle superplume. 4th Eurocarb Workshop Canary Islands, Spain. Pp. 4-6.
- Kogarko, L.N. & Zartman, R.E. (2007): A Pb isotope investigation of the Guli massif, Maimecha-Kotui alkaline-ultramafic complex, Siberian flood basalt province, polar Siberia. *Mineral and Petrology*, 89: 113-132.
- Korobeinikov, A.N., Mitrofanov, F.P., Gehör, S., Laajoki, J., Pavlov, V.P., & Mamonotov, V.P. (1998). Geology and copper sulphide mineralization of the Salmogorskii Ring Igneous Complex, Kola Peninsula, NW Russia. *Journal of Petrology* 39, 2033-2041.
- Kogan, A.B. (1979): Tektonik de Grundgebirges der Siberischen Plattform. *Glubinnoe stornie vostochnuich nefteperspektivnuich territorij S.S.S.R. po resulatam kompleksnoj interpretazii geologo-geofizitschkich dannuich*, Leningrad, 7-44.
- Kretz, R. (1981): Transfer and exchange equilibria in a portion of the pyroxene quadrilateral as deduced from natural and experimental data. *Geochimica et Cosmochimica Acta* Vol. 46, pp. 411-421.
- Kugimiya, Y., Umino, S., Masuda, T. & Matsuda, Y. (2004): Kanonaite from the metamorphic sole of the Oman Ophiolite: Evidence for high-f(O₂) conditions during retrograde metamorphism. *The Canadian Mineralogist*. Vol. 42, pp. 143-153
- Knight, J.B. & McTaggart, K.C., (1989): Composition of gold from south western British Columbia Department of Mines, Geological fieldwork 1989, Paper 1989-1, p. 387-394

- Knight, J.B & McTaggart, K.C. (1990): Lode and Placer gold of the Coquihalla and Wells areas , British Columbia, (92H;93H): British Columbia Department of Mines, Exploration in British Columbia 1989, p105-118
- Knight, J.B., Moterson, J.K. & Morrison, S. R. (1994): The shape and Composition of lode and placer gold from the Klondike district, Yukon, Canada. Department of Indian and Northern Affairs, Exploration and Geological Service Division, Yukon region. Bulletin 3, p.1-141.
- Knight, J.B., Moterson J.K & Morrison S.R. (1999), The Relationship between Placer Gold Particle Shape, Rimming and Distance of Fluvial Transport as Exemplified by Gold from the Klondike District, Yukon Territory, Canada, Econ. Geol, vol. 94, pp. 635-648.
- Knight, J.B. Moterson, J.K. & Morrison S.R. (1999): The Lode and Placer Gold Composition in the Klondike District, Yukon Territory, Canada: Implications for the Nature and Genesis of Klondike Placer and Lode Gold Deposits, Econ. Geology, vol. 94, pp. 649-664.
- Knight, J. & Leitch, C. (2001): Phase relation in the system Au-Cu-Ah at low temperatures based on natural assemblages. The Canadian Mineralogist, vol. 39, pp. 889-905.
- Knipe S. & Fleet, M. (1997): Gold-Copper alloy minerals from the Kerr mine , Ontario, The Canadian Mineralogist, vol. 35, pp. 573-586
- Kohen, C., Michael, C. & Dupree .R (1997): Si-Al ordering in leucite group minerals and ion-exchange analogues: An MAS NMR study. American Mineral , vol 82, pp 1133-1140.
- Krasnova, N.I (2001): The KOVDOR phlogopite deposit, Kola Peninsula, Russia. The Canadian Mineralogist. Vol.39, pp.33-44.
- Krumbein, W.C., & Sloss, L.L. (1963): Stratigraphy and Sedimentation. 2. Aufl., 660 S San Francisco-London: Freeman Anregende Darstellungen der Untersuchungsmethoden von Sedimentgesteinen-Geländeuntersuchungen, Fazieskartierung, einfache, didaktisch gute Beschreibung der Sedimentationsprinzipen. Dokl. Akad. Nauk SSSR, 1984, vol. 276, no. 1, pp. 243-245.
- Kretz, R. (1981): Transfer and exchange equilibria in a portion of the pyroxene quadrilateral as deduced from natural and experimental data. Geochimica et cosmochimica Acta Vol.46, pp. 411-421
- Liégeois, J.P., Sauvage, J.F. and Black, R., (1991). The Perm - Jurassic alkaline Province of Tadhak, Mali: geology, geochronology and tectonic significance. *Lithos*, **27**, 95-105.
- Liégeois, J.P., Navez, J., Hertogen, J. and Black, R., (1998): Contrasting origin of post-collisional high-K calc-alkaline and shoshonitic versus alkaline and peralkaline granitoids. *Lithos*, **45**, 1-28.

- Lingen E., Cretu C., Suss R. & Glaner L., Colored Gold (no year). Physical Metallurgy Division, Mintek, Private Bag X3015, Randburg 2125, South Africa.
- Loidl, G.Ch. (2005): The metasomatic contact aureole between the carbonatite and dunite- complex of the Guli Massif, Taimyr Province, northern Siberia, Russia. Diplomathesis Montanuni leoben 2005.
- Luth, R.W. (1997): Experimental study of the system phlogopite-diopside from 3,5 to 17 Gpa. American Mineralogist. Vol 82, pp.1198-1209.
- Lloyd F.E., Arima M & Edgar A.D (1985): Partial melting of phlogopite-clinopyroxenite nodule from south-west Uganda: an experimental study bearing on the origin of highly potassic continental rift volcanics. Contribut Mineral Petrology. Vol.91, pp321-329.
- Maekawa H, Kato., S, Kawamura K & Yokawa T. (1997): Cation mixing in natural MgAl₂O₄ spinel : A high -temperature Al NMR study (1997): American Mineralogist. Vol. 82, pp. 1125-1132.
- Malitch, K.N., Rudashevsky, N.S., and Sokolova, N.I. (1991): Microspherules from Ultrabasites of Concentric-zonal Massif of the Aldan Shield, Their genetic and Applied Significance, Mineralogichesky.Zhurnal.,Vol 13, no. 4, pp 52- 71 (in Russian with English abstract).
- Malich, K.N., Rudashevskii, N.S. (1992): Bedrock platinum-metal mineralization in chromitite of the Guli Massif. Trans. (Dokl.) Russ. Acad. Sci., Earth Sci. Sect. 327: 165-169.
- Malich K.N., Goncharov, M.M., Lopatin, G.G., and Auge, T. (1995): The Osmium Potential of the Guli Klinopyroxenite-Dunite Massif, in Nedra Taimyr Mineral Wealth), St. Petersburg: VSEGEI, 1995, vol. 1, pp. 62-84.
- Malitch K.N. , Badanina I.Yu. , Goncharov M.M., Lopatin G.G. ,Naumenko N.G. ,& Tuganova E.V. (1996): The Maimecha-Kotui Region: a new platinum province in Russia //Transactions (Doklady) of Russian Academy of Science / Earth Science Sections . Vol.348. Nr. 4pp. 574-577
- Malitch K.N. (1996): Platinoid placer of the Ingarinda River, Northern part of East Siberia//Transactions (Doklady) of Russian Academy of Science / Earth Science Sections. Vol.349. Nr. 5. pp. 723-727.
- Malitch K.N. & Locating G. G. (1997): New Date on the Metallogeny of the unique Guli Klinopyroxenit-Dunit Massif (Northern Siberia, Russia), Geology of Ore deposits, vol. 39, pp. 209-218.
- Malitch, K.N., Auge T., Badanina, I.E., & Smol'skaya L.S.1 (1998): Mineralogy of platinoid placers of the Maimecha-Kotui Province. Part 1.Main PGE mineral associations from Quaternary alluvial deposits of Ingrained and Glue Rivers (Northof the Siberian Craton ,Russia)//Gold

,Platinum and Diamonds of Komi Republic and adjacent regions .Abstract of All-Russia Conference, 17-19th Februar 1998, Skyvtyvkar/ Skyvtyvkar: Geoprint. pp. 109-110(in Russian).

- Malitch K.N., Auge T. (1998): Vol The composition of Inclusions in Osmium Minerals as an Indicator of the Formation Conditions of the Guli Ultrabasic Massif. Earth Science 361A, No 6, pp. 888-890.
- Malitch, K.N., Malitch N.S, Simonov, O.N, Lopatin, G.G & Naumenko, N.G. (1998): New unique osmium source in Russia// 8th International Platinum Symposium. Abstracts. 28 June-3 July 1998. Johannesburg: The South African Mining and Metallurgy, Symposium Series S18. pp. 235-238.
- Malitch, K.N., & Kostoyanov, A.I. (1998): New data on the age and genesis of clinopyroxenite-dunite massifs of the Siberian Platform, Russia// 8th International Platinum Symposium .Abstract. 28 June-3 July 1998. Johannesburg: The South Africa Institute of Mining and Metallurgy, Symposium Series S18. pp. 229-233
- Malitch, K.N., & Kostoyanov, A.I. (1999): Model Re-Os isotopic age of PGE mineralization of the Guli Massif (at Northern Siberian Platform, Russian) // Geology of Ore Deposits. Vol. 41. Nr. 2. pp. 126-135.
- Malitch, K.N., Melcher, F. & Mühlhans, H. (2001): Palladium and Gold mineralization in podiform chromitite at Kraubath, Austria, Mineralogy and Petrology 73, pp. 247-277.
- Malitch, K.N., Auge T., Badanina, I. Yu., Goncharov, M.M., Junk S.A. & Pernicka, E. (2002): Osrich nuggets from Au-PGE placers of the Maimecha-Kotui Province, Russia: A multi-disciplinary study, Mineralogy and Petrology 76, pp. 121-148.
- Malitch, K.N. & Thalhammer, O.A.R. (2002): Pt-Fe Nuggets derived from Clinopyroxenite-Dunite Massifs, Russia: A Structural, Compositional and Osmium-Isotope study. The Canadian Mineralogist. Vol. 40, pp. 395-418.
- Marphy, P.J., & Meyer, G. (1998): A Gold-Copper Association in ultramafic-hosted hydrothermal sulfides from the Mid-Atlantic Ridge, Econ. Geol., vol. 93, pp. 1076-1083.
- Marsh, T.M., Einaudi, M.T. & McWilliams, M. (1997): ⁴⁰Ar/³⁹Ar Geochronology of Cu-Au and Au-Ag mineralization in the Potrerillos District, Chile, Econom. Geology, vol. 92, pp. 784-806.
- Marakushev, A.A. (1987), Magmatic Replacement and Its Petrogenetic Role, in Cheri fiziko-khimiskoi petrologii (Assay of Physical and Chemical Petrology), Moscow: Nauka, vol. XI, pp. 24-38..
- Masaites, V.L. (1983): Permian and Triassic volcanism of Siberia: Zapiski VMO, part CXII, issue 4, p 412-425 (in Russian).

- Mawer, C.K. (1987): Mechanics of formation of gold-bearing quartz veins, Nova Scotia, Canada.- *Tectonophysics* 135, 99-119.
- McDonough, W.F., & Sun, S. (1995): The composition of the Earth. *Chemical Geology*, 120. 223-253.
- McKelson, J.F., & Thalhhammer, O.A.R. (2005): The Dunite Complex of the Guli Massif, northern Siberia, Russia: a multidisciplinary study. 10th International platinum Symposium: EXTENDED ABSTRACTS: Geological Survey of Finland ESPOO 2005. pp.197-200.
- Meisel, T., Biino, G.G., Nägler, Th.F. (1996a): Re-Os, Sm-Nd, and rare earth element evidence for Proterozoic and possible sub continental lithosphere in recognized ultramafic lenses from the Swiss Alps. *Geochimica Cosmochim. Acta* 60.2583-2593.
- Meisel, T., Walker R.J., & Morgan J.W. (1996b): The osmium isotopic composition of the Earth's primitive upper mantle. *Nature* 383, 517-520.
- Meisel, T., Melcher, F., Tomascak, P., Dingeldey, Ch., & Koller, F. (1997): Re-Os isotopes in orogenic peridotite massifs in the Eastern Alps, Austria. *Chemical Geology*, 143.217-229
- Meisel, T., Walker, R.J., Irvin, A.J., & Leonard, J. (2001): Osmium isotopic of mantle xenoliths: A global perspective. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, Vol. 65, No. 8, pp1311-1323,
- McKibben, M.A., Williams A.E. and Hall G. E. M. (1990): Solubility and transport of PGE and Au in saline hydrothermal fluids: constrain from geothermal brine data. - *Econ. Geol.* 85, 1926-1934.
- Middelmost, E. A. K. (1975): The Basal clan. *Earth Sci. Rev.* 11, 33-64.
- Middelmost, E. A. K. (1980): A contribution of the nomenclature and classification of the volcanic rocks. *Geol mag.* 117, 51-7.
- Mitchell, R.H. (1996): Undersaturated alkaline rocks: Mineralogy, Petrogenesis and economic Potential: Winnipeg Maniotoa, 1996.
- Mitchell, R.S & Giardini, A.A. (1977): Some mineral inclusions from African and Brazilian diamonds: their nature and significance. *American Mineralogist*, Vol. 62, pp 756-762.
- Mogessie, A, Hauzenberger, Ch. A., Hoinkes G., Felfering, A., Stumpfl, E.F., Bjerg, E.A & Kostadinoff (2000): Genesis of platinum-group minerals in the las Aguilas mafic-ultramafic rocks, textural, chemical and mineralogical evidence. *Mineralogy and Petrology*. Vol 68, pp.85-114.
- Morimoto, N. (1988): Nomenclature of Pyroxenes. *Mineralogy and Petrology*. Vol. 39, pp.55-76.
- Moss, R. & Scott, S.T. (2001): Geochemistry and mineralogy of gold-rich hydrothermal precipitates from the eastern Manus basin, Papua New Guinea, vol. 39, pp. 957-978.

- Nazimova, Y.V & Zaistev, V.P. (2005): Platinum-Group Mineralization in Ural-Alaskan Type Massifs of Northern Kamchatka. 10th International platinum Symposium: EXTENDED ABSTRACTS: Geological Survey of Finland ESPOO 2005. pp. 489-492.
- Nekrasov, I.Ya. (1996): Geochemistry, Mineralogy and Genesis of Gold Deposits. ISBN 81-204-1089-0.
- Nixon, G.T. (1996): Alaskan-Type Pt⁺/⁻Os⁺/⁻Rh⁺/⁻Ir, in Selected British Columbia Mineral Deposit Profiles, Volume 2- Metallic Deposits, Lefebvre, D.V. and HÖY, T, Editors British Columbian Ministry of Employment and Investment, Open File 1996-13, page 113-116.
- Obato, M. (1976): The solubility of Al₂O₃ in orthopyroxenes in spinel and plagioclase peridotites and spinel pyroxenite. *American Mineralogist*. Vol 61, pp. 804-816.
- Oen, I.S. & Kieff, C. (1974): Nickel in with pyrrhotite and cubanite exclusion, Ni-Co rich loellingite and an Au-Cu alloy in Cr-Ni ores from Beni Bonsera, Marocco, *Neues Jahrbuch Mineral. Monatsh.*, pp. 1-8.
- Okamoto H., Chakrabart D.J., Laughlin D.E. & Massalski T.B. (1987), The Au-Cu (gold-copper system), *Bull. Alloy phase Diagrams* 8 (5), pp. 454-474.
- O'Neill, H.S.C & Wall, V.J. (1987): The Olivine-Orthopyroxene-Spinel Oxygen Geobarometer, the Nickel Precipitation Curve, and the Oxygen Fugacity of the Earth's Upper Mantle. *Journal of Petrology*, vol.28. Prt 6, pp. 1169-1191..
- Palcios, C., Herail, G. & Parseval, P. (2001): The composition of gold in the Cerro Casale gold-rich porphyry deposit, Maricunga Belt, Northern Chile, *The Canadian Mineralogist*, vol. 39, pp. 907-915.
- Petrovskaya, N.V., Novogoodova, M.I., Frolova K.E & Tsepin, A.I. (1997): Nature of the non uniformity and phase composition of endogenic segregations of native gold, *Neodnorost Miner. Tonkie Miner. Smesi*, (F.V. Chukhrova & N.V Petrovskaya, eds.). Nauka, Moscow, Russia, pp. 16-27 (in Russ.).
- Petrovskaya, N.V. & Novogrodova M.I. (1980): Heterogeneity of native gold and some problems relating to stability of natural solid solutions of metals. In: *In homogeneity of Minerals and Crystal Growth*, Proc. XI Gen. Meeting (Moscow 1978), *Int. Miner. Assoc.*, pp. 76-86, 296-297, 330 (in Russ.).
- Platt & Wolley (1986): The mafic mineralogy of the per alkaline syenites and granites of the Mulanje complex. *Min. Mag.*, 50,85-99.

- Puhl, J. (2000): Vergleichende Petrologie und Geochemie von ultramafischen Massiven der Ostalpen. Dissertaion. Montanuniversität Leoben.
- Pushkarev, E.V., Gulayeva, T.Y., Ptrisheva,V.G & Sherstobitova, D.A. (1994): The dunites of the Uktus massif. In Geology and Geochemistry, Ural Branch, Russ. Acad. Sci., Year book 1993, Sverdlovsk, Russia (73-79 in Russ).
- Pushkarev, E.V & Puchkova, A.V. (1991): The Uktus ultramafic massif (middle Urals) In Geology and Geochemistry, Ural Branch, Russ. Acad.Sci., Year book 1990,Sverdlovsk,Russia (35-37 in Russ).
- Ramdohr, P. (1975): Die Erzminerale und Ihre Verwachsungen. AKADEMI- VERLAG. BERLIN.
- Ramdohr, P. (1980): The Ore Minerals and their Intergrowth, second ed., Pergamon Press, Oxford, U.K.
- Rollinson, H. (1996): Using geochemical data- evaluation , presentation, interpretation, 352pp. Essex.
- Rudashevskiy, N.S., Burakov, B.E., Lupal,. S.D., Thaalhammer, O.A.R. & Sainieidukat, B. (1995): Liberation of accessory minerals from various rock type by electricpulse disintegration-method and application. Trans. Inst: Mining Metal. (Sect. C.) 104, C25-C29.
- Salvadoro, M.U. , Carrilo Rosua F.J. and Hach–Ali P.F. (2000), Epithermal Cu-Au mineralisation in the Palai-Islica deposits, Almeria, Southeastern Spain, Fluid-inclusion evidence for mixing of fluids as a guide to gold mineralisation.
- Samoylov, V. S & Gormasheva ,G.S. (1975): Alkali amphiboles from carbonatite and genetically related rocks. Zap.Vses. Mineral.Obshchest.104,145-159.
- Sazanov, A.M., Romanovskii, A.E., Grineva, O.M., Lavrentev, Yu. G., Mairiova, O.N., and Popsolveva, L.N. (1994): Noble Metal Mimeralization of the Guli intrusion(Siberian Platform), Geol.Geofiz.no.9, pp51-65.
- Sheinman, Yu. M. (1947): One a new petrografic province of the northern of the Siberian Platform. Izvestiya Academic Nauk SSR, Siberia Geologicheskaya, 1: 123-4.
- Shikazono, N. & Shimizu, M. (1987): The Au/Ag ratio of native gold and electrum and geochemical environment of gold vein deposits in Japan. Mineral Deposita 22, 309-314.
- Smith, J.P, Spooner E.T., Broughton D.W. & Ploger F.R. (1990): The Kerr Adidison-chesterville, Virginiatown, Time sequence and associated mafic „Albitite,, dike swarm, In: Geosience Research Grant Program, Summary of Research 1989-90. Ont. Geol. Surv., Misc. pap. 150, pp.175-199.

- Smith, J.V., Brenesholz R & Dawson J.B (1978): Chemistry of micas from kimberlites and xenoliths-I Micaceous Kimberlites. *Geochimica et Cosmochimica Acta*. Vol.42, pp959-971.
- Smith J.V, Delaney J.S & Dawson J.B (1981): Storage of F and Cl in upper mantle :geochemical implications. *Lithos* 14, 133-147.
- Simon, G., Kesler, S.E & Chryssoulis. (1999): Geochemistry and Textures of Gold-Bearing Arsenian Pyrite, Twin Creeks and Nevada: Implication for Deposition of Gold in Carlin-Type Deposits, *Econ. Geol.*, vol. 94, pp. 405-42.
- Stumpfl, E.F. (1986): Distribution, transport and concentration of platinum group elements. In: *Metalogeny of basic and ultrabasic rocks*, M. J. Gallagher, R. A. Ixer, C. R. Neary, H.M. Prichard (eds).-*Proc. Conf. Edinburgh 1986, IMM, London*, 427-440.
- Sun, S.S. (1980): Lead isotopic study of young volcanic rocks from mid-oceanic ridges, oceanic island and island arcs. - *Phil. Trans. R.Soc. London A* 297, 409-445.
- Knipe, S.W. & Fleet, M.E. (1997): The gold-copper alloys minerals from the Kerri mine, Ontario. *The Canadian Mineralogist* vol. 35, pp. 573-586.
- Taylor, H.P. & Noble, J.A. (1960): Origin of the ultramafic complexes in southeaster Alaska: *International Geological Congress, 21st, Copenhag, Report.*, p.175- 187.
- Taylor, H.P. Jr. (1967): The Zonated Ultramafic Complexes of the Southeaster Alaska, in *Ultramafic and Related Rocks*, P.J. Wyllie, Editor, John Wiley and Sons Inc., New York, pages 97-121.
- Thalhammer, O.A.R. (1993): *Metamorphogene, Gangförmige Goldlagertätten. Am Beispiel des Milparinka-Tibooburra-Distriktes, NSW, Australien* (Habilitation, Montan Uni Leoben 1993).
- Thalhammer, O.A.R. (2005): Os-Isotope systematics from the Guli Massif, northern Siberia, Russia. 10th International platinum Symposium: EXTENDED ABSTRACTS: Geological Survey of Finland ESPOO 2005. pp.243 -246.
- Thalhammer, O.A.R., McKelsen, J. & Loidl, G. (2006): The Guli Dunite Complex, Taimyr Province, northern Siberia, Russia: a highly metasomatised asthenospheric mantle portion?- 12th IAGOD Symp. Moscow 2006.
- Tishchenko EI, Tishchenko MD (1974): Coefficient of flatness of gold in placers (in Russian). *Razvedka Okhrana Nedr*3:52-54.
- Tishchenko, Ei. (1981): The problem of evolution of gold-flake flatterings in alluvial placers: *Soviet Geology and Geophysics*, v.22, p.28-33.
- Yegorov, L.S. (1989): Form, structure and development of the Guli ultramafic-alkaline and carbonatite pluton. *International Geological Review*. 31.1226-1239.

- Youngson, J.H. & Crew D. (1999): Variation in Placer Style, Gold Morphology and Gold Particle Behavior Down Gravel Bed Rivers: An Example from Bed-Load River System, Otago, New Zealand, *Econ. Geol.*, vol. 94, pp. 615-634. Vol.18. Nr 4.pp 463-475.
- Vasiliev, Y.R., & Zolotukhin, V.V. (1975): *Petrologiya ultrabazitov severa Sibirskoi ploatformy i nekotorye problemy ikh genezisa*(Petrology of the Northern Siberian Platform and Some Problems of their Genesis), Novosibirsk: Nauka, 1975.
- Vasiliev, Y.R., & Zolotukhin, V.V. (1995): The Maimecha–Kotui alkaline-ultramafic province of the northern Siberia platform, Russia. *Episode International union of Geological science*.
- Veksler, I.V., Nielsen, T.F.D. & Sokolov, S.V. (1998a): Mineralogy of crystalized melt inclusions from Gardiner and Kovdor ultramafic alkaline complexes: implications for carbonatite genesis. *Journal of Petrology* 39, 2015-2031.
- Vok, A.E. (1962): *Structur and Properties of Birnary Metallic Systems*. Fizmatgitz, Moscow, Vol2,pp576.
- Wadell, H. (1932): Volume, shape and roundness of rock particles. *J. Geol.* 40, 443-451, Chicago.
- Walter, P. (1992): *Lagerstätten Lehre. Eine Einführung in die Wissenschaft von den mineralischen Boden*. E.Scheizerbartische Verlagsbuchhandlung (Nägele u. Obermiller) Stuttgart 1992.
- Waever, B.L (1991): Trace element evidence for the origin of ocean-island basalts.-*Geology*, 19, 123-126.
- Waever, B.L (1991): The Origin of the ocean island basal end-member compositions: trace elemnt and isotopic constrain. *Earth and Planetary Science letters*, 104. pp. 381-397.
- Wilson, M. (1989): *Igneosis Petrogenesie-A global tectonic approach*-Unwin Human, London, 466S.
- Wood, S.A., Mountain, B.W and Felton, B.J. (1989): Thermodynamic constrain on the solubility of platinum and the palladium in hydrothermal solutions: reassemant of hydroxide, bisulphide, and ammonia coplexing.- *Econ. Geol.* 84, 2020-2028.
- Wilson, M. (1991): *Igneous Petrogenesis. A Global Tectonic Approach*. London SE1 HN, UK.
- Zaccarin, F. & Thalhammer, O.A.R., Princivale, F., Lenaz, D., Stanley, C., Garuti, G. (2007): Djerfisherite in the Guli Dunite Complex, Polar Siberia: A primary or metasomatic phase. *Canadian Mineralogist* (in press).
- Zaistev, V.A., Kogarko, L.N., Ryabchikov I.D (2003): Carbonatite globules in Cape Verde volcanics – evidence of preceding carbonate-silicate liquid immiscibility. 4th Eurocarb Workshop Canary Islands, Spain. pp, 6-8.

- .Zolotukhin,V.V(1991): Basal of the Siberian Platform: Occurrence, composition, and mechanism of formation , in Polyakov, G: V., ed., Traps of Sibiria and the Deccan: Signatures of similarity and diversity: Novosibirsk, Nauka Press, p.7-39(in Russian).
- Zhabin, A.G. (1965):On the Structure and the Sequence of the Formation of the Guli Complex of Dunites, Ultrabasic and Ultrabasic-alkaline Lavas, Alkaline Rock and carbonatites , in Petrology I geokhemiski osobennosti complex ultrabazitov, shechelochnykh porod I karbonatitiov(Petrology and Geochemical Features of the Complex of Ultrabasites, Alkaline Rocks and Carbonatites), Moskow. Nauka, pp.159-192

ANHANG

Aug	Augit	K-fs	Kalifeldspat	Woll	Wollastonit
Ägr	Ägirin	Mt	Magnetit	Anl	Analzim
Ap	Apatit	Neph	Nephelin	Chb	Chabasit
Amph	Amphibol	Ol	Olivin	Cl-hum	Clinohumit
Di	Diopsid	Plg	Plagioklas	Ilm	Ilmenit
Grt	Granat	Qtz	Quartz	Rt	Rutil
Cpx	Clinopyroxen	Phl	Phlogopit	Cal	Calcit
Chl	Chlorit	Prv	Perovskit	Grt	Granat
Chr	Chromit	Sph	Sphen(Titni)	Ap	Apatit
Dol	Dolomit	Ser	Serpentin		
Ilm	Ilmenit	Sod	Sodalit		

Tab.1. Abkürzungen der Mineralnamen

Tab.2. Mineralanalysen: Einschlüsse in Goldnuggets.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	16	17	18
Pro..Nam	SIG38-1	SIG38-2	SIG72-21	SIG72-28	SIG96-1	SIG96-2	SIG96-3	SI-G11-2	SIG11-4	SIG11-10	SIG11-14	SIG45-9	SIG36-4	SIG36-5	SIG38-5	SIG45-2	SIG45-4
Min Name	Sph	Sph	Sph	Sph	Sph	Sph	Sph	Ol	Ol	Ol	Ol	Ol	Cpx(Aug)	Cpx(Di)	Ägr	Cpx(Di)	Cpx(Aug)
SiO2	33,11	31,47	30,40	31,50	31,14	31,13	30,78	39,38	39,52	39,59	39,83	41,17	54,09	51,70	54,50	47,75	51,11
Al2O3	0,06	0,06	0,44	0,19	0,25	0,31	0,06	0,04	0,00	0,11	0,04	0,24	1,67	3,06	0,72	4,18	1,58
TiO2	39,34	39,59	31,95	34,08	39,95	40,72	41,93	0,05	0,05	0,05	0,00	0,00	1,71	2,44	0,73	4,23	0,43
FeO	0,59	1,12	1,38	0,70	1,34	0,35	0,61	14,61	15,39	15,06	15,05	11,38	6,77	7,04	28,16	7,67	10,82
MgO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	45,44	44,37	43,82	44,45	48,72	15,85	13,79	1,69	12,56	14,99
MnO	0,03	0,02	0,02	0,06	0,03	0,02	0,00	0,25	0,25	0,25	0,16	0,30	0,12	0,08	0,00	0,08	0,30
NiO	0,01	0,00	0,00	0,03	0,01	0,03	0,01	0,33	0,24	0,33	0,27	0,05	0,05	0,10	0,02	0,00	0,04
Cr2O3	0,05	0,05	0,02	0,05	0,02	0,05	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,37	0,28	0,03	0,33
K2O	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,02	0,01	0,01	0,01
Na2O	0,32	0,39	0,00	0,00	0,26	0,13	0,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,37	0,48	13,14	0,64	0,18
CaO	26,06	25,62	28,49	30,33	27,58	27,18	26,77	0,16	0,14	0,13	0,12	0,24	19,94	21,90	1,31	20,70	18,80
Total	99,58	98,32	92,71	96,95	100,59	99,93	100,42	100,32	100,16	99,34	99,92	102,11	100,62	100,98	100,56	97,85	98,59
Inclu/Interg	Interg	Incl	incl	incl	interg	interg	interg	Interg	Interg	Interg	Interg	Interg	Incl	Incl	Interg	Interg	Interg
O in Basis	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	6	6	23	6	6
Si	1,07	1,04	1,08	1,07	1,01	1,01	1,00	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00	1,97	1,90	2,15	1,82	1,94
Al	0,00	0,00	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,07	0,13	0,03	0,19	0,07
Ti	0,96	0,98	0,85	0,87	0,98	1,00	1,02	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,07	0,02	0,12	0,01
Fe	0,02	0,03	0,04	0,02	0,04	0,01	0,02	0,31	0,32	0,32	0,32	0,23	0,21	0,22	0,93	0,24	0,34
Mg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,70	1,67	1,65	1,67	1,76	0,86	0,75	0,10	0,71	0,85
Mn	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
Ni	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01
K	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Na	0,02	0,02	0,00	0,00	0,02	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,03	1,01	0,05	0,01
Ca	0,90	0,91	1,08	1,10	0,96	0,95	0,93	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,78	0,86	0,06	0,85	0,76
mg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	85,00	84,50	83,49	83,90	88,14	81,00	78,00	10,00	74,00	71,00
Kationen	2,98	2,99	3,07	3,06	3,01	2,99	2,99	3,01	3,00	3,00	3,00	3,00	3,96	3,98	4,31	3,98	4,01

Tab.3. Mineralanalysen: Einschlüsse in Goldnuggets.

	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
Pro..Nam	SIG45-6	SIG45-8	SIG45-11	SIG56-1	SIG56-2	SIG72-11	SIG72-12	SIG72-13	SIG72-14	SIG11-6	SIG18-1	SIG11-6	MAG19-9	SIG45-3	SIG36-3	SIG45-3	SIG38-3	SIG38-4
Min Name	Cpx(Di)	Cpx(Di)	Cpx(Aug)	Cpx(Di)	Cpx(Di)	Cpx(Di)	Cpx(Aug)	Cpx(Aug)	Cpx(Aug)	Cpx(Di)	Ägr-Aug	Cpx(Di)	Ägr	Qtz	Qtz	Qtz	Cal	Cal
SiO2	51,73	50,08	50,06	52,29	53,32	49,64	52,95	43,75	42,28	50,94	53,07	50,94	57,48	96,92	66,80	96,92	0,08	0,05
Al2O3	1,82	2,30	1,55	1,00	0,26	0,40	0,33	0,33	0,47	2,46	1,32	2,46	1,99	0,78	0,58	0,78	0,00	0,00
TiO2	1,74	2,66	0,78	1,42	0,00	0,42	0,08	0,00	0,00	1,74	0,81	1,74	0,64	0,04	0,03	0,04	0,04	0,08
FeO	6,20	6,65	16,75	9,63	8,43	8,96	4,96	3,24	4,93	4,95	20,33	4,95	27,53	0,48	0,26	0,48	0,00	0,02
MgO	14,90	15,13	13,19	12,17	12,90	13,33	13,13	13,25	12,83	13,60	6,30	13,60	0,24	0,21	0,14	0,21	0,00	0,00
MnO	0,10	0,14	0,44	0,27	0,41	0,02	0,11	0,00	0,09	0,00	0,46	0,00	0,38	0,00	0,00	0,00	0,05	0,02
NiO	0,03	0,00	0,02	0,02	0,00	0,01	0,00	0,01	0,04	0,00	0,00	0,00	0,05	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00
Cr2O3	0,15	0,03	0,03	0,02	0,00	0,03	0,02	0,03	0,08	0,11	0,05	0,11	0,05	0,02	0,03	0,02	0,00	0,00
K2O	0,04	0,02	0,01	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,08	0,02	0,13	0,10	0,00	0,10	0,00	0,01
Na2O	0,17	0,56	0,25	1,32	1,18	1,08	0,11	0,55	1,09	0,00	7,81	0,00	9,28	0,20	0,00	0,20	0,06	0,00
CaO	23,95	22,11	16,08	21,62	21,99	20,73	15,53	11,82	16,42	24,69	12,31	24,69	2,11	0,05	0,05	0,05	54,58	54,28
Total	100,83	99,68	99,16	99,76	98,51	94,62	87,22	72,98	78,23	98,51	102,54	98,51	99,88	98,81	67,89	98,81	54,81	54,46
Inclu/Interg	Interg	Interg	Interg	Interg	incl	incl	incl	incl	incl	Interg	Interg	Interg	interg	Interg	Incl	Interg	Incl	Incl
O in Basis	6	6	6	6	6	6	24	24	6	6	6,00	6	6					
Si	1,91	1,87	1,93	1,97	2,02	1,97	2,16	2,12	1,99	1,91	2,02	1,91	2,23					
Al	0,08	0,10	0,07	0,04	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,11	0,06	0,11	0,09					
Ti	0,05	0,07	0,02	0,04	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,05	0,02	0,05	0,02					
Fe	0,19	0,21	0,54	0,30	0,27	0,30	0,17	0,13	0,19	0,16	0,65	0,16	0,89					
Mg	0,82	0,84	0,76	0,68	0,73	0,79	0,80	0,96	0,90	0,76	0,36	0,76	0,01					
Mn	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01					
Ni	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00					
Cr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00					
K	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01					
Na	0,01	0,04	0,02	0,10	0,09	0,08	0,01	0,05	0,10	0,00	0,58	0,00	0,70					
Ca	0,95	0,88	0,66	0,87	0,89	0,88	0,68	0,61	0,83	0,99	0,50	0,99	0,09					
mg	81,00	80,00	58,00	69,00	73,00	73,00	83,00	88,00	82,00	83,00	0,36	83,00	0,02					
Kationen	4,01	4,02	4,02	4,02	4,02	4,00	3,83	3,90	4,05	2,99	4,21	3,98	4,06					

Tab.4. Mineralanalysen: Einschlüsse in Goldnuggets.

	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49		50	51	52
Pro..Nam	SIG103-4	SIG103-5	SIG103-6	SIG103-7	SIG103-8	SIG42-2	SIG32-1	SIG32-2	SIG42-2	SIG42-3	SIG65-1	SI-G1-20	MA-G19-3	Pro..Nam	SIG45-7	SIG45-16	SIG99-2
Min Name	Dol	Dol	Dol	Dol	Dol	Ilm	Ilm	Ilm	Ilm	Ilm	Perv	Perv	Ilm		Ti-mt	Cr-Ti-Mt	Mt
SiO2	0,00	0,10	0,00	0,03	0,07	0,05	0,13	0,59	0,05	0,14	1,58	0,10	0,84	SiO2	0,27	0,41	6,45
Al2O3	0,00	0,34	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	TiO2	21,14	8,11	0,06
TiO2	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	49,49	52,28	50,50	49,49	48,27	54,40	56,62	50,91	Al2O3	0,09	1,75	1,07
FeO	1,33	0,84	1,11	1,40	1,38	47,83	45,30	42,63	47,83	49,16	1,87	0,35	32,11	Cr2O3	0,00	12,19	0,02
MgO	20,53	16,96	16,02	23,26	20,95	0,00	3,37	3,07	0,00	0,15	0,00	0,00	4,64	V2O3	0,00	0,00	0,00
MnO	0,17	0,17	0,03	0,26	0,26	1,84	1,31	1,20	1,84	1,66	0,02	0,00	3,57	FeO	74,98	66,18	75,54
NiO	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,09	0,07	0,02	0,09	0,00	0,10	0,00	0,16	MnO	2,43	1,51	0,22
Cr2O3	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	MgO	0,39	2,98	0,67
K2O	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,03	0,01	0,00	0,02	0,01	0,07	0,05	CaO	0,01	0,03	0,19
Na2O	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,16	0,00	0,00	0,16	0,00	0,87	0,77	0,00	ZnO	0,00	0,00	0,00
CaO	27,30	19,34	20,14	31,14	29,92	0,01	0,04	0,07	0,01	0,03	38,67	33,18	5,61	TOTAL	99,44	93,25	84,31
Total	49,39	37,81	37,81	56,12	52,59	99,47	102,53	98,12	99,47	99,47	97,52	91,09	97,94				
Inclu/Interg	incl	incl	incl	incl	incl	Incl	Incl	Incl	Incl	Incl	Interg	Interg	interg	Inclu/Interg	Interg	Incl	interg
O in Basis						6	6	6	6	6		6,00	6	O in Basis		32,00	
Si						0,00	0,01	0,03	0,00	0,01	0,07	0,00	0,04	Si	0,08	0,12	0,11
Al						0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0	Ti	4,67	1,84	1,51
Ti						2	1,92	1,92	1,92	1,88	1,90	2	1,89	Al	0,03	1	0,03
Fe						2,06	1,85	1,80	2,06	2,13	0,07	0,01	1,33	Cr	0,00	2,91	0,01
Mg						0,00	0,25	0,23	0,00	0,01	0,00	0,00	0,34	V	0,00	0,00	0,01
Mn						0,08	0,05	0,05	0,08	0,07	0,00	0	0,15	Fe(iii)	6,47	8,53	12,70
Ni						0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	Fe(ii)	11,95	8,21	9,52
Cr						0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	Mn	0,60	0,39	0,02
K						0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Mg	0,17	1,34	0,05
Na						0,02	0,00	0,00	0,02	0,00	0,08	0,07	0,00	Ca	0,00	0,01	0,01
Ca						0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,93	1,75	0	Zn	0,02	0,02	0,02
mg						0,00	0,12	0,11	0,00	0,01	0,00	0,00	0,20				
Kationen						4,09	4,08	4,05	4,09	4,11	4,06	3,94	4,06	TOTAL	24,00	24,00	24,00

Tab.5. Mineralanalysen: Einschlüsse in Goldnuggets.

	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69
Pro..Nam	SIG99-3	SIG1-8	SIG3-5	SIG11-8	MAG19-10	SIG103-3	SIG103-9	SIG34-12	SIG34-13	SIG40-6	SIG40-2	SIG103-1	SIG103-2	SIG37-2	SIG1-9	SI-G1-10	MAG14-6
Min Name	Mt	Mt	Mt	Ti-Cr- Mt	Chr	Chr	Chr	Srp	Srp	Srp	Srp	Srp	Srp	Amph	Amph	Amph	Amph
SiO2	5,17	0,13	0,00	0,00	0,16	0,21	0,99	40,75	45,75	37,45	41,87	39,96	39,02	41,85	59,01	59,56	56,88
Al2O3	0,03	0,11	0,00	12,84	3,96	1,48	1,15	0,52	1,42	4,83	0,87	0,97	0,49	6,34	0,98	0,40	0,82
TiO2	1,08	0,00	0,00	2,43	2,44	0,00	0,17	0,00	0,07	0,10	0,00	0,04	0,18	0,66	0,15	0,26	0,09
FeO	0,03	0,07	0,00	2,85	27,41	22,93	22,98	5,44	4,35	7,07	4,30	8,12	7,11	16,29	3,62	2,66	9,55
MgO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	36,19	38,10	37,06	40,04	35,89	34,24	11,36	21,51	23,11	15,73
MnO	80,23	93,85	97,26	75,36	57,90	68,08	42,61	0,02	0,15	0,05	0,02	0,07	0,05	0,07	0,06	0,08	0,51
NiO	0,15	0,03	0,10	0,74	3,59	1,39	1,45	0,12	0,31	0,68	0,58	0,05	0,03	0,81	0,00	0,00	0,09
Cr2O3	0,54	0,09	0,26	3,75	1,94	0,94	1,24	0,07	0,03	0,00	0,00	0,17	0,10	0,06	0,13	0,15	0,00
K2O	0,18	0,03	0,00	0,00	0,06	0,01	0,03	0,00	0,01	0,05	0,05	0,02	0,02	1,56	0,26	0,28	0,51
Na2O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,28	6,17	6,94	8,26
CaO	87,41	94,31	97,62	97,97	97,46	95,04	70,62	0,07	0,26	0,09	0,11	0,07	0,05	1,10	5,35	6,55	6,07
Total								83,18	90,49	87,38	87,84	85,36	81,29	80,38	97,24	99,99	98,51
Inclu/Interg	interg	Inclu	Inclu		interg	incl	incl	Incl	Interg	Interg	Interg	interg	interg	Incl	Interg	Inclu	Incl
O in Basis					32	32		28	9	28	9	28	28	23	23	23	23
Si	1,66	0,04	0,00	0,00	0,05	0,06	0,40	8,08	8,25	7,21	7,86	7,86	8,01	7,42	8,12	8,01	8,07
Al	0,01	0,03	0,00	2,76	0,87	0,34	0,35	0,12	0,30	1,08	0,19	0,22	0,12	1,31	0,16	0,06	0,14
Ti	0,41	0,00	0,00	0,82	0,84	0,00	0,08	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,03	0,09	0,02	0,03	0,01
Fe	0,01	0,02	0,00	0,64	6,33	5,51	7,39	0,90	0,66	1,14	0,67	1,34	1,22	2,42	0,42	0,30	1,13
Mg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,70	10,24	10,63	11,20	10,52	10,48	3,00	4,41	4,63	3,33
Mn	12,25	15,85	16,00	9,02	6,99	9,69	7,01	0,00	0,02	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,06
Ni	9,31	8,01	7,86	8,98	7,16	7,62	7,49	0,02	0,04	0,11	0,09	0,01	0,00	0,12	0,00	0,00	0,01
Cr	0,04	0,01	0,02	0,18	0,89	0,36	0,50	0,01	0,00	0,00	0,00	0,03	0,02	0,01	0,01	0,02	0,00
K	0,26	0,04	0,11	1,60	0,85	0,43	0,75	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,35	0,05	0,05	0,09
Na	0,06	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	1,65	1,81	2,27
Ca	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,05	0,02	0,02	0,01	0,01	0,21	0,79	0,94	0,92
mg								92,00	94,00	90,00	94,00	89,00	90,00	55,00	91,00	94,00	75,00
Kationen	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	19,85	19,59	20,22	20,05	20,01	19,90	15,03	15,62	15,85	16,03

Tab.6. Mineralanalysen: Einschlüsse in Goldnuggets.

	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87
Pro..Nam	MAG14-15	MAG41-18	MAG14-36	MAG14-38	SIG27-3	SIG27-4	SIG27-5	SIG72-6	SIG72-7	SIG72-8	SIG72-9	SIG72-15	SIG72-27	SIG99-1	SI-G6	SIG44-4	SIG27-1	SIG40-3
Min Name	Amph	Amph	Amph	Amph	Amph	Amph	Amph	Chl	Chl	Chl	Chl	Chl	Chl	Chl	Chl	Nepouite	Melilit	Grt
SiO2	56,75	56,88	54,76	54,55	48,83	48,77	45,09	37,62	33,83	33,49	36,61	38,99	38,82	41,09	33,70	26,43	38,67	35,29
Al2O3	1,43	1,94	2,58	2,96	8,59	11,55	8,34	12,06	12,25	7,88	11,54	6,20	13,76	3,11	11,20	2,34	12,46	5,60
TiO2	0,88	0,44	0,52	0,79	0,00	0,07	0,03	0,11	0,11	0,11	0,04	0,04	0,04	0,00	0,19	0,15	0,59	3,00
FeO	9,56	9,45	12,64	10,66	9,03	5,64	4,35	7,25	13,91	6,01	7,94	6,39	6,61	12,42	21,19	7,19	0,14	18,70
MgO	16,20	15,99	15,24	17,55	22,06	22,09	21,54	29,38	26,05	25,24	30,62	27,20	28,28	26,58	21,59	2,39	11,39	0,00
MnO	0,20	0,36	0,25	0,25	0,04	0,07	0,02	0,15	0,55	0,18	0,15	0,11	0,15	0,12	0,26	0,08	2,66	0,05
NiO	0,17	0,00	0,00	0,00	0,14	0,08	0,02	0,29	0,11	0,04	0,13	0,12	0,13	0,12	2,58	32,30	0,00	0,00
Cr2O3	0,00	0,15	0,00	0,00	0,04	0,03	0,01	0,03	0,06	0,00	0,02	0,03	0,05	0,00	0,10	0,07	0,01	0,03
K2O	0,55	0,65	0,48	0,51	0,31	0,37	0,24	0,66	0,38	0,11	0,13	0,08	0,54	0,82	0,26	0,04	2,24	0,02
Na2O	8,23	8,47	7,47	6,47	0,04	0,04	0,04	0,16	0,24	0,00	0,11	0,16	0,05	0,06	0,00	0,00	0,64	0,15
CaO	5,23	4,87	3,29	4,98	0,82	1,40	1,96	0,27	0,34	0,00	0,24	0,18	0,33	0,22	0,66	0,22	30,27	36,43
Total	99,20	99,20	97,23	98,72	89,90	90,11	81,64	87,98	87,83	73,06	87,53	79,50	88,76	84,54	91,73	71,21	99,07	99,27
Inclu/Interg	Incl	Incl	interg	interg	Interg	Interg	Interg	incl	incl	incl	incl	incl	incl	interg	Interg	Incl	Incl	Interg
O in Basis	23	23	23	23	23	23	23	6	6	6	14	6	6	6	28	9	14	24
Si	7,97	7,98	7,90	7,71	7,26	7,12	7,25	7,12	6,70	7,56	6,99	8,06	7,21	8,29	6,71	3,97	3,51	6,05
Al	0,23	0,32	0,43	0,49	1,49	1,97	1,56	2,66	2,83	2,08	2,57	1,49	2,98	0,73	2,60	0,41	1,32	1,12
Ti	0,09	0,05	0,06	0,08	0,00	0,01	0,00	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,03	0,02	0,04	0,39
Fe	1,12	1,11	1,52	1,26	1,12	0,69	0,58	1,15	2,30	1,13	1,27	1,10	1,03	2,10	3,53	0,90	0,01	2,68
Mg	3,39	3,34	3,28	3,70	4,89	4,80	5,16	8,30	7,69	8,50	8,71	8,38	7,83	8,00	6,41	0,54	1,54	0,00
Mn	0,02	0,04	0,03	0,03	0,01	0,01	0,00	0,02	0,09	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04	0,01	0,20	0,01
Ni	0,02	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,00	0,04	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,41	3,90	0,00	0,00
Cr	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00
K	0,10	0,12	0,09	0,09	0,06	0,07	0,05	0,16	0,10	0,03	0,03	0,02	0,13	0,21	0,07	0,01	0,26	0,00
Na	2,24	2,30	2,09	1,77	0,01	0,01	0,01	0,06	0,09	0,00	0,04	0,06	0,02	0,02	0,00	0,00	0,11	0,05
Ca	0,79	0,73	0,51	0,75	0,13	0,22	0,34	0,05	0,07	0,00	0,05	0,04	0,07	0,05	0,14	0,04	2,95	6,70
mg	75,00	75,00	68,00	75,00	81,00	87,00	90,00	88,00	77,00	88,00	87,00	88,00	88,00	79,00	64,00	37,00	99,00	0,00
Kationen	15,98	16,01	15,91	15,89	15,00	14,90	14,97	19,59	19,92	19,36	19,72	19,21	19,32	19,45	19,95	9,80	9,95	17,01

	88	89	91	93	95	97	99	101	103	105	107		108	109	110	111
Pro..Nam	SIG11-9	SIG27-2	SIG9-11	SIG72-10	SIG53-6	SIG71-6	SIG103-4	SIG103-5	SIG103-6	SIG103-7	SIG103-8	Probe	MAG21-17	MAG21-18	MAG21-23	MAG21-24
Min Name	Grt	Phl	Phl	Phl	Plg	K-fs	Dol	Dol	Dol	Dol	Dol	SiO2	23,14	19,84	0,13	0,08
SiO2	35,22	34,80	45,35	41,64	58,64	65,19	0,00	0,10	0,00	0,03	0,07	Al2O3	6,67	3,38	0,00	0,00
Al2O3	1,79	8,62	11,20	12,80	25,82	13,01	0,00	0,34	0,25	0,00	0,00	TiO2	11,76	17,55	28,84	33,38
TiO2	5,27	3,20	0,13	0,04	0,07	0,04	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	FeO	18,52	20,74	9,28	8,50
FeO	22,10	13,92	4,42	4,02	0,93	0,28	1,33	0,84	1,11	1,40	1,38	MgO	0,96	0,71	0,00	0,00
MgO	0,00	14,77	32,20	26,88	0,00	0,00	20,53	16,96	16,02	23,26	20,95	MnO	0,20	0,48	0,17	0,17
MnO	0,09	0,16	0,00	0,04	0,00	0,02	0,17	0,17	0,03	0,26	0,26	NiO	0,10	0,05	0,07	0,07
NiO	0,00	0,85	0,18	0,03	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	Cr2O3	0,00	0,00	0,00	0,00
Cr2O3	0,05	0,13	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	K2O	0,93	0,13	0,00	0,00
K2O	0,00	4,60	5,05	8,25	0,48	16,40	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	Na2O	0,00	0,00	0,00	0,00
Na2O	0,00	0,34	0,68	0,57	5,49	0,66	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	CaO	2,84	4,45	6,64	8,14
CaO	34,67	0,13	0,18	0,00	10,34	0,00	27,30	19,34	20,14	31,14	29,92	ZrO2	5,73	10,56	22,30	23,69
Total	99,56		99,39	84,33	101,78	95,60	49,39	37,81	37,81	56,12	52,59	La2O3	0,49	0,39	0,62	0,69
												Ce2O3	3,92	3,44	5,35	4,65
												Nd2O3	3,12	3,25	5,00	4,69
Inclu/Interg	Interg	Interg	Inclu	incl	Interg	Interg	incl	incl	incl	incl	incl	Sm2O3	0,91	0,61	1,04	1,22
												Summe	79	86	79	85
O in Basis	24	22	22	22	32	32						Min	Chevkit	Chevkit	Zirkelit	Zirkelit
													22,00	22,00	7,00	7,00
Si	6,16	6,00	5,99	5,90	10,39	12,66						Incl	Incl	Incl	Incl	Incl
Al	0,37	1,73	1,73	2,11	5,34	2,95						Si	4,78	3,96	0,010	0,01
Ti	0,69	0,41	0,01	0,00	0,01	0,01						Ti	1,83	2,64	1,750	1,84
Fe	3,23	2,01	0,49	0,48	0,14	0,05						Al	1,62	0,80	0,000	0,00
Mg	0,00	3,79	6,34	5,68	0,00	0,00						Cr	0,00	0,00	0,000	0,00
Mn	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00						Fe(ii)	3,20	3,47	0,626	0,52
Ni	0,00	0,12	0,02	0,00	0,00	0,00						Mn	0,03	0,08	0,012	0,01
Cr	0,01	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00						Mg	0,30	0,21	0,000	0,00
K	0,00	1,01	0,85	1,49	0,11	4,06						Ni	0,03	0,01	0,008	0,01
Na	0,00	0,11	0,17	0,16	1,89	0,25						Ca	0,63	0,95	0,574	0,64
Ca	6,49	0,02	0,03	0,00	1,96	0,00						Na	0,00	0,00	0,000	0,00
mg	0,00	65,00	93,00	92,00	0,00	0,00						K	0,24	0,03	0,000	0,00
Kationen	16,96	15,25	15,62	15,83	19,84	19,97						La	0,01	0,01	0,006	0,01
												Ce	0,30	0,25	0,158	0,12
												Nd	0,23	0,23	0,144	0,12
												Sm	0,06	0,04	0,0289	0,03
												ZrO	0,58	1,03	0,8771	0,85
												Kationen	13,83	13,720	4,19	4,16

Tab.7. Mineralanalysen: Einschlüsse in Goldnuggets.

Tab.8. Mikrosondenanalysen der Goldnuggets.

Class	I									
Sample	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Name	G63-1	G63-2	G63-3	G63-4	G63-5	G63-6	G63-7	G63-8	G63-9	G63-10
wt %										
Au	86,26	81,9	89,67	89,66	82,4	90,1	88,1	90,38	89,54	89,77
Ag	11,15	2,82	10,89	7,29	0,17	6,73	7,03	11,72	6,99	6,86
Hg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cu	1,45	13,81	1,6	2,48	15,21	1,88	1,91	1,41	1,97	2,6
Pd	0	0	0	0,04	0	0	0	0	0	0
Sum	98,86	98,53	102,16	99,47	97,78	98,71	97,04	103,51	98,5	99,23
Fineness	886	967	892	925	998	930	926	885	928	929
at %										
Au	77,63	63,07	78,3	80,97	63,46	83,26	82,45	77,81	82,59	81,35
Ag	18,32	3,97	17,36	12,02	0,24	11,36	12,01	18,42	11,77	11,35
Hg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cu	4,04	32,96	4,33	6,94	36,31	5,38	5,54	3,76	5,63	7,3
Pd	0	0	0	0,07	0	0	0	0	0	0
Sum	99,99	100	99,99	100	100,01	100	100	99,99	99,99	100
Formula	Au _{3,47} (Ag,Cu)	Au _{1,71} (Cu,Ag)	Au _{3,61} (Ag,Cu)	Au _{4,27} (Ag,Cu)	Au _{1,74} (Cu,Ag)	Au _{4,97} (Ag,Cu)	Au _{4,7} (Ag,Cu)	Au _{3,51} (Ag,Cu)	Au _{4,75} (Ag,Cu)	Au _{4,36} (Ag,Cu)
Mineral	Arg	Au-Cu	Arg	Arg	Au-Cu	Arg	Arg	Arg	Arg	Arg

Tab.9. Mikrosondenanalysen der Goldnuggets.

Class	I									
Sample	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Name	G63-11	G63-12	G63-13	G65-1	G65-2	G65-3	G65-4	G65-5	G65-6	G65-7
wt %										
Au	75,31	90,88	90,21	77,06	75,78	74,02	82,33	96,49	77,58	74,73
Ag	0,72	6,99	7,12	22,04	19,66	0,71	13,61	0,98	0,32	0,16
Hg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cu	25,76	2,09	2,54	1,64	1,69	24,83	4,02	0,04	21,5	24,96
Pd	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sum	101,79	99,96	99,87	100,74	97,13	99,56	99,96	97,51	99,4	99,85
Fineness	991	929	927	778	794	990	858	990	996	998
at %										
Au	48,13	82,53	81,21	62,96	64,81	48,61	68,81	98,06	53,58	49,04
Ag	0,84	11,59	11,7	32,88	30,7	0,85	20,77	1,82	0,4	0,19
Hg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cu	51,03	5,88	7,09	4,15	4,48	50,54	10,41	0,13	46,02	50,77
Pd	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sum	100	100	100	99,99	99,99	100	99,99	100,01	100	100
Formula	AuCu	Au _{4,72} (Ag,Cu)	Au _{4,32} (Ag,Cu)	Au _{1,7} (Ag,Cu)	Au _{1,84} (Au,Cu)	AuCu	Au _{2,21} (Ag,Cu)	Au	Au _{1,5} Cu	AuCu
Mineral	Tet-Au	Arg	Arg	Arg	Arg	Tet-Au	Arg	Au	Tet-Au	Tet-Au

Tab.10. Mikrosondenanalysen der Goldnuggets.

Sample	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Name	G65-8	G65-9	G65-10	G71-1	G71-2	G71-3	G71-4	G71-5	G71-6	G71-7
wt %										
Au	81,41	97,14	79,85	99,22	74,89	72,4	71,75	73,27	95,99	67,83
Ag	18,12	1,47	18,41	0,48	0,85	0,51	0,51	0,64	0,93	31,9
Hg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cu	2,41	0,15	1,94	1,31	26,05	27,73	27,18	26,58	2,95	2,02
Pd	0	0,07	0	0	0	0	0	0	0	0
Sum	101,94	98,83	100,2	101,01	101,79	100	99,44	100,49	99,87	101,75
Fineness	818	985	813	995	989	993	993	991	990	680
at %										
Au	66,75	96,73	66,83	95,26	47,64	45,45	45,72	46,72	89,85	51,25
Ag	27,13	2,67	28,14	0,84	0,99	0,58	0,59	0,75	1,59	44,01
Hg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cu	6,12	0,46	5,03	3,9	51,37	53,96	53,68	52,53	8,56	4,73
Pd	0	0,13	0	0	0	0	0	0	0	0
Sum	100	99,99	100	100	100	99,99	99,99	100	100	99,99
Formula	Au _{2,01} (Ag;Cu)	Au	Au _{2,01} (Ag;Cu)	Au	AuCu	Au _{1,2} Cu	Au _{1,2} Cu	Au _{1,1} Cu	Au	Au(Ag,Cu)
Mineral	Arg	Au	Cu-Gold	Cu-Gold	Tet-Au	Tet-Au	Tet-Au	Tet-Au	Cu-Au	Tet-Au

Tab.11. Mikrosondenanalysen der Goldnuggets.

Class	I									
Sample	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
Name	G71-8	G71-9	G71-10	G71-11	G71-12	G71-13	G71-14	G71-15	G71-3	G71-17
wt %										
Au	74,21	96,79	58,25	74	67,56	74,89	58,57	73,05	50,56	75,3
Ag	0,47	0,73	41,51	0,7	32,71	0,24	41,78	0,7	1,22	0,31
Hg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cu	23,95	1,95	0,57	25,67	0,86	24,18	1,68	25,71	50,79	26,19
Pd	0,13	0	0,17	0	0,12	0	0,06	0	0	0,06
Sum	98,76	99,47	100,5	100,37	101,25	99,31	102,09	99,46	102,57	101,86
Fineness	994	993	584	991	674	997	584	991	976	996
at %										
Au	49,62	92,92	42,79	47,79	51,9	49,83	41,78	47,43	0,02	47,91
Ag	0,57	1,28	55,68	0,83	45,88	0,29	54,42	0,83	1,14	0,36
Hg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cu	49,64	5,8	1,3	51,38	2,05	49,87	3,71	51,74	98,84	51,65
Pd	0,16	0	0,23	0	0,17	0	0,08	0	0	0,07
Sum	99,99	100	100	100	100	99,99	99,99	100	100	99,99
Formula	Au-Cu	Au	Au(Ag,Cu)1,3	AuCu1,07	Au(Ag,Cu)	AuCu	Au(Ag,Cu)1,4	AuCu1,09	Au	AuCu1.1
Mineral	Tet-Au	Cu-Au	Elek	Tet-Au	Elek	Tet-Au	Elek	Tet-Au	Cu-Au	Tet-Au

Tab.12. Mikrosondenanalysen der Goldnuggets.

Class	I									
Sample	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
Name	G71-18	G71-19	G74-1	G74-2	G74-3	G74-4	G74-5	G74-6	G74-7	G74-8
wt %										
Au	73,86	69,16	69,55	70,95	96,79	72,12	71,06	68,62	95,04	74,98
Ag	0,55	31,74	29	26,94	1,44	25,73	28,4	30,17	2,55	0,61
Hg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cu	25,68	1,06	0,78	1,24	0	1,25	0,74	0,72	0,06	25,84
Pd	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sum	100,09	101,96	99,33	99,13	98,23	99,1	100,2	99,51	97,65	101,43
Fineness	993	685	706	725	985	737	714	695	974	992
at %										
Au	47,82	53,04	55,67	57,22	97,36	58,64	56,75	54,49	95,15	48,01
Ag	0,65	44,44	42,39	39,68	2,64	38,2	41,42	43,74	4,66	0,71
Hg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cu	51,53	2,52	1,94	3,1	0	3,15	1,83	1,77	0,19	51,28
Pd	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sum	100	100	100	100	100	99,99	100	100	100	100
Formula	AuCu1.1	Au1,13(Ag,Cu)	Au1,3Ag	Au1,34Ag	Au	Au1,42(Ag,Cu)	Au1,31(Ag,Cu)	Au1,2(Ag,Cu)	Au	AuCu
Mineral	Tet-Au	Tet-Au	Elek	Elek	Au	Elek	Elek	Elek	Au	Tet-Au

Tab.13. Mikrosondenanalysen der Goldnuggets.

Class	I									
Sample	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
Name	G74-9	G74-10	G74-11	G74-12	G74-13	G74-14	G74-15	G74-16	G74-17	G74-18
wt %										
Au	74,23	74,38	73,62	74,82	75,07	62,09	57,91	70	70,89	64,31
Ag	0,72	0,55	0,5	0,61	0,5	36,14	41,16	27,31	26,73	33,8
Hg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cu	25,63	26,75	26,91	25,36	25,54	0,95	0,6	1,04	0,91	0,59
Pd	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sum	100,58	101,68	101,03	100,79	101,11	99,18	99,67	98,35	98,53	98,7
Fineness	990	993	993	992	993	632	585	719	726	655
at %										
Au	47,89	46,99	46,61	48,41	48,39	47,39	42,92	56,87	57,86	50,3
Ag	0,85	0,63	0,58	0,72	0,59	50,37	55,7	40,51	39,84	48,27
Hg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cu	51,26	52,38	52,81	50,86	51,03	2,25	1,38	2,62	2,3	1,43
Pd	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sum	100	100	100	99,99	100,01	100,01	100	100	100	100
Formula	AuCu	AuCu _{1,13}	AuCu _{1,15}	AuCu _{1,07}	AuCu _{1,07}	AuAg _{1,11}	AuAg _{1,33}	Au _{1,32} Ag	Au _{1,37} Ag	AuAg
Mineral	Tet-Au	Tet-Au	Tet-Au	Tet-Au	Tet-Au	Elek	Elek	Elek	Elek	Elek

Tab.14. Mikrosondenanalysen der Goldnuggets.

Class	I									
Sample	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
Name	G77-1	G77-2	G77-3	G77-4	G77-5	G77-6	G77-7	G77-8	G77-9	G77-10
wt %										
Au	96,25	74,29	75,23	74,26	74,21	96,11	73,73	73,02	74,48	74,02
Ag	0,09	0,19	0,11	0,19	0,25	0,17	0	0,17	0,11	0,08
Hg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cu	2,32	26,9	25,97	25,65	25,82	2,56	25,42	25,57	25,36	24,97
Pd	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sum	98,66	101,38	101,31	100,1	100,28	98,84	99,15	98,76	99,95	99,07
Fineness	999	997	999	997	997	998	1000	998	999	999
at %										
Au	92,9	47,01	48,25	48,19	47,97	92,1	48,34	47,85	48,59	48,84
Ag	0,16	0,22	0,13	0,23	0,3	0,3	0	0,2	0,13	0,1
Hg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cu	6,94	52,77	51,62	51,59	51,73	7,6	51,66	51,94	51,28	51,07
Pd	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sum	100	100	100	100,01	100	100	100	99,99	100	100,01
Formula		AuCu1,13	AuCu1,07	AuCu1,08	AuCu1,08	Au	AuCu1,07	AuCu1,09	AuCu1,06	AuCu1,05
Mineral	Au	Tet-Au	Tet-Au	Tet-Au	Tet-Au	Au	Tet-Au	Tet-Au	Tet-Au	Tet-Au

Tab.15. Mikrosondenanalysen der Goldnuggets.

Class	I				II-A					
Sample	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
Name	G77-11	G77-12	G77-13	G77-14	G98-1	G98-2	G98-3	G98-4	G98-5	G98-6
wt %										
Au	73,45	73,58	72,59	73,02	55,46	54,24	54,16	57,07	54,65	48,26
Ag	0,28	0,03	0,11	0,11	44,91	45,86	45,59	43,68	44,64	52,06
Hg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cu	25,31	25,19	25,18	25,81	0	0	0	0	0	0
Pd	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sum	99,04	98,8	97,88	98,94	100,37	100	99,75	100,75	99,29	100,32
Fineness	996	1000	998	998	553	542	543	566	550	481
at %										
Au	48,19	48,5	48,12	47,66	40,34	39,31	39,42	41,71	40,14	33,26
Ag	0,34	0,04	0,13	0,13	59,66	60,69	60,58	58,29	59,86	52,06
Hg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cu	51,47	51,46	51,74	52,21	0	0	0	0	0	0
Pd	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sum	100	100	99,99	100	100	100	100	100,75	100	100,32
Formula	AuCu _{1,08}	AuCu _{1,06}	AuCu _{1,08}	AuCu _{1,1}	AuAg _{1,48}	AuAg _{1,54}	AuAg _{1,54}	AuAg _{1,4}	AuAg _{1,49}	AuAg _{1,57}
Mineral	Tet-Au	Tet-Au	Tet-Au	Tet-Au	Elek	Elek	Elek	Elek	Elek	Elek

Tab.16. Mikrosondenanalysen der Goldnuggets.

Class	II-A					II-B				
Sample	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
Name	G98-7	G98-8	G98-9	G98-10	G98-11	G49-1	G49-2	G49-3	G49-4	G49-5
wt %										
Au	51,64	42,68	40,66	50,4	93,22	90	69,71	73,96	75,32	74,46
Ag	47,46	56,8	59,21	49,71	4,26	10,06	29,28	27,29	25,43	26,18
Hg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cu	0	0	0	0	0	0,01	0,11	0	0,04	0,01
Pd	0	0	0,04	0	0	0	0	0	0	0
Sum	99,1	99,48	99,91	100,24	97,48	100,07	99,1	101,25	100,79	100,65
Fineness	521	429	407	503	956	899	704	730	748	740
at %										
Au	37,34	29,15	27,32	35,64	92,3	83,03	56,44	59,75	61,8	60,89
Ag	62,66	70,85	72,63	64,19	7,7	16,95	43,29	40,25	38,8	39,09
Hg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cu	0	0	0	0	0	0,03	0,28	0	0,1	0,03
Pd	0	0	0,05	0,17	0	0	0	0	0	0
Sum	100	100	100	100	100	100,01	100,01	100	100	100,01
Formula	AuAg1,68	AuAg2,43	AuAg2,7	AuAg1,8	Au12Ag	Au4,89Ag	Au1,3Ag	Au1,48Ag	Au1,59Ag	Au1,56Ag
Mineral	Elek	Elek	Elek	Elek	Arg	Arg	Elek	Elek	Elek	Elek

Tab.17. Mikrosondenanalysen der Goldnuggets.

Class	II-B		II-C							
Sample	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
Name	G49-6	G49-7	G35-1	G35-2	G35-3	G35-4	G35-5	G35-6	G35-7	G35-8
wt %										
Au	72,56	88,89	86,94	87,6	97,96	86,23	100	87,81	86,87	86,2
Ag	26,85	5,81	13,35	13,05	2,5	14,67	0,45	13,75	13,82	14,44
Hg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cu	0,07	0	0	0,09	0	0,01	0	0	0	0,02
Pd	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sum	99,48	94,7	100,29	100,74	100,46	100,91	100,45	101,69	100,69	100,66
Fineness	730	939	867	870	975	855	996	865	863	857
at %										
Au	59,57	89,34	78,1	78,42	95,55	76,28	99,18	77,76	77,49	76,53
Ag	40,25	10,66	21,9	21,33	4,45	23,7	0,82	22,24	22,51	23,41
Hg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cu	0,18	0	0	0,25	0	0,03	0	0	0	0,06
Pd	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sum	100	100	100	100	100	100,01	100	100	100	100
Formula	Au _{1,47} Ag	Au _{8,38} Ag	Au _{3,57} Ag	Au _{3,63} Ag	Au	Au _{3,21} Ag	Au	Au _{3,5} Ag	Au _{3,44} Ag	Au _{3,26} Ag
Mineral	Elek	Arg	Arg	Arg	Au	Arg	Au	Arg	Arg	Arg

Tab.18. Mikrosondenanalysen der Goldnuggets.

Class	II-C									
Sample	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110
Name	G35-9	G35-10	G35-11	G35-12	G46-1	G46-2	G46-3	G46-4	G46-5	G46-6
wt %										
Au	87,85	94,81	85,6	97,78	89,62	88,68	90,07	90,06	89,54	88,51
Ag	11,21	4,54	13,92	1,26	10,54	10,41	10,44	10,33	10,63	10,66
Hg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cu	0	0	0	0,01	0,28	0,34	0,22	0,33	1,02	0,93
Pd	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sum	99,06	99,35	99,52	99,05	100,44	99,43	100,73	100,72	101,19	100,1
Fineness	887	954	860	987	895	895	896	897	894	893
at %										
Au	81,1	91,96	77,1	97,67	81,67	81,55	82,02	81,91	79,87	79,84
Ag	18,9	8,04	22,9	2,3	17,54	17,48	17,36	17,16	17,31	17,56
Hg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cu	0	0	0	0,03	0,79	0,97	0,62	0,93	2,82	2,6
Pd	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sum	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Formula	Au _{4,29} Ag	Au _{11,44} Ag	Au _{3,37} Ag	Au	Au _{4,46} Ag	Au _{4,42} Ag	Au _{4,56} Ag	Au _{4,53} Ag	Au _{3,97} Ag	Au ₄ Ag
Mineral	Arg	Arg	Arg	Au	Arg	Arg	Arg	Arg	Arg	Arg

Tab.19. Mikrosondenanalysen der Goldnuggets.

Class	II-D			III						
Sample	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
Name	G46-7	G46-8	G46-9	G58-1	G58-2	G58-3	G58-4	G58-5	G58-6	G58-7
wt %										
Au	89,47	89,3	88,65	95,48	95,11	95,59	94,65	96,51	95,8	95,95
Ag	10,15	10,77	10,77	5,36	5,58	5,25	5,58	5,69	5,2	5,58
Hg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cu	0,48	0,34	0,39	0,12	0,14	0,18	0,2	0,06	0,26	0,1
Pd	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sum	100,1	100,41	99,81	100,96	100,83	101,02	100,43	102,26	101,26	101,63
Fineness	898	892	892	947	945	948	944	944	949	945
at %										
Au	81,71	81,17	80,94	90,38	89,95	90,41	89,75	90,12	90,29	90,14
Ag	16,93	17,87	17,96	9,26	9,64	9,07	9,66	9,7	8,95	9,57
Hg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cu	1,36	0,96	1,1	0,35	0,41	0,53	0,59	0,17	0,76	0,29
Pd	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sum	100	100	100	99,99	100	100	100	99,99	100	100
Formula	Au _{4,47} Ag	Au _{4,31} Ag	Au _{4,25} Ag	Au _{9,40} Ag	Au _{8,95} Ag	Au _{9,42} Ag	Au _{8,76} Ag	Au _{9,13} Ag	Au _{9,30} Ag	Au _{9,4} Ag
Mineral	Arg	Arg	Arg	Au	Au	Au	Arg	Au	Au	Au

Tab.20. Mikrosondenanalysen der Goldnuggets.

Class	III									
Sample	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130
Name	G58-8	G58-9	G58-10	G67-1	G67-2	G67-3	G67-4	G67-5	G67-6	G67-7
wt %										
Au	93,78	94,94	93,33	95,96	95,82	94,94	95,34	95,18	94,71	95,03
Ag	5,25	5,63	5,58	5,02	4,97	4,94	5,05	5,02	4,94	5,05
Hg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cu	0,16	0,26	0,24	0,12	0	0,09	0,06	0	0	0,01
Pd	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sum	99,19	100,83	99,15	101,1	100,79	99,97	100,45	100,2	99,65	100,09
Fineness	947	944	944	950	951	951	950	950	950	950
at %										
Au	90,29	89,54	89,51	90,96	91,35	91,08	91,02	91,22	91,3	91,13
Ag	9,23	9,7	9,77	8,69	8,65	8,65	8,8	8,78	8,7	8,84
Hg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cu	0,48	0,76	0,71	0,35	0	0,27	0,18	0	0	0,03
Pd	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sum	100	100	99,99	100	100	100	100	100	100	100
Formula	Au _{9,30} Ag	Au _{8,56} Ag	Au _{8,54} Ag	Au ₁₀ Ag	Au ₁₀ Ag	Au _{10,21} Ag	Au _{10,14} Ag	Au _{10,39} Ag	Au _{10,49} Ag	Au _{10,27} Ag
Mineral	Arg	Arg	Arg	Au	Au	Au	Au	Au	Au	Au

Tab.21. Mikrosondenanalysen der Goldnuggets.

Class	III		
Sample	131	132	133
Name	G67-8	G67-9	G67-10
wt %			
Au	95,69	94,98	95,21
Ag	5,22	5,16	4,86
Hg	0	0	0
Cu	0,09	0,05	0,01
Pd	0	0	0
Sum	101	100,19	100,08
Fineness	948	948	951
at %			
Au	90,7	90,84	91,45
Ag	9,03	9,01	8,52
Hg	0	0	0
Cu	0,26	0,15	0,03
Pd	0	0	0
Sum	99,99	100	100
Formula	Au _{9,76} Ag	Au _{9,92} Ag	Au _{10,70} Ag
Mineral	Au	Au	Au

Tab.22. Mineralanalysen der sulfidischen Einschlüsse in Goldnugget.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Pr.Namme	SG25-1	SG25-2	SG25-3	SG32-1	SG32-2	SG32-3	SG44-1	SG53-2	SG44-2	SG44-3	SG48-1	SG53-3	SG53-4	SG53-5
Gew %														
Fe	0,00	0,05	0,00	0,03	0,02	0,00	61,79	58,21	36,85	0,30	0,00	0,04	0,04	0,07
Cu	0,07	0,00	0,00	0,00	0,08	0,01	0,00	0,00	25,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S	0,00	0,00	0,00	12,48	0,00	12,29	38,38	38,19	35,96	1,93	0,03	0,18	0,17	0,21
Pb	30,04	22,97	99,30	86,98	0,00	86,74	0,17	0,11	0,10	6,81	0,00	0,05	0,04	0,04
Te	0,00	0,00	0,00	0,28	31,33	0,30	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00
Sb	62,45	60,40	0,85	0,00	0,03	0,01	0,04	0,00	0,04	52,61	60,05	0,64	0,88	0,55
As	4,96	4,14	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00	0,12	0,00	6,62	4,96	56,80	57,46	56,09
Ni	0,02	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,35	0,00	29,97	34,93	43,68	41,32	39,25
Au	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ag	0,00	0,00	0,00	0,00	68,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Summe	97,54	87,56	100,15	99,88	100,00	99,35	100,46	96,98	98,23	98,24	99,97	101,41	99,91	96,21
At %														
Fe	0,00	0,14	0,00	0,07	0,05	0,00	47,99	46,50	30,27	0,48	0,00	0,05	0,05	0,09
Cu	0,15	0,00	0,00	0,00	0,15	0,02	0,00	0,00	18,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S	0,00	0,00	0,00	47,87	0,00	47,65	51,93	53,14	51,45	5,33	0,08	0,37	0,36	0,46
Pb	19,98	16,72	98,56	51,62	0,00	52,02	0,04	0,02	0,02	2,91	0,00	0,02	0,01	0,01
Te	0,00	0,00	0,00	0,27	27,81	0,29	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
Sb	70,70	74,81	1,44	0,00	0,02	0,01	0,01	0,00	0,02	38,26	42,69	0,35	0,49	0,32
As	9,12	8,33	0,00	0,18	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	7,82	5,73	50,07	51,67	52,36
Ni	0,05	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,27	0,00	45,20	51,50	49,14	47,42	46,76
Au	0,00	0,00	0,00		0,00			0,00				0,00	0,00	0,00
Ag	0,00	0,00	0,00		71,96			0,00				0,00	0,00	0,00
Summe	100,00	100,00	100,00	100,00	100,01	100,00	100,00	100,00	100,01	100,00	100,00	100,01	100,00	100,00
Formel	Sb ₂ (Sb,Pb,As)	Sb ₂ (Sb,Pb,As) ₂		PbS	Ag ₂ Te	PbS	FeS	FeS	CuFe _{1,65} S _{2,8}	Ni(Sb,As)	Ni(Sb,As)	NiAs	NiAs	NiAs
Min	Paradocrasit	Paradocrasit	Pb-rein	Galena	Hessite	Galena	Pyrotin	Pyrotin	cubanit =?	Breithauptit	Breithauptit	Nickelin	Nickelin	Nickelin

Tab.23. Mineralanalysen der sulfidischen Einschlüsse in Goldnugget.

	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
Pr.Namme	SG71-4	SG72-1	SG72-2	SG77-1	SG77-2	SG70-3	ANSS-G2-1	ANSS-G2-2	ANSSG2-3	ANSSG3-2	ANSSG3-3	ANSSG3-4	ANSSG9-1	ANSSG9-2	ANSSG9-4
Gew %															
Fe	0,00	25,01	26,06	3,84	7,82	0,07	2,90	3,40	3,38	9,71	7,47	9,41	30,60	29,78	28,05
Cu	0,24	0,00	0,00	74,89	69,33	48,71	0,00	0,00	0,00	66,01	68,86	65,56	34,47	34,69	0,00
S	12,33	30,24	32,78	19,37	21,87	0,03	16,59	19,07	17,06	24,39	23,85	25,28	34,65	34,41	32,80
Pb	1,29	0,26	0,00	0,15	0,15	1,61	0,88	0,00	0,00	0,06	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00
Te	0,00	0,06	0,06	0,00	0,00	0,00									
Sb	3,90	0,00	0,00	0,00	0,07	42,33									
As	0,00	0,00	0,41	0,00	0,00	5,26	44,64	49,31	45,41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ni	30,21	34,96	38,99	0,00	0,05	1,01	15,90	13,05	15,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	35,45
Au		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00									
Ag		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00									
Bi	51,26														
Co							17,33	16,53	17,69	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	2,36
Zn							0,03	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Summe	99,23	90,53	98,30	98,25	99,29	99,02	98,67	101,36	99,06	100,20	100,31	100,29	99,48	99,44	98,66
At %															
Fe	0,00	22,52	21,61	3,71	7,31	0,10	2,98	3,35	3,43	8,81	6,82	8,47	25,09	24,74	23,15
Cu	0,32	0,00	0,00	63,63	56,96	63,27	0,00	0,00	0,00	52,61	55,23	51,86	25,05	25,33	0,00
S	32,41	47,44	47,35	32,62	35,62	0,08	29,71	32,74	30,18	38,54	37,92	39,64	49,08	49,80	47,16
Pb	0,52	0,06	0,00	0,04	0,04	0,64	0,24	0,00	0,00	0,01	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00
Te	0,00	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00									
Sb	2,70	0,00	0,00	0,00	0,03	28,70									
As	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	5,79	34,21	36,23	34,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ni	43,38	29,95	30,76	0,00	0,04	1,42	15,55	10,24	14,99	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	27,84
Au		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00									
Ag		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00									
Bi	20,67														
Co							17,27	15,44	17,02	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	1,85
Zn							0,03	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Summe	100,00	99,99	99,99	100,00	100,00	100,00	99,99	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	99,99	100,00
Formel	Ni ₃ Bi ₂ S ₂	(Ni,Fe) ₉ S ₈	(Ni,Fe) ₉ S ₈	(Cu,Fe) ₂ S	(Cu,Fe) ₂ S	Cu ₂ (Sb,As,Ni)	(Co,Ni)AsS	(Co,Ni)AsS	(Co,Ni)AsS	Cu ₅ FeS ₄	Cu ₅ FeS ₄	Cu ₅ FeS ₄	CuFeS ₂	CuFeS ₂	(Ni,Fe) ₉ S ₈
Miner	Parkerit	Pentlandit	Pentlandit	Chalcocit	Chalcocit	Cuprostibit	Cobaltin	Cobaltin	Cobaltin	Bornit	Bornit	Bornit	Chalcopyrit	Chalcopyrit	Pentlandit

Tab.24. Mikrosondenanalysen

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Probe	SG28-6-1	SG28-6-2	SG28-6-3	SG28-6-4	SG28-6-5	SG28-6-6	SG28-6-7	SG28-6-8	SG28-6-9	SG28-6-10	SG28-6-11	SG28-6-12	SG28-6-13	SG28-8-13-1	SG28-8-X-13
	Pyrotin	Pyrotin	Pyrotin	Pyrotin	Djerfisherit	Djerfisherit	Chalcopyrit	Pyrit	Pyrotin	Pyrotin	Pyrotin	Pyrotin	Pyrotin	Marmatite-Sph	Marmatite-Sph
Cu	0,09	0,00	0,08	0,02	16,81	15,67	33,91	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,08	0,00
S	38,86	37,42	38,88	38,57	32,62	33,61	33,40	50,79	33,56	36,21	36,49	49,15	37,06	33,45	33,39
Fe	59,42	59,09	58,95	59,61	33,65	33,70	27,95	45,32	50,60	58,86	58,96	45,71	58,33	9,58	9,61
Ni	0,08	0,08	0,02	0,00	3,96	4,17	0,05	0,05	0,15	0,13	0,11	0,07	0,13	0,00	0,00
As	0,00	0,00	0,48	0,24	0,00	0,38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Co	0,16	0,23	0,20	0,21	0,00	0,00	0,02	0,11	0,28	0,16	0,05	0,12	0,13	0,07	0,05
Pb	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Zn	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,06	0,00	48,95	46,94
K	0,00	0,00	0,00	0,00	9,24	11,51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Na	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Summe	98,61	96,82	98,60	98,68	96,98	99,55	95,33	96,45	84,59	95,36	95,77	95,11	95,70	92,13	89,99
At %															
Cu	0,06	0,00	0,06	0,01	12,09	10,76	25,69	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,06	0,00
S	53,12	52,32	53,19	52,81	46,49	45,75	50,15	65,97	53,40	51,61	51,77	51,77	52,40	53,07	53,90
Fe	46,64	47,44	46,31	46,86	27,54	26,34	24,10	33,80	46,23	48,17	48,03	48,03	47,36	8,73	8,91
Ni	0,06	0,06	0,01	0,00	3,08	3,10	0,04	0,04	0,13	0,10	0,09	0,09	0,10	0,00	0,00
As	0,00	0,00	0,28	0,14	0,00	0,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Co	0,12	0,17	0,15	0,16	0,00	0,00	0,02	0,08	0,24	0,12	0,04	0,04	0,10	0,06	0,04
Pb	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Zn	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,08	0,00	38,08	37,15
K	0,00	0,00	0,00	0,00	10,80	12,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Na	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,97	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tab.25. Mikrosondenanalysen

	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Probe	SG28-8-14	SG28-8-15	SG28-8-16	SG28-8-17	SG28-8-18	SG28-8-19	SG28-8-3	SG28-8-4	SG28-8-5	SG28-8-6	SG28-8-7	SG28-8-8	SG28-8-8-1	SG28-8-9	SG28-8-10
	Pyrit	Pyrit	Chalcopyrit	Pyrit	Chalcopyrit	Marmatite-Sph	Pyrotin	Pyrotin	Chalcopyrit	Pyrotin	Chalcopyrit	Djerfisherit	Djerfisherit	Djerfisherit	Pyrotin
Cu	0,44	0,63	26,72	0,23	34,24	0,00	0,00	0,00	38,51	0,05	41,30	9,31	10,39	7,52	0,00
S	48,69	48,05	33,12	48,12	33,61	32,93	36,79	37,13	31,77	36,79	34,77	30,65	30,68	31,24	39,05
Fe	43,37	46,01	29,62	45,67	29,57	10,35	73,47	74,05	37,67	72,13	34,75	40,86	40,25	41,34	70,60
Ni	0,00	0,00	0,00	0,02	0,06	0,03	0,23	0,71	0,02	0,33	0,03	8,10	7,61	8,87	0,26
As	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Co	0,05	0,00	0,05	0,00	0,00	0,07	0,08	0,06	0,02	0,10	0,01	0,00	0,00	0,00	0,15
Pb	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,03	0,00
Zn	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	52,59	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,03	0,00	0,00
K	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,88	9,78	9,49	0,00
Na	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,31	0,15	0,36	0,00
Summe	92,58	94,69	89,51	94,04	94,04	96,16	110,71	112,00	107,99	109,40	110,86	99,09	98,92	98,85	110,06
At %															
Cu	0,30	0,43	21,19	0,16	25,45	0,00	0,00	0,00	26,67	0,03	27,57	6,54	7,34	5,28	0,00
S	65,93	64,25	52,04	64,62	49,50	50,82	46,44	46,37	43,61	46,89	46,00	42,68	42,94	43,44	48,93
Fe	33,72	35,32	26,72	35,21	25,01	9,17	53,26	53,10	29,69	52,78	26,40	32,67	32,35	33,01	50,79
Ni	0,00	0,00	0,00	0,01	0,05	0,03	0,16	0,48	0,01	0,23	0,02	6,16	5,82	6,74	0,18
As	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Co	0,04	0,00	0,04	0,00	0,00	0,06	0,05	0,04	0,01	0,07	0,01	0,00	0,00	0,00	0,10
Pb	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00
Zn	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	39,80	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,02	0,00	0,00
K	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11,28	11,23	10,82	0,00
Na	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,60	0,29	0,70	0,00
Summe	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Tab.26. Mikrosondenanalysen.

	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
Probe	SG28-10-1	SG28-10-2	SG28-10-3	SG28-10-4	SG28-10-5	SG28-10-6	SG28-10-7	SG28-10-8	SG28-10-9	SG28-10-10	SG28-10-11	SG28-10-12	SG28-10-13	SG28-10-14	SG28-10-15
	Djerfisherit	Djerfisherit	Djerfisherit	Djerfisherit	Djerfisherit	Djerfisherit	Djerfisherit	Djerfisherit	Djerfisherit	Djerfisherit	Djerfisherit	Djerfisherit	Djerfisherit	Djerfisherit	Djerfisherit
Cu	18,36	18,30	18,83	18,17	18,66	18,42	18,38	18,49	18,21	18,19	17,49	16,48	17,09	16,91	15,94
S	33,04	33,02	32,91	32,71	32,98	32,33	31,54	32,22	32,22	32,65	31,96	32,49	32,62	33,40	30,86
Fe	37,94	37,66	37,45	37,62	37,82	38,03	37,93	37,72	37,72	37,96	36,42	37,54	37,00	36,67	38,09
Ni	0,74	0,71	0,69	0,68	0,70	0,74	0,40	0,43	0,43	0,39	2,32	2,57	2,35	2,46	2,27
As	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Co	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Pb	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Zn	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
K	9,56	9,49	9,44	9,53	9,52	9,43	9,41	9,33	9,35	9,19	9,19	9,50	9,59	9,48	8,60
Na	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Summe	99,64	99,18	99,32	98,70	99,68	98,95	97,67	98,68	97,94	98,38	97,38	98,58	98,65	98,92	95,76
At %															
Cu	12,81	12,82	13,19	12,79	13,02	12,99	13,15	13,03	12,94	12,86	12,52	11,62	11,62	11,83	11,64
S	45,68	45,84	45,69	45,65	45,62	45,16	44,72	45,80	45,40	45,75	45,33	45,41	45,53	46,32	44,68
Fe	30,12	30,01	29,85	30,14	30,04	30,50	30,88	30,15	30,52	30,53	29,66	30,13	30,13	29,20	31,66
Ni	0,56	0,54	0,52	0,52	0,53	0,56	0,31	0,35	0,33	0,30	1,80	1,96	1,80	1,86	1,80
As	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Co	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Pb	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Zn	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
K	10,83	10,80	10,75	10,91	10,80	10,80	10,95	10,68	10,81	10,56	10,69	10,88	10,69	10,78	10,22
Na	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Summe	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Tab.27. Mikrosondenanalysen.

	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
Probe	SG28-10-16	Z9-1-3-6	Z9-1-3-7	Z9-1-3-8	Z9-1-3-9	Z3-2(III-1-5)	Z3-2(III-1-6)	Z3-2(III-1-7)	Z3-2(III-1-8)	Z3-2(III-1-9)	Z3-2(III-1-10)	Z3-2(III-1-11)	Z4-19-1-7	Z4-19-1-8	Z4-10-4-1
	Djerfisherit	Djerfisherit	Djerfisherit	Chalc	Chalcopyrit	Pyrit	Pentlandit	Pyrotin	Pentlandit	Pyrit	Pyrotin	Pentlandit	Pyrit	Pyrit	Galena
Cu	16,19	17,90	16,92	34,11	33,39	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S	32,24	34,26	34,60	33,85	33,03	52,54	34,06	37,55	36,51	52,19	36,99	34,20	49,94	53,98	13,15
Fe	37,84	31,99	32,38	30,36	30,57	47,19	27,36	60,90	24,90	47,93	59,88	31,60	46,62	47,69	0,03
Ni	2,83	0,42	0,43	0,00	0,03	0,00	27,20	0,14	29,93	0,12	0,77	25,66	0,03	0,08	0,07
As	0,00	0,13	0,00	0,00	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Co	0,00	0,00	0,00	0,02	0,11	0,02	4,70	0,02	4,93	0,05	0,00	2,11	0,00	0,05	0,00
Pb	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	81,16
Zn	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	0,07	0,00	0,07	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,22
K	9,38	9,21	10,68	0,00	0,00	0,00	0,00	0,24	0,53	0,00	0,00	0,27	0,00	0,00	0,00
Na	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,02	0,00	0,01	0,03	0,01	0,00
Summe	98,47	93,91	95,01	98,34	97,27	99,90	93,39	98,90	96,87	100,31	97,88	93,84	96,62	101,91	94,63
At %															
Cu	11,45	13,00	12,07	25,12	24,93	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S	45,17	49,30	48,93	49,42	48,89	65,91	50,67	51,47	51,71	65,39	51,51	49,86	65,07	66,28	50,83
Fe	30,44	26,43	26,29	25,44	25,98	33,98	23,37	47,92	20,25	34,47	47,05	28,45	34,87	33,62	0,07
Ni	2,16	0,33	0,33	0,00	0,02	0,00	22,10	0,10	23,15	0,08	0,59	20,43	0,02	0,05	0,15
As	0,00	0,08	0,00	0,00	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Co	0,00	0,00	0,00	0,02	0,09	0,01	3,80	0,01	3,80	0,03	0,00	2,70	0,00	0,03	0,00
Pb	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	48,54
Zn	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,05	0,00	0,05	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,42
K	10,77	10,87	12,38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,46	1,05	0,00	0,00	0,55	0,00	0,00	0,00
Na	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,02	0,00	0,01	0,03	0,01	0,00
Summe	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1000

Tab.28. Mikrosondenanalysen.

	61	62	63	64	65
Probe	Z4-10-4-2	Z4-10-3-10	Z4-10-3-11	Z4-10-3-12	Z4-10-4
	Galena	Pyrit	Pyrit	Pyrit	Pyrit
Cu	0,13	0,09	0,00	0,04	0,00
S	13,77	52,98	52,84	51,17	47,66
Fe	0,00	46,73	46,65	47,35	47,25
Ni	0,00	0,03	0,06	0,00	0,14
As	0,00	0,10	0,00	0,11	0,00
Co	0,04	0,07	0,05	0,00	0,02
Pb	78,87	0,00	0,00	0,00	0,00
Zn	0,00	0,00	0,15	0,00	0,00
K	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00
Na	0,00	0,00	0,00	0,02	0,04
Summe	92,96	100,00	99,75	98,69	95,11
At %					
Cu	0,25	0,06	0,00	0,03	0,00
S	52,42	66,27	66,25	65,24	63,63
Fe	0,00	33,55	33,58	34,66	36,21
Ni	0,00	0,02	0,04	0,00	0,10
As	0,00	0,05	0,00	0,06	0,00
Co	0,08	0,05	0,03	0,00	0,01
Pb	46,45	0,00	0,00	0,00	0,00
Zn	0,00	0,00	0,09	0,00	0,00
K	0,80	0,00	0,00	0,00	0,00
Na	0,00	0,00	0,00	0,02	0,04
Summe	100	100	100	100	100

Tab.29. Mikrosonden-Analysen von Olivin der Alkali-Ultramafite.

Probe	Z2-1-4-14	Z2-1-4-15	Z2-1-4-23	Z2-1-4-24	Z2-1-4-25	Z2-1-4-26	Z2-10(3-3)	Z2-10(4-2)	Z2-10(4-3)	Z2-10(4-7)	Z2-15(1-6)	Z2-15(2-3)	Z2-15(2-5)	Z2-15(2-13)	Z2-15(2-14)	Z2-15(5-1)	Z2-15(5-2)	Z2-15(5-6)	Z2-15(5-7)	Z2-15(5-9)
	OI	OI	OI	OI	OI	OI	OI	OI	OI	OI	OI	OI	OI	OI	OI	OI	OI	OI	OI	OI
SiO2	40,56	40,68	40,13	40,54	40,61	43,27	44,11	44,89	43,99	44,14	43,40	45,92	43,90	44,52	43,84	43,47	43,44	44,03	44,63	44,10
TiO2	0,06	0,06	0,13	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	0,02	0,07	0,02	0,05	0,04	0,02	0,04	0,70	0,04	0,09	0,05	0,02
Al2O3	0,00	0,00	0,07	0,03	0,10	0,03	0,00	0,03	0,00	0,00	0,03	0,00	0,11	0,03	0,06	0,00	0,03	0,00	0,11	0,06
Cr2O3	0,04	0,04	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,03	0,02	0,00
FeO	18,20	17,33	15,50	16,66	17,43	18,64	13,93	13,54	13,58	13,21	12,13	6,09	12,06	12,12	11,97	12,29	12,52	11,76	7,69	11,81
MnO	0,33	0,28	0,26	0,31	0,28	0,33	0,27	0,25	0,22	0,29	0,20	0,12	0,14	0,22	0,24	0,29	0,24	0,25	0,24	0,20
MgO	38,94	37,72	40,69	39,98	39,78	38,03	42,05	40,71	41,01	42,13	43,73	46,67	41,13	40,17	41,12	43,87	43,07	43,61	47,69	43,04
NiO	0,12	0,21	0,16	0,24	0,15	0,15	0,40	0,28	0,31	0,49	0,36	0,04	0,22	0,24	0,45	0,22	0,27	0,28	0,13	0,31
CaO	0,12	0,08	0,13	0,29	0,14	0,55	0,25	0,25	0,22	0,30	0,30	0,02	0,28	0,20	0,25	0,32	0,34	0,30	0,12	0,27
Na2O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,13	0,00	0,07	0,00	0,14	0,00	0,00	0,00	0,07
K2O	0,02	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01
Summe	98,39	96,40	97,07	98,06	98,49	101,02	101,04	99,99	99,38	100,63	100,18	99,05	97,89	97,59	97,97	100,67	99,99	100,35	100,68	99,89
OxNum	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Si	1,05	1,06	1,04	1,04	1,04	1,08	1,08	1,10	1,09	1,08	1,06	1,10	1,10	1,11	1,09	1,06	1,07	1,07	1,07	1,08
Al	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Al	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe(iii)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ti	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe(ii)	0,39	0,38	0,33	0,36	0,37	0,39	0,28	0,28	0,28	0,27	0,25	0,12	0,25	0,25	0,25	0,25	0,26	0,24	0,15	0,24
Mn	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00
Mg	1,50	1,47	1,57	1,53	1,52	1,42	1,53	1,49	1,52	1,54	1,60	1,67	1,53	1,50	1,53	1,59	1,58	1,59	1,70	1,57
Ni	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,00	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01
Ca	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01
Na	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
K	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL	2,95	2,93	2,96	2,96	2,96	2,92	2,92	2,90	2,91	2,92	2,94	2,90	2,90	2,89	2,90	2,93	2,93	2,92	2,93	2,92
XMg	79,23	79,51	82,40	81,06	80,27	78,44	84,33	84,28	84,34	85,04	86,54	93,18	85,88	85,53	85,96	86,42	85,98	86,86	91,71	86,66
Fo	78,93	79,24	82,15	80,77	80,02	78,13	84,07	84,03	84,12	84,76	86,34	93,05	85,73	85,30	85,72	86,14	85,75	86,62	91,47	86,46
Fa	20,69	20,42	17,55	18,88	19,66	21,48	15,62	15,68	15,62	14,91	13,43	6,81	14,10	14,44	14,00	13,54	13,98	13,10	8,27	13,31
Fp	0,38	0,33	0,30	0,36	0,32	0,39	0,31	0,29	0,26	0,33	0,22	0,14	0,17	0,27	0,28	0,32	0,27	0,28	0,26	0,23

Tab.30. Mikrosonden-Analysen von Olivin der Alkali-Ultramafite.

Probe	Z3-2(2-1-4)	Z3-2(2-1-9)	Z3-2(2-2-2)	Z3-5-1-1	Z3-5-1-3	Z3-5-1-5	Z3-5-1-8	Z3-5-1-10	Z3-5-2-1	Z3-5-2-3	Z3-5-2-4	Z3-5-2-6	Z3-5-2-8	Z3-5-2-9	Z3-11-1-1	Z4-1(3-1)	Z4-1(3-2)	Z4-1(3-3)	Z4-1(3-4)
	Ol	Ol	Ol	Ol	Ol	Ol	Ol	Ol	Ol	Ol	Ol	Ol	Ol	Ol	Cpx	Ol	Ol	Ol	Ol
SiO2	40,24	40,61	41,31	39,11	39,54	38,71	39,20	38,67	38,11	38,30	38,49	38,74	39,39	39,72	52,21	40,92	40,64	40,70	40,68
TiO2	0,08	0,08	0,00	0,07	0,00	0,07	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,07	1,89	0,03	0,10	0,03	0,10
Al2O3	0,03	0,00	0,03	0,00	0,17	0,07	0,10	0,00	0,07	0,03	0,00	0,00	0,00	0,07	1,76	0,03	0,09	0,00	0,00
Cr2O3	0,00	0,00	0,02	0,02	0,02	0,00	0,00	0,07	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,02	0,00	0,00
FeO	18,31	18,63	19,75	15,75	14,99	15,31	16,03	15,39	15,76	14,96	15,26	15,31	15,28	15,03	5,69	18,28	17,97	17,24	18,02
MnO	0,47	0,45	0,44	0,26	0,17	0,17	0,24	0,28	0,24	0,21	0,24	0,26	0,21	0,26	0,19	0,31	0,33	0,40	0,33
MgO	42,04	42,70	42,68	45,18	44,69	44,13	46,48	46,22	47,45	47,76	45,13	46,24	47,96	47,15	17,13	41,29	41,45	42,00	40,88
NiO	0,18	0,21	0,16	0,31	0,15	0,21	0,21	0,09	0,21	0,12	0,15	0,18	0,25	0,21	0,00	0,23	0,20	0,34	0,31
CaO	0,13	0,19	0,22	0,49	0,43	0,50	0,44	0,50	0,55	0,50	0,52	0,55	0,47	0,51	18,20	0,26	0,24	0,25	0,27
Na2O	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,19	0,00	0,00	0,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,56	0,00	0,07	0,07	0,07
K2O	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,02	0,01	0,02	0,00	0,01	0,00	0,01	0,02	0,00	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01
Summe	101,57	102,87	104,61	101,20	100,16	99,19	102,97	101,24	102,39	102,12	99,79	101,36	103,58	103,02	97,69	101,37	101,12	101,04	100,67
OxNum	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	6	4	4	4	4
Si	1,01	1,01	1,01	0,98	0,99	0,98	0,96	0,97	0,98	0,95	0,97	0,97	0,96	0,97	1,95	1,03	1,02	1,02	1,03
Al	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00
Al	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe(iii)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ti	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe(ii)	0,38	0,39	0,40	0,33	0,31	0,33	0,33	0,32	0,33	0,31	0,32	0,32	0,31	0,31	0,18	0,38	0,38	0,36	0,38
Mn	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Mg	1,57	1,58	1,55	1,68	1,67	1,67	1,71	1,72	1,71	1,76	1,70	1,72	1,74	1,72	0,95	1,54	1,55	1,57	1,54
Ni	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01
Ca	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,73	0,01	0,01	0,01	0,01
Na	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00
K	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL	2,99	2,99	2,99	3,02	3,00	3,01	3,04	3,03	3,05	3,05	3,03	3,03	3,04	3,03	3,98	2,97	2,98	2,98	2,97
XMg	80,37	80,34	79,39	83,64	84,17	83,71	83,79	84,26	83,79	85,06	84,06	84,34	84,84	84,83	84,30	80,11	80,44	81,29	80,18
Fo	79,96	79,96	79,03	83,42	84,01		83,59	84,02	83,59	84,88	83,84	84,11	84,66	84,61		79,83	80,15	80,93	79,88
Fa	19,53	19,57	20,51	16,31	15,81		16,17	15,69	16,17	14,91	15,90	15,62	15,13	15,13		19,82	19,49	18,63	19,75
Fp	0,51	0,48	0,46	0,27	0,18		0,25	0,29	0,25	0,21	0,25	0,27	0,21	0,27		0,34	0,36	0,44	0,37

Tab.31. Mikrosonden-Analysen der Clinopyroxene aus den Alkali-Ultramafiten.

Probe	G28-1(4-4)	G28-1(4-6)	G28-1(7-1)	G28-1(7-4)	G28-1(7-17)	G28-1(7-18)	G28-1(10-6)	G28-1(12-22)	G28-1(14-2)	G28-1(15-8)	G28-1A1(4-1)	G28-1A1(4-2)	G28-1A1(7-3)	G28-1A1(7-9)	G28-1A1(7-11)	G28-1A1(9-6)	G28-1A1(10-12)	G28-1A2(1-1)
Mineral	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx
Bemerkung	primär	primär			relikt	relikt												
SiO2	54,45	53,33	59,30	54,90	55,65	57,79	55,92	53,87	54,03	53,26	57,86	54,56	55,49	53,17	53,18	53,17	53,54	52,87
TiO2	0,07	0,18	0,04	0,24	0,07	0,00	0,09	0,02	0,02	0,16	0,02	0,18	0,23	3,89	1,51	2,41	1,53	2,91
Al2O3	0,39	0,57	0,15	0,20	0,28	0,23	0,40	0,30	0,10	0,30	0,18	0,36	0,81	0,62	0,36	0,68	0,54	0,78
Cr2O3	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,03	0,02	0,00	0,00	0,05	0,06	0,05	0,00	0,05	0,03
FeO	3,46	4,52	1,41	8,14	5,93	1,45	2,23	1,34	1,40	7,44	1,52	5,38	2,60	27,71	27,60	26,13	27,35	27,13
MnO	0,17	0,17	0,13	0,23	0,21	0,17	0,15	0,13	0,17	0,29	0,08	0,17	0,08	0,08	0,12	0,06	0,10	0,02
MgO	15,80	14,89	17,94	14,37	15,17	17,04	18,05	18,19	18,61	14,39	17,29	15,33	15,88	0,94	1,82	2,63	1,81	0,80
NiO	0,11	0,03	0,03	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,05	0,03	0,00
CaO	24,18	24,68	20,29	19,95	21,19	22,04	22,98	24,86	24,30	23,18	21,50	23,14	24,17	1,20	2,80	2,34	2,65	0,44
Na2O	0,46	0,23	0,07	1,12	0,63	0,07	0,24	0,08	0,00	1,45	0,07	0,55	0,15	14,76	13,99	13,90	14,55	15,56
K2O	0,00	0,00	0,02	0,01	0,00	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,02	0,04	0,04
Summe	99,14	98,60	99,38	99,16	99,18	98,80	100,08	98,84	98,66	100,49	98,52	99,74	99,47	102,43	101,43	101,39	102,19	100,58
OxNum	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Si	2,01	1,99	2,11	2,04	2,05	2,08	2,02	1,98	1,98	1,98	2,09	2,01	2,02	2,08	2,10	2,08	2,10	2,10
Al	0,01	0,01	0,11	0,04	0,05	0,08	0,02	0,02	0,02	0,02	0,09	0,01	0,02	0,08	0,10	0,08	0,10	0,10
Al	0,02	0,02	0,11	0,05	0,06	0,09	0,03	0,01	0,01	0,01	0,10	0,03	0,06	0,11	0,12	0,12	0,12	0,14
Fe(iii)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,04	0,18	0,00	0,00	0,00	0,97	1,04	0,98	1,08	1,08
Cr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ti	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,11	0,04	0,07	0,05	0,09
Fe(ii)	0,11	0,14	0,04	0,25	0,18	0,04	0,07	0,01	0,00	0,04	0,05	0,17	0,08	0,14	0,21	0,20	0,27	0,26
Mn	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mg	0,87	0,83	0,95	0,80	0,83	0,92	0,97	1,00	1,02	0,80	0,93	0,84	0,86	0,05	0,11	0,15	0,11	0,05
Ni	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ca	0,95	0,99	0,77	0,79	0,84	0,85	0,89	0,98	0,96	0,92	0,83	0,91	0,94	0,05	0,12	0,10	0,11	0,02
Na	0,03	0,02	0,00	0,08	0,04	0,00	0,02	0,01	0,00	0,10	0,00	0,04	0,01	1,12	1,07	1,06	1,11	1,20
K	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL	4,00	4,00	3,89	3,99	3,97	3,92	3,98	4,02	4,01	4,06	3,91	4,00	3,96	4,28	4,30	4,29	4,32	4,31
XMg	89,06	85,45	95,78	75,89	82,02	95,44	93,52	96,03	95,95	77,52	95,30	83,55	91,59	5,70	10,52	15,21	10,55	4,99

Tab.32. Mikrosonden-Analysen der Clinopyroxene aus den Alkali-Ultramafiten.

Probe	G28-1A2(1-3)	G28-1A2(1-8)	G28-1A2(1-10)	G28-1A2(2-2)	G28-1A2(2-3)	G28-3(1-12)	G28-3(2-1)	G28-3(2-3)	G28-3(2-8)	G28-3(2-9)	G28-3(2-11)	G28-3(3-3)	G28-3(3-11)	G28-6(1-4)	G28-6(1-5)	G28-6(1-6)	G28-6(2-1)	G28-6(2-2)	
Mineral	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	cpx	cpx	cpx	cpx	cpx	
Bemerkung																			
SiO ₂	53,59	54,39	52,71	52,62	51,30	53,71	53,28	53,51	54,04	53,58	54,54	55,79	54,61	53,55	53,55	52,90	55,90	55,57	
TiO ₂	1,00	3,21	4,17	2,11	1,96	0,35	0,16	0,09	0,22	0,43	0,13	0,04	0,17	0,02	0,10	0,14	0,24	0,00	
Al ₂ O ₃	0,20	0,39	0,20	0,51	0,41	0,13	0,35	0,22	0,16	0,81	0,08	0,28	0,04	0,20	0,36	0,45	0,40	0,20	
Cr ₂ O ₃	0,01	0,18	0,06	0,11	0,06	0,07	0,03	0,00	0,02	0,07	0,02	0,04	0,05	0,02	0,00	0,09	0,03	0,03	
FeO	29,38	25,61	25,86	24,80	24,93	3,30	2,64	4,26	3,47	3,89	2,54	2,05	3,23	8,47	7,65	10,99	9,98	10,00	
MnO	0,04	0,02	0,06	0,08	0,08	0,15	0,10	0,12	0,09	0,11	0,05	0,13	0,14	0,37	0,31	0,37	0,35	0,39	
MgO	1,08	1,76	1,55	1,45	2,56	16,20	16,92	16,06	16,05	14,93	16,67	17,73	16,50	13,34	13,60	11,90	11,89	12,17	
NiO	0,00	0,03	0,03	0,03	0,05	0,00	0,00	0,03	0,00	0,06	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,05	
CaO	0,88	1,02	1,12	1,09	2,58	25,52	26,34	25,11	25,79	24,32	25,77	23,96	24,15	23,55	23,67	21,93	21,21	19,68	
Na ₂ O	15,57	15,48	15,36	15,31	15,38	0,46	0,15	1,00	0,40	0,40	0,26	0,26	0,33	1,09	1,14	2,12	2,02	2,98	
K ₂ O	0,00	0,06	0,06	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Summe	101,75	102,15	101,18	98,12	99,32	99,90	99,97	100,40	100,24	98,60	100,06	100,31	99,23	100,61	100,38	100,83	102,10	101,07	
OxNum	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
Si	2,13	2,11	2,08	2,13	2,07	1,98	1,96	1,97	1,98	1,99	1,99	2,01	2,01	1,99	1,99	1,99	2,04	2,05	
Al	0,13	0,11	0,08	0,13	0,07	0,02	0,04	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,04	0,05	
Al	0,13	0,13	0,09	0,15	0,09	0,02	0,03	0,02	0,01	0,03	0,01	0,02	0,01	0,00	0,01	0,01	0,06	0,06	
Fe(iii)	1,19	1,01	1,05	1,08	1,24	0,08	0,11	0,18	0,07	0,00	0,04	0,00	0,00	0,12	0,11	0,22	0,04	0,15	
Cr	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Ti	0,03	0,09	0,12	0,06	0,06	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	
Fe(ii)	0,31	0,25	0,27	0,32	0,49	0,02	0,03	0,05	0,04	0,12	0,04	0,06	0,10	0,14	0,12	0,12	0,27	0,16	
Mn	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	
Mg	0,06	0,10	0,09	0,09	0,15	0,89	0,93	0,88	0,88	0,83	0,91	0,95	0,90	0,74	0,75	0,67	0,65	0,67	
Ni	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Ca	0,04	0,04	0,05	0,05	0,11	1,01	1,04	0,99	1,01	0,97	1,01	0,93	0,95	0,94	0,94	0,88	0,83	0,78	
Na	1,20	1,16	1,17	1,20	1,20	0,03	0,01	0,07	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,08	0,08	0,15	0,14	0,21	
K	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
TOTAL	4,34	4,30	4,31	4,32	4,38	4,03	4,03	4,06	4,02	3,99	4,01	3,99	4,00	4,04	4,04	4,07	4,01	4,05	
XMg	6,15	10,92	9,65	9,44	15,47	89,32	91,95	87,05	89,19	87,25	92,13	93,91	90,11	73,93	76,19	66,29	68,05	68,71	

Tab.33. Mikrosonden-Analysen der Clinopyroxene aus den Alkali-Ultramafiten.

Probe	G28-6(2-23)	G28-6(2-23-1)	G28-6(2-24)	G28-6(2-27)	G28-6(2-28)	G28-6(2-29)	G28-6(3-3)	G28-6(4-3)	G28-6(4-4)	G28-8(1-1)	G28-8(1-2)	G28-8(1-7)	G28-8(1-8)	G28-8(1-9)	G28-8(7-9)	G28-8(7-10)	G28-8(7-12)	G28-8(7-13)
Mineral	cpx	cpx	cpx	cpx	cpx	cpx	cpx	cpx	cpx	cpx	cpx	cpx	cpx	cpx	cpx ?	cpx ?	cpx ?	cpx
Bemerkung																		
SiO2	54,72	53,70	52,80	53,82	54,94	54,95	52,35	54,64	52,66	54,10	55,20	54,49	53,86	52,69	59,85	57,70	60,15	58,05
TiO2	0,10	1,40	0,24	2,18	0,19	0,10	1,95	4,33	3,37	0,12	0,15	0,05	0,10	0,34	0,14	0,31	0,22	1,15
Al2O3	0,08	0,13	0,28	0,40	0,20	0,30	1,10	0,33	0,40	0,15	0,07	0,15	0,19	0,52	0,12	0,31	0,04	1,45
Cr2O3	0,00	0,01	0,06	0,01	0,05	0,00	0,04	0,00	0,03	0,03	0,03	0,00	0,03	0,03	0,00	0,00	0,02	0,00
FeO	11,76	29,45	11,46	27,19	11,36	10,24	28,13	26,60	28,30	8,43	6,83	10,93	11,95	9,52	9,68	12,89	8,09	6,25
MnO	0,33	0,06	0,33	0,10	0,37	0,47	0,08	0,13	0,10	0,29	0,20	0,21	0,27	0,19	0,20	0,25	0,28	0,12
MgO	11,30	1,11	11,05	0,74	10,45	11,14	0,65	0,89	1,06	13,73	14,49	12,03	12,17	13,38	13,17	12,32	14,09	14,19
NiO	0,00	0,05	0,00	0,03	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,05	0,05	0,02	0,02	0,00	0,05
CaO	19,40	1,43	23,19	0,83	18,37	19,19	1,01	0,61	0,94	19,84	22,06	18,01	18,45	21,58	13,53	12,86	14,21	18,52
Na2O	4,21	14,33	1,95	15,71	2,47	2,05	14,90	13,39	14,84	1,76	1,17	3,80	4,21	1,65	1,78	2,53	1,56	0,73
K2O	0,01	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,04	0,00	0,04	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00
Summe	101,91	101,67	101,36	101,01	98,43	98,44	100,28	101,22	101,74	98,45	100,25	99,68	101,28	99,96	98,49	99,20	98,66	100,51
OxNum	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Si	2,03	2,13	1,98	2,13	2,09	2,08	0,00	2,13	2,08	2,04	2,03	2,05	2,01	1,98	2,19	2,14	2,18	2,08
Al	0,03	0,13	0,02	0,13	0,09	0,08	2,00	0,13	0,08	0,04	0,03	0,05	0,01	0,02	0,19	0,14	0,18	0,08
Al	0,04	0,13	0,00	0,15	0,09	0,09	1,88	0,15	0,10	0,04	0,03	0,06	0,02	0,00	0,19	0,15	0,18	0,14
Fe(iii)	0,34	1,04	0,21	1,09	0,00	0,00	1,24	0,68	1,04	0,06	0,02	0,25	0,38	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00
Cr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ti	0,00	0,04	0,01	0,06	0,01	0,00	1,99	0,13	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,03
Fe(ii)	0,02	0,15	0,14	0,27	0,36	0,32	1,24	0,14	0,18	0,20	0,19	0,09	0,02	0,12	0,31	0,41	0,25	0,19
Mn	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,02	1,20	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00
Mg	0,63	0,07	0,62	0,04	0,59	0,63	0,01	0,05	0,06	0,77	0,79	0,67	0,68	0,75	0,72	0,68	0,76	0,76
Ni	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ca	0,77	0,06	0,93	0,04	0,75	0,78	0,00	0,03	0,04	0,80	0,87	0,73	0,74	0,87	0,53	0,51	0,55	0,71
Na	0,30	1,10	0,14	1,20	0,18	0,15	0,10	1,01	1,14	0,13	0,08	0,28	0,31	0,12	0,13	0,18	0,11	0,05
K	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,96	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL	4,10	4,29	4,07	4,32	4,00	3,99	4,47	4,19	4,30	4,02	4,00	4,08	4,12	4,05	3,88	3,95	3,88	3,89
XMg	63,80	6,85	63,64	5,07	62,10	65,91	39,87	5,95	6,81	74,48	79,11	66,71	65,22	71,77	70,12	62,66	75,01	79,72

Tab.34. Mikrosonden-Analysen der Clinopyroxene aus den Alkali-Ultramafiten.

Probe	G28-8(7-14)	G28-8(7-16)	G28-8(7-17)	G28-8(7-19)	G28-8(7-21)	G28-8(7-22)	G28-8(7-23)	G28-8(7-24)	G28-8(7-25)	G28-8(7-26)	G28-8(7-27)	G28-8(7-32)	G28-8(7-34)	G28-8(7-36)	G28-8(7-37)	G28-9-14	G28-12(1-1)	G28-12(1-2)
Mineral	cpx	cpx	cpx	cpx	cpx	cpx	cpx	cpx	cpx	cpx	cpx	cpx	cpx	cpx	cpx	cpx	cpx	cpx
Bemerkung																		
SiO2	58,32	58,87	59,23	59,54	56,86	57,05	59,55	56,84	55,99	56,00	55,72	54,28	55,38	53,88	53,01	55,70	55,23	53,21
TiO2	0,15	0,07	0,12	0,15	0,10	0,07	0,10	0,15	0,29	0,33	0,38	0,73	0,61	0,39	0,34	0,02	0,27	0,15
Al2O3	0,15	0,11	0,15	0,31	0,07	0,25	0,11	0,04	0,27	0,26	0,38	0,68	0,41	0,41	0,37	0,08	0,58	0,37
Cr2O3	0,02	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,02	0,00	0,03	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
FeO	7,92	6,49	6,85	8,93	4,98	4,91	5,03	5,66	14,60	13,88	12,83	4,17	4,06	9,68	11,54	8,60	7,98	8,41
MnO	0,26	0,26	0,28	0,30	0,24	0,22	0,22	0,16	0,31	0,33	0,33	0,12	0,14	0,27	0,21	0,31	0,20	0,27
MgO	13,64	14,67	14,59	13,49	15,06	14,96	15,65	14,99	11,44	11,54	12,55	16,29	16,41	13,01	12,05	13,45	13,45	13,22
NiO	0,02	0,07	0,00	0,00	0,05	0,03	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,05	0,05	0,03	0,00	0,00	0,05	0,03
CaO	17,92	16,94	16,93	16,00	20,12	20,09	18,77	19,73	15,68	16,00	17,12	23,11	22,95	20,73	19,35	21,56	21,36	22,54
Na2O	1,39	0,82	1,18	1,49	0,62	0,79	0,71	0,54	3,93	4,00	3,00	0,41	0,20	1,86	2,63	2,75	0,85	1,20
K2O	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,02	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,02	0,01	0,03	0,00	0,00
Summe	99,80	98,31	99,33	100,24	98,10	98,38	100,15	98,16	102,51	102,40	102,32	99,87	100,21	100,30	99,51	102,50	99,97	99,40
OxNum	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Si	2,12	2,15	2,14	2,15	2,09	2,09	2,13	2,09	2,06	2,06	2,04	1,99	2,01	2,01	2,01	2,03	2,04	2,00
Al	0,12	0,15	0,14	0,15	0,09	0,09	0,13	0,09	0,06	0,06	0,04	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	0,04	0,00
Al	0,13	0,15	0,15	0,16	0,10	0,10	0,13	0,10	0,07	0,07	0,06	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,06	0,02
Fe(iii)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,19	0,20	0,13	0,00	0,00	0,11	0,20	0,20	0,00	0,09
Cr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ti	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00
Fe(ii)	0,25	0,20	0,21	0,28	0,16	0,15	0,15	0,18	0,25	0,22	0,25	0,13	0,12	0,19	0,16	0,06	0,25	0,17
Mn	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Mg	0,74	0,80	0,79	0,73	0,83	0,82	0,83	0,82	0,63	0,63	0,69	0,89	0,89	0,72	0,68	0,73	0,74	0,74
Ni	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ca	0,70	0,66	0,66	0,62	0,79	0,79	0,72	0,78	0,62	0,63	0,67	0,91	0,89	0,83	0,79	0,84	0,84	0,91
Na	0,10	0,06	0,08	0,10	0,04	0,06	0,05	0,04	0,28	0,29	0,21	0,03	0,01	0,13	0,19	0,19	0,06	0,09
K	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL	3,92	3,89	3,90	3,90	3,93	3,93	3,90	3,92	4,06	4,06	4,04	3,99	3,97	4,04	4,06	4,06	3,97	4,03
XMg	75,06	79,63	78,70	72,38	84,10	84,21	84,37	82,23	58,68	60,12	63,82	87,43	87,74	70,75	65,44	73,93	74,90	73,85

Tab.34.1. Mikrosonden-Analysen der Clinopyroxene aus den Alkali-Ultramafiten.

KORN I																		
Probe	G28-8(7-6)	G28-8(7-7)	G28-8(7-8)	G28-8(7-9)	G28-8(7-10)	G28-8(7-12)	G28-8(7-13)	G28-8(7-14)	G28-8(7-16)	G28-8(7-17)	G28-8(7-18)	G28-8(7-21)	G28-8(7-22)	G28-8(7-23)	G28-8(7-24)	G28-8(7-25)	G28-8(7-26)	G28-8(7-27)
Mineral	<i>cpx</i>	<i>cpx</i>	<i>cpx</i>	<i>cpx</i>	<i>cpx</i>	<i>cpx</i>	<i>cpx</i>	<i>cpx</i>	<i>cpx</i>	<i>cpx</i>	<i>cpx</i>	<i>cpx</i>	<i>cpx</i>	<i>cpx</i>	<i>cpx</i>	<i>cpx</i>	<i>cpx</i>	<i>cpx</i>
Bemerkung																		
ZONE	II	II	II	II	II	III	III	III	I	I	I	IV	IV	IV	IV	V	V	V
SiO ₂	60,60	60,68	60,25	59,85	57,70	60,15	58,05	58,32	58,87	59,23	59,38	56,86	57,05	59,55	56,84	55,99	56,00	55,72
TiO ₂	0,12	0,12	0,19	0,14	0,31	0,22	1,15	0,15	0,07	0,12	0,15	0,10	0,07	0,10	0,15	0,29	0,33	0,38
Al ₂ O ₃	0,04	0,08	0,08	0,12	0,31	0,04	1,45	0,15	0,11	0,15	0,08	0,07	0,25	0,11	0,04	0,27	0,26	0,38
Cr ₂ O ₃	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,02	0,00
FeO	10,04	8,14	9,63	9,68	12,89	8,09	6,25	7,92	6,49	6,85	7,24	4,98	4,91	5,03	5,66	14,60	13,88	12,83
MnO	0,28	0,22	0,33	0,20	0,25	0,28	0,12	0,26	0,26	0,28	0,24	0,24	0,22	0,22	0,16	0,31	0,33	0,33
MgO	13,48	13,94	13,16	13,17	12,32	14,09	14,19	13,64	14,67	14,59	14,30	15,06	14,96	15,65	14,99	11,44	11,54	12,55
NiO	0,07	0,00	0,05	0,02	0,02	0,00	0,05	0,02	0,07	0,00	0,00	0,05	0,03	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00
CaO	14,15	14,29	14,04	13,53	12,86	14,21	18,52	17,92	16,94	16,93	15,93	20,12	20,09	18,77	19,73	15,68	16,00	17,12
Na ₂ O	1,60	1,29	1,69	1,78	2,53	1,56	0,73	1,39	0,82	1,18	1,46	0,62	0,79	0,71	0,54	3,93	4,00	3,00
K ₂ O	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,03	0,00	0,01	0,01	0,02	0,00	0,01	0,01
Summe	100,40	98,78	99,42	98,49	99,20	98,66	100,51	99,80	98,31	99,33	98,83	98,10	98,38	100,15	98,16	102,51	102,40	102,32

OxNum	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00
Si	2,18	2,19	2,18	2,19	2,14	2,18	2,08	2,12	2,15	2,14	2,16	2,09	2,09	2,13	2,09	2,06	2,06	2,04
Al	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Al	0,18	0,20	0,19	0,19	0,15	0,18	0,14	0,13	0,15	0,15	0,16	0,10	0,10	0,13	0,10	0,07	0,07	0,06
Fe(iii)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,19	0,20	0,13
Cr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ti	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01
Fe(ii)	0,31	0,26	0,30	0,31	0,41	0,25	0,19	0,25	0,20	0,21	0,23	0,16	0,15	0,15	0,18	0,25	0,22	0,25
Mn	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01
Mg	0,72	0,75	0,71	0,72	0,68	0,76	0,76	0,74	0,80	0,79	0,77	0,83	0,82	0,83	0,82	0,63	0,63	0,69
Ni	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ca	0,54	0,55	0,54	0,53	0,51	0,55	0,71	0,70	0,66	0,66	0,62	0,79	0,79	0,72	0,78	0,62	0,63	0,67
Na	0,11	0,09	0,12	0,13	0,18	0,11	0,05	0,10	0,06	0,08	0,10	0,04	0,06	0,05	0,04	0,28	0,29	0,21
K	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL	3,88	3,86	3,88	3,88	3,95	3,88	3,89	3,92	3,89	3,90	3,90	3,93	3,93	3,90	3,92	4,06	4,06	4,04
XMg	69,87	74,60	70,21	70,12	62,66	75,01	79,72	75,06	79,63	78,70	77,40	84,10	84,21	84,37	82,23	58,68	60,12	63,82

Tab.34.2. Mikrosonden-Analysen der Clinopyroxene aus den Alkali-Ultramafiten.

	KORN II					
Probe	G28-8(7-32)	G28-8(7-33)	G28-8(7-34)	G28-8(7-35)	G28-8(7-36)	G28-8(7-37)
Mineral	<i>cpx</i>	<i>cpx</i>	<i>cpx</i>	<i>cpx</i>	<i>cpx</i>	<i>cpx</i>
Bemerkung						
ZONE	I	I	I	II	II	II
SiO ₂	54,28	56,21	55,38	54,81	53,88	53,01
TiO ₂	0,73	0,10	0,61	0,31	0,39	0,34
Al ₂ O ₃	0,68	0,11	0,41	0,46	0,41	0,37
Cr ₂ O ₃	0,03	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00
FeO	4,17	3,78	4,06	9,78	9,68	11,54
MnO	0,12	0,16	0,14	0,31	0,27	0,21
MgO	16,29	15,54	16,41	13,15	13,01	12,05
NiO	0,05	0,00	0,05	0,00	0,03	0,00
CaO	23,11	22,85	22,95	20,31	20,73	19,35
Na ₂ O	0,41	0,27	0,20	1,67	1,86	2,63
K ₂ O	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,01
Summe	99,87	99,02	100,21	100,81	100,30	99,51

OxNum	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00
Si	1,99	2,06	2,01	2,03	2,01	2,01
Al	0	0	0	0	0	0
Al	0,02	0,06	0,03	0,05	0,03	0,03
Fe(iii)	0,00	0,00	0,00	0,05	0,11	0,20
Cr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ti	0,02	0,00	0,02	0,01	0,01	0,01
Fe(ii)	0,13	0,12	0,12	0,25	0,19	0,16
Mn	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01
Mg	0,89	0,85	0,89	0,72	0,72	0,68
Ni	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ca	0,91	0,90	0,89	0,80	0,83	0,79
Na	0,03	0,02	0,01	0,12	0,13	0,19
K	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL	3,99	3,95	3,97	4,01	4,04	4,06
XMg	87,43	87,85	87,74	70,64	70,75	65,44

Tab.35. Mikrosonden-Analysen der Clinopyroxene aus den Alkali-Ultramafiten.

Probe	G28-12(1-3)	G28-12(1-4)	Z2-1-4-1	Z2-1-4-2	Z2-1-4-3	Z2-1-4-7	Z2-1-4-9	Z2-1-4-21	Z2-10(3-1)	Z2-10(3-2)	Z2-10(4-1)	Z2-10(4-5)	Z2-10(4-6)	Z2-15(1-4)	Z2-15(1-5)	Z2-15(2-15)	Z2-15(2-16)	Z2-15(5-3)
Mineral	cpx	cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx
Bemerkung																		
SiO2	54,38	52,81	53,23	52,19	50,59	50,46	55,24	51,55	58,14	57,13	56,80	56,40	56,48	58,98	59,03	54,61	55,02	57,08
TiO2	0,02	0,22	1,69	1,96	2,97	2,90	0,67	2,25	2,38	2,64	2,55	2,25	2,07	1,66	1,69	1,91	1,87	2,36
Al2O3	0,22	0,37	1,45	1,88	3,31	3,44	1,18	2,41	1,81	1,89	2,18	1,49	1,53	1,04	1,06	1,54	1,38	2,08
Cr2O3	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	0,37	0,32	0,30	0,47	0,34	0,36	0,38	0,38	0,46	0,51	0,47
FeO	7,70	9,92	7,56	7,32	7,88	7,88	8,82	6,00	3,67	3,63	3,87	3,33	3,18	3,07	2,93	2,95	3,01	3,27
MnO	0,35	0,27	0,29	0,17	0,19	0,12	0,14	0,00	0,00	0,05	0,07	0,05	0,05	0,09	0,02	0,03	0,03	0,02
MgO	13,40	12,61	15,32	14,36	13,86	13,84	13,58	12,40	13,78	14,17	14,23	13,73	13,62	14,78	14,76	14,97	15,03	14,25
NiO	0,03	0,03	0,06	0,00	0,03	0,00	0,06	0,00	0,04	0,04	0,08	0,22	0,09	0,00	0,04	0,09	0,09	0,04
CaO	23,11	22,97	21,13	20,84	20,40	20,47	19,54	23,05	18,02	18,60	19,19	15,47	13,89	19,43	19,66	21,90	21,99	19,45
Na2O	1,33	1,23	0,19	0,19	0,39	0,58	1,54	0,58	0,65	0,79	0,58	0,74	0,74	0,93	1,00	0,75	0,68	0,86
K2O	0,00	0,02	0,00	0,01	0,02	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,02	0,03	0,01	0,00
Summe	100,56	100,47	100,92	98,92	99,64	99,72	100,79	98,62	98,81	99,25	100,03	94,02	92,01	100,37	100,59	99,24	99,62	99,88
OxNum	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Si	2,01	1,98	1,95	1,95	1,88	1,88	2,02	1,93	2,09	2,05	2,03	2,03	2,15	2,09	2,09	1,99	2,00	2,04
Al	0,01	0,02	0,06	0,08	0,15	0,15	0,05	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
Al	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,16	0,13	0,13	0,13	0,21	0,14	0,13	0,06	0,06	0,13
Fe(iii)	0,08	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Ti	0,00	0,01	0,05	0,05	0,08	0,08	0,02	0,06	0,06	0,07	0,07	0,07	0,06	0,04	0,04	0,05	0,05	0,06
Fe(ii)	0,15	0,17	0,23	0,23	0,25	0,25	0,27	0,19	0,12	0,11	0,12	0,12	0,11	0,09	0,09	0,09	0,09	0,10
Mn	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mg	0,74	0,71	0,84	0,80	0,77	0,77	0,74	0,69	0,74	0,76	0,76	0,76	0,77	0,78	0,78	0,81	0,81	0,76
Ni	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ca	0,92	0,92	0,83	0,83	0,81	0,82	0,77	0,93	0,72	0,74	0,74	0,57	0,74	0,75	0,86	0,86	0,75	0,75
Na	0,10	0,09	0,01	0,01	0,03	0,04	0,11	0,04	0,05	0,06	0,04	0,04	0,05	0,06	0,07	0,05	0,05	0,06
K	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL	4,03	4,04	3,98	3,96	3,98	3,99	3,99	3,95	3,83	3,86	3,87	3,87	3,79	3,87	3,88	3,94	3,94	3,88
XMg	75,75	69,64	78,32	77,77	75,82	75,79	73,30	78,65	86,50	87,03	86,37	86,37	87,84	89,25	89,69	89,92		88,27

Tab.36. Mikrosonden-Analysen der Clinopyroxene aus den Alkali-Ultramafiten.

Probe	Z2-15(5-4)	Z2-15(5-5)	Z3-2(3-3-2)	Z3-2(3-3-3)	Z3-2(3-4-1)	Z3-2(3-4-2)	Z3-2(3-4-3)	Z3-2(3-4-4)	Z3-5-1-1	Z3-11-1-1	Z3-11-1-5	Z3-11-1-9	Z3-11-1-10	Z3-11-1-11	Z3-11-1-14	Z3-11-2-1	Z3-11-2-2	Z3-11-2-5
Mineral	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Ol	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx
Bemerkung																		
SiO2	57,26	57,23	56,90	56,94	56,01	56,51	55,58	55,96	39,11	52,21	52,53	51,89	52,64	51,49	51,46	53,00	52,39	52,90
TiO2	2,01	2,05	0,70	0,51	0,51	0,23	0,31	0,43	0,07	1,89	1,62	1,48	2,04	1,62	1,57	1,63	1,62	1,83
Al2O3	1,77	1,49	0,06	0,08	0,00	0,03	0,08	0,11	0,00	1,76	2,26	1,74	2,10	1,66	1,77	1,68	1,78	1,82
Cr2O3	0,53	0,50	0,00	0,03	0,00	0,02	0,02	0,03	0,02	0,05	0,07	0,07	0,05	0,05	0,07	0,07	0,09	0,09
FeO	3,07	3,14	3,51	2,92	3,18	2,44	3,10	3,03	15,75	5,69	4,99	5,72	5,80	5,62	4,67	6,13	5,29	6,24
MnO	0,00	0,09	0,05	0,08	0,06	0,10	0,08	0,11	0,26	0,19	0,10	0,07	0,07	0,12	0,10	0,10	0,00	0,07
MgO	14,42	14,57	15,34	15,68	15,71	16,58	16,21	15,91	45,18	17,13	15,12	15,46	14,90	15,79	15,78	17,24	16,68	17,18
NiO	0,04	0,00	0,00	0,00	0,07	0,07	0,00	0,07	0,31	0,00	0,03	0,00	0,03	0,03	0,03	0,00	0,00	0,06
CaO	18,61	19,51	20,98	20,43	22,89	22,25	22,22	22,19	0,49	18,20	22,57	22,45	22,07	22,67	22,52	20,32	21,51	20,53
Na2O	0,71	0,75	0,67	0,73	0,59	0,44	0,52	0,59	0,00	0,56	0,38	0,19	0,38	0,57	0,37	0,19	0,19	0,56
K2O	0,01	0,00	0,02	0,01	0,02	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,00	0,01
Summe	98,43	99,33	98,23	97,41	99,04	98,68	98,19	98,43	101,20	97,69	99,67	99,08	100,09	99,64	98,36	100,38	99,55	101,29
OxNum	6	6	6	6	6	6	6	6	4	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Si	2,07	2,06	2,08	2,09	2,05	2,06	2,05	2,05	0,98	1,95	1,93	1,93	1,93	1,91	1,92	1,93	1,93	1,92
Al	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,10	0,08	0,09	0,07	0,08	0,07	0,08	0,08
Al	0,14	0,12	0,09	0,10	0,05	0,06	0,05	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe(iii)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cr	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ti	0,05	0,06	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,05	0,04	0,04	0,06	0,05	0,04	0,04	0,04	0,05
Fe(ii)	0,10	0,10	0,11	0,09	0,10	0,08	0,10	0,09	0,33	0,18	0,15	0,18	0,18	0,17	0,15	0,19	0,16	0,19
Mn	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mg	0,78	0,78	0,84	0,86	0,86	0,90	0,89	0,87	1,68	0,95	0,83	0,86	0,82	0,87	0,88	0,94	0,92	0,93
Ni	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ca	0,72	0,75	0,82	0,80	0,90	0,87	0,88	0,87	0,01	0,73	0,89	0,89	0,87	0,90	0,90	0,79	0,85	0,80
Na	0,05	0,05	0,05	0,05	0,04	0,03	0,04	0,04	0,00	0,04	0,03	0,01	0,03	0,04	0,03	0,01	0,01	0,04
K	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL	3,86	3,88	3,92	3,92	3,96	3,95	3,96	3,95	3,02	3,98	3,98	3,99	3,98	4,03	4,00	3,99	3,99	4,01
XMg	88,98	88,90	88,42	90,36	89,71	92,28	90,23	90,25	83,64	84,30	84,38	82,81	82,08	83,36	85,76	83,37	84,90	83,08

Tab.37. Mikrosonden-Analysen der Clinopyroxene aus den Alkali-Ultramafiten.

Probe	Z3-11-2-6	Z3-11-2-7	Z4-1(2-1)	Z4-1(2-2)	Z4-1(2-4)	Z4-1(2-5)	Z4-1(3-9)	Z4-2-2-1	Z4-2-2-2	Z4-2-2-3	Z4-2-2-9	Z4-2-2-10	Z4-2-2-11	Z4-2-2-13	Z4-2-2-14	Z4-2-2-15	Z4-2-2-16	Z4-2-2-17
Mineral	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx
Bemerkung																		
SiO ₂	53,11	52,02	50,10	49,88	49,97	51,74	51,92	50,16	49,39	49,51	48,75	50,97	50,60	51,52	51,32	51,46	48,36	47,71
TiO ₂	1,36	1,42	1,82	1,93	2,14	1,57	2,11	1,90	2,32	2,11	2,11	2,45	2,65	1,70	2,31	2,65	2,11	2,11
Al ₂ O ₃	1,46	1,63	1,99	2,59	2,39	1,51	2,67	2,87	3,34	2,93	2,44	2,72	3,05	2,00	2,76	2,71	2,86	2,62
Cr ₂ O ₃	0,05	0,09	0,31	0,29	0,29	0,31	0,25	0,02	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
FeO	5,61	5,95	5,29	5,39	5,29	4,97	4,90	6,49	5,90	5,91	5,93	5,83	5,93	5,83	5,83	6,19	5,85	6,35
MnO	0,05	0,12	0,11	0,11	0,07	0,06	0,06	0,17	0,10	0,07	0,10	0,12	0,10	0,07	0,12	0,12	0,05	0,05
MgO	17,18	17,55	15,20	14,67	15,22	15,83	14,17	13,42	12,88	13,02	13,49	15,51	14,98	14,57	14,65	14,61	13,70	13,62
NiO	0,03	0,00	0,00	0,00	0,08	0,03	0,08	0,03	0,03	0,00	0,03	0,06	0,03	0,09	0,00	0,00	0,05	0,00
CaO	20,06	20,14	23,71	23,26	23,62	24,19	21,13	24,00	24,63	24,19	23,91	24,68	24,42	24,84	25,07	24,74	24,89	25,00
Na ₂ O	0,74	0,37	0,38	0,44	0,56	0,50	0,56	0,57	0,57	0,38	0,38	0,19	0,75	0,19	0,38	0,57	0,38	0,57
K ₂ O	0,02	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,00	0,01
Summe	99,67	99,29	98,91	98,57	99,64	100,71	97,87	99,64	99,16	98,12	97,16	102,55	102,52	100,84	102,45	103,07	98,25	98,04
OxNum	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Si	1,95	1,93	1,88	1,88	1,86	1,90	1,94	1,88	1,86	1,88	1,87	1,85	7,39	1,90	1,87	1,86	1,84	1,83
Al	0,06	0,00	0,12	0,12	0,14	0,10	0,06	0,13	0,15	0,13	0,11	0,12	0,00	0,09	0,12	0,12	0,13	0,12
Al	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe(iii)	0,00	0,00	0,10	0,07	0,12	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cr	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ti	0,04	0,04	0,05	0,05	0,06	0,04	0,06	0,05	0,07	0,06	0,06	0,07	0,80	0,05	0,06	0,07	0,06	0,06
Fe(ii)	0,17	0,16	0,07	0,10	0,04	0,05	0,15	0,20	0,19	0,19	0,19	0,18	12,34	0,18	0,18	0,19	0,19	0,20
Mn	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mg	0,94	0,92	0,85	0,82	0,85	0,87	0,79	0,75	0,72	0,74	0,77	0,84	0,21	0,80	0,79	0,79	0,78	0,78
Ni	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ca	0,79	0,85	0,95	0,94	0,94	0,95	0,85	0,96	0,99	0,98	0,98	0,96	0,02	0,98	0,98	0,96	1,02	1,03
Na	0,05	0,01	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,01	0,00	0,01	0,03	0,04	0,03	0,04
K	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL	4,01	3,92	4,03	4,02	4,04	4,03	3,96	4,02	4,02	4,01	4,02	4,03	31,31	4,02	4,03	4,03	4,05	4,07
XMg	84,52	84,90	83,78	82,99	83,82	85,13	83,62	78,66	79,56	79,71	80,22	82,59	0,00	81,67	81,75	80,80	80,68	79,27

Tab.38. Mikrosonden-Analysen der Clinopyroxene aus den Alkali-Ultramafiten.

Probe	Z4-10(2-1)	Z4-10(2-4)	Z4-10(3-2)	Z4-15-2-6	Z4-15-2-7	Z4-15-2-10
Mineral	Ägr	Ägr	Ägr	Cpx	Cpx	Cpx
Bemerkung						
SiO2	55,23	55,67	57,05	53,11	51,40	49,72
TiO2	1,06	1,25	1,07	0,76	1,04	1,90
Al2O3	0,38	0,35	0,26	0,77	0,89	2,43
Cr2O3	0,04	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
FeO	29,67	28,87	27,64	13,09	12,01	6,80
MnO	0,18	0,08	0,12	0,24	0,19	0,10
MgO	2,15	1,85	1,92	11,02	11,76	13,10
NiO	0,00	0,06	0,06	0,00	0,00	0,03
CaO	1,67	0,94	0,91	19,14	18,53	23,95
Na2O	12,91	12,94	14,37	2,88	2,04	0,19
K2O	0,00	0,01	0,01	0,05	0,03	0,02
Summe	103,29	102,04	103,41	101,06	97,89	98,24
OxNum	6	6	6	6	6	6
Si	1,98	2,02	2,02	2,00	1,98	1,89
Al	0,00	0,00	0,03	0,03	0,04	0,11
Al	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe(iii)	0,03	0,10	0,10	0,00	0,00	0,00
Cr	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ti	0,00	0,00	0,00	0,02	0,03	0,05
Fe(ii)	0,89	0,88	0,82	0,41	0,39	0,22
Mn	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00
Mg	0,01	0,00	0,00	0,62	0,68	0,74
Ni	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ca	0,06	0,04	0,03	0,77	0,77	0,98
Na	0,90	0,91	0,98	0,21	0,15	0,01
K	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL	4,00	4,00	4,00	4,07	4,04	4,01
XMg				60,02	63,58	77,45

Tab.39. Mikrosonden-Analysen der Amphibole aus den Alkali-Ultramafiten.

Probe	Z2-1-4-16	Z2-1-4-17	Z2-1-4-18	Z2-1-4-19	Z2-1-4-20	Z2-5(1-1)	Z2-5(1-2)	Z2-5(1-4)	Z2-5(2-1)	Z2-5(2-2)	Z2-15(2-1)	Z2-15(2-2)	Z3-2(2-1)	Z3-2(2-2)	Z3-2(3-2-4)
Bemerk	Amph-horn	Amph-horn	Amph-horn	Amph-horn	Amph-horn	Amph	Amph	Amph	Amph	Amph	Amph	Amph	Amph	Amph	Amph
SiO ₂	47,55	42,98	43,80	45,16	44,95	57,00	58,00	58,95	57,79	57,99	62,56	58,37	55,90	56,89	57,66
TiO ₂	4,10	4,06	4,24	4,09	3,88	0,16	0,33	0,30	0,37	0,33	0,33	0,62	1,01	0,62	0,93
Al ₂ O ₃	8,14	8,98	8,84	8,75	8,66	0,12	0,17	0,07	0,70	0,29	0,14	3,32	0,12	0,09	0,12
Cr ₂ O ₃	0,02	0,09	0,02	0,05	0,05	0,00	0,00	0,02	0,02	0,03	0,00	0,12	0,02	0,03	0,00
FeO	13,86	14,68	10,88	11,58	12,52	0,84	0,98	1,18	1,59	1,55	1,04	2,61	2,50	2,80	2,41
MnO	0,14	0,17	0,05	0,10	0,10	0,21	0,19	0,21	0,09	0,14	0,00	0,02	0,11	0,11	0,11
MgO	14,06	10,38	12,03	12,29	10,74	23,18	23,57	23,16	22,66	23,39	21,64	19,88	23,62	23,64	22,54
NiO	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,09	0,09	0,00	0,16	0,03	0,03	0,03
CaO	9,59	10,11	10,33	10,14	10,20	5,66	5,59	5,45	6,22	5,68	4,68	7,05	7,17	7,38	7,37
Na ₂ O	3,80	3,56	3,77	3,20	3,25	6,14	6,74	6,54	6,00	6,05	6,91	5,43	6,66	6,77	5,21
K ₂ O	0,82	0,90	0,92	0,91	0,85	0,43	0,48	0,34	0,53	0,60	0,10	0,12	3,24	3,27	3,14
Summe	102,08	96,04	94,88	96,27	95,20	95,82	97,00	96,26	96,06	96,14	97,40	97,70	100,38	101,63	99,52
OxNum	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23		23			23
Si	6,72	6,55	6,63	6,72	6,79	8,08	8,05	8,14	8,03	8,05		7,96			7,91
Al	1,28	1,45	1,37	1,28	1,21	0,02	0,03	0,01	0,11	0,05		0,04			0,02
Al	0,07	0,17	0,20	0,25	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,49			0,00
Fe(iii)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00			0,00
Cr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00			0,00
Ti	0,44	0,47	0,48	0,46	0,44	0,02	0,03	0,03	0,04	0,03		0,06			0,10
Fe(ii)	1,64	1,87	1,38	1,44	1,58	0,10	0,11	0,14	0,18	0,18		0,30			0,28
Mn	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,03	0,02	0,02	0,01	0,02		0,00			0,01
Mg	2,96	2,36	2,71	2,73	2,42	4,90	4,88	4,77	4,69	4,84		4,04			4,61
Ni	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,02		0,03			0,01
Ca	1,45	1,65	1,67	1,62	1,65	0,86	0,83	0,81	0,93	0,84		1,03			1,08
Na	1,04	1,05	1,11	0,92	0,95	1,69	1,81	1,75	1,62	1,63		1,44			1,39
K	0,15	0,18	0,18	0,17	0,16	0,08	0,08	0,06	0,09	0,11		0,02			0,55
TOTAL	15,76	15,77	15,74	15,60	15,55	15,77	15,85	15,73	15,73	15,76		15,42			15,95
XMg	64,40	55,76	66,34	65,42	60,46	98,01	97,72	97,22	96,21	96,42		93,14			94,34

Tab.40. Mikrosonden-Analysen der Amphibole aus den Alkali-Ultramafiten.

Probe	Z3-2(3-2-5)	Z3-2(3-2-6)	Z4-1(1-1)	Z4-1(1-5)	Z4-1(1-7)	Z4-1(1-8)	Z4-1(2-3)	Z4-2-1-4	Z4-2-1-6	Z4-2-1-8	Z4-2-2-4	Z4-2-2-8	Z4-2-2-12	Z4-10(1-1)
Bemerk	Amph	Amph	Amph	Amph	Amph	Amph	Amph	Amph	Amph	Amph	Amph	Amph	Amph	Phl
SiO2	57,47	57,85	60,57	58,72	58,50	59,39	56,32	51,27	53,67	52,68	53,28	52,77	54,42	42,91
TiO2	0,78	0,70	0,16	0,07	0,25	0,15	0,71	0,87	0,83	0,61	1,01	0,81	1,01	0,08
Al2O3	0,00	0,00	0,08	0,00	0,11	0,03	0,33	4,26	2,52	2,26	3,12	3,52	3,05	1,84
Cr2O3	0,00	0,00	0,02	0,04	0,06	0,04	0,23	0,02	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00
FeO	2,43	2,27	1,70	2,03	1,62	2,51	9,64	7,28	6,39	5,84	6,18	6,69	6,38	18,02
MnO	0,14	0,06	0,17	0,07	0,06	0,09	0,02	0,05	0,02	0,07	0,12	0,05	0,02	0,16
MgO	22,61	22,70	22,32	22,96	22,97	22,57	19,61	20,36	20,36	22,60	18,10	17,50	21,66	25,26
NiO	0,00	0,00	0,06	0,00	0,06	0,06	0,08	0,00	0,03	0,09	0,03	0,00	0,06	0,00
CaO	7,36	7,00	4,27	5,21	5,70	5,16	0,99	8,63	7,35	7,55	7,18	7,80	8,06	0,00
Na2O	5,67	5,64	6,72	5,80	6,26	6,66	7,91	5,51	6,37	6,72	6,66	6,54	6,44	0,26
K2O	2,88	2,88	0,83	1,08	0,68	1,08	2,34	0,38	0,43	0,43	0,41	0,44	0,39	7,05
Summe	99,34	99,10	96,90	95,98	96,27	97,74	98,18	98,63	97,97	98,85	96,11	96,12	101,49	95,58
OxNum	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	22
Si	7,91	7,95	8,29	8,16	8,11	8,15	7,99	7,25	7,57	7,39	7,64	7,60	7,42	6,43
Al	0,00	0,00	0,01	0,00	0,02	0,00	0,01	0,71	0,42	0,37	0,36	0,40	0,49	0,32
Al	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,17	0,20	0,00	0,00
Fe(iii)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ti	0,08	0,07	0,02	0,01	0,03	0,02	0,08	0,09	0,09	0,06	0,11	0,09	0,10	0,01
Fe(ii)	0,28	0,26	0,19	0,24	0,19	0,29	1,14	0,86	0,75	0,69	0,74	0,81	0,73	2,26
Mn	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,02
Mg	4,64	4,65	4,55	4,76	4,74	4,62	4,15	4,29	4,28	4,73	3,87	3,76	4,40	5,64
Ni	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,02	0,00	0,01	0,02	0,01	0,00	0,01	0,00
Ca	1,08	1,03	0,63	0,78	0,85	0,76	0,15	1,31	1,11	1,13	1,10	1,20	1,18	0,00
Na	1,51	1,50	1,78	1,56	1,68	1,77	2,17	1,51	1,74	1,83	1,85	1,83	1,70	0,08
K	0,51	0,50	0,14	0,19	0,12	0,19	0,42	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08	0,07	1,35
TOTAL	16,02	15,98	15,65	15,70	15,75	15,81	16,17	16,09	16,04	16,31	15,94	15,97	16,11	16,11
XMg	94,31	94,69	95,90	95,28	96,19	94,13	78,39	83,29	85,03	87,34	83,93	82,34	85,82	71,42

Tab.41. Mikrosonden-Analysen der Phlogopite aus den Alkali-Ultramafiten.

Probe	G28-1(4-2)	G28-1(4-8)	G28-1(4-9)	G28-1(4-10)	G28-1(4-11)	G28-1(10-3)	G28-1(10-7)	G28-1(10-9)	G28-1(10-11)	G28-1(12-1)	G28-1(12-2)	G28-1(12-3)	G28-1(12-4)	G28-1(12-5)	G28-1(12-6)	G28-1(12-13)	G28-1(12-14)	G28-1(12-15)
Mineral	Phl	Phl	Phl	Phl	Phl	Phl	Phl	Phl	Phl	Phl	Phl	Phl	Phl	Phl	Phl	Phl	Phl	Phl
Bemerkung	E-in Cpx	E-in Cpx	primär	primär	primär					Auszone	Auszone	Auszone	I-Zone	I-Zone	I-Zone			A-Zone
SiO2	39,09	42,17	39,83	39,00	39,37	36,31	39,61	40,83	40,39	42,46	41,99	42,25	39,34	39,90	39,52	42,40	41,51	42,56
TiO2	1,12	0,54	1,37	2,15	2,41	2,64	1,10	0,17	0,73	0,14	0,07	0,09	0,84	0,80	0,53	0,09	0,08	0,05
Al2O3	14,25	11,34	11,88	12,70	13,27	14,84	12,11	11,09	12,00	12,51	12,17	12,36	12,99	13,42	13,85	12,60	11,85	12,72
Cr2O3	0,02	0,00	0,00	0,03	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00
FeO	9,64	9,54	11,34	11,13	11,41	9,49	11,73	12,22	12,53	5,55	5,69	5,57	11,03	11,17	10,77	3,95	3,58	4,51
MnO	0,21	0,12	0,14	0,14	0,21	0,12	0,22	0,21	0,30	0,31	0,27	0,27	0,23	0,19	0,27	0,19	0,22	0,23
MgO	20,87	21,35	20,14	19,34	19,68	22,51	21,22	21,66	21,42	25,32	25,40	25,53	21,26	21,21	21,62	25,79	29,49	26,30
NiO	0,09	0,03	0,00	0,05	0,00	0,00	0,09	0,06	0,04	0,00	0,03	0,03	0,03	0,00	0,06	0,09	0,01	0,06
CaO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Na2O	0,47	0,39	0,32	0,40	0,32	0,49	0,13	0,24	0,20	0,23	0,31	0,15	0,25	0,17	0,33	0,30	0,28	0,15
K2O	8,15	9,44	9,23	8,76	8,33	8,17	10,21	9,65	9,21	9,26	9,71	9,65	9,04	8,99	9,40	8,26	8,11	9,00
Summe	93,91	94,92	94,25	93,70	95,03	94,57	96,42	96,13	96,82	95,78	95,66	95,90	95,01	95,85	96,37	93,67	95,19	95,58
OxNum	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
Si	5,73	6,12	5,90	5,80	5,75	5,32	5,79	5,96	5,85	5,99	5,96	5,97	5,768	5,78	5,71	6,03	5,83	5,97
Al	2,27	1,88	2,10	2,20	2,25	2,68	2,21	2,04	2,15	2,01	2,04	2,03	2,232	2,22	2,29	1,97	1,96	2,03
Al	0,19	0,06	0,03	0,02	0,04	0,12	0,13	0,13	0,10	0,07	0,00	0,03	0,012	0,08	0,07	0,14	0,00	0,08
Fe(iii)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ti	0,12	0,06	0,15	0,24	0,26	0,29	0,12	0,02	0,08	0,01	0,01	0,01	0,093	0,09	0,06	0,01	0,01	0,01
Fe(ii)	1,18	1,16	1,40	1,38	1,39	1,16	1,43	1,49	1,52	0,65	0,68	0,66	1,352	1,35	1,30	0,47	0,42	0,53
Mn	0,03	0,01	0,02	0,02	0,03	0,01	0,03	0,03	0,04	0,04	0,03	0,03	0,029	0,02	0,03	0,02	0,03	0,03
Mg	4,56	4,62	4,45	4,29	4,29	4,92	4,62	4,72	4,63	5,32	5,37	5,38	4,647	4,58	4,66	5,47	6,17	5,50
Ni	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,004	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01
Ca	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Na	0,13	0,11	0,09	0,12	0,09	0,14	0,04	0,07	0,06	0,06	0,09	0,04	0,071	0,05	0,09	0,08	0,08	0,04
K	1,52	1,75	1,74	1,66	1,55	1,53	1,90	1,80	1,70	1,67	1,76	1,74	1,691	1,66	1,73	1,50	1,45	1,61
TOTAL	15,74	15,78	15,83	15,73	15,66	15,94	16,02	16,00	15,92	15,82	15,93	15,88	15,898	15,84	15,96	15,70	15,95	15,80
XMg	79,42	79,96	76,00	75,60	75,46	80,88	76,33	75,96	75,30	89,05	88,84	89,10	77,459	77,20	78,16	92,09	93,63	91,23

Tab.42. Mikrosonden-Analysen der Phlogopite aus den Alkali-Ultramafiten.

Probe	G28-1(12-16)	G28-1(12-17)	G28-1(12-18)	G28-1(12-19)	G28-1(12-20)	G28-1(13-7)	G28-1(14-4)	G28-1A1(4-3)	G28-1A1(4-14)	G28-1A1(4-8)	G28-1A1(5-2)	G28-1A1(5-3)	G28-1A1(5-4)	G28-1A1(5-5)	G28-1A1(9-3)	G28-1A1(9-4)	G28-1A1(10-8)	G28-1A2(1-4)
Mineral	Phl	Phl	Phl	Phl	Phl	Phl	Phl	Phl	Phl	Phl	Phl	Phl	Phl	Phl	Phl	Phl	Phl	Phl
Bemerkung	A-Zone	A-Zone	I-Zone	I-Zone	I-Zone			E- in cpx	E- in cpx		A-Zone	A-Zone	I-Zone	I-Zone				seconder
SiO ₂	41,28	40,85	38,56	38,55	39,27	40,86	38,30	40,49	40,53	40,86	40,65	40,40	40,48	41,00	41,46	41,25	44,14	45,00
TiO ₂	0,09	0,05	0,98	1,00	0,62	0,72	1,16	0,35	0,39	0,45	1,73	1,54	0,00	0,00	0,38	0,02	0,55	1,83
Al ₂ O ₃	13,02	12,43	13,06	13,17	13,32	13,29	12,46	12,93	12,42	12,91	12,18	11,97	14,05	13,81	10,74	13,61	9,98	8,54
Cr ₂ O ₃	0,00	0,02	0,02	0,00	0,02	0,00	0,00	0,02	0,02	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00
FeO	6,05	5,67	10,60	11,12	11,02	11,68	11,22	8,85	7,74	6,73	9,93	9,74	7,62	7,82	8,67	8,09	7,54	8,95
MnO	0,29	0,21	0,17	0,14	0,21	0,27	0,24	0,12	0,14	0,10	0,19	0,23	0,12	0,10	0,12	0,10	0,10	0,06
MgO	25,81	25,52	21,26	21,27	21,37	22,62	23,13	22,15	22,94	23,91	21,38	21,21	22,68	23,15	19,95	22,64	23,37	21,84
NiO	0,09	0,06	0,03	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00	0,03	0,03	0,00	0,00	0,00	0,08	0,11	0,05
CaO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,35
Na ₂ O	0,15	0,15	0,33	0,17	0,42	0,17	0,14	0,08	0,46	0,15	0,24	0,24	0,30	0,45	0,16	0,23	0,30	0,39
K ₂ O	8,95	9,02	8,53	8,69	8,74	8,68	9,10	9,23	9,84	9,95	8,37	8,82	9,53	8,87	5,90	9,12	9,40	8,41
Summe	95,73	93,98	93,54	94,11	94,99	98,29	95,86	94,22	94,48	95,09	94,70	94,18	94,78	95,20	87,38	95,17	95,49	95,42
OxNum	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
Si	5,84	5,89	5,72	5,70	5,75	5,77	5,60	5,90	5,90	5,87	5,91	5,92	5,84	5,87	6,36	5,92	6,291	6,42
Al	2,16	2,11	2,28	2,30	2,25	2,21	2,15	2,10	2,10	2,13	2,09	2,07	2,16	2,13	1,64	2,08	1,676	1,44
Al	0,02	0,00	0,01	0,00	0,05	0,00	0,00	0,13	0,03	0,06	0,00	0,00	0,23	0,20	0,30	0,22	0,000	0,00
Fe(iii)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000	0,00
Cr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000	0,00
Ti	0,01	0,01	0,11	0,11	0,07	0,08	0,13	0,04	0,04	0,05	0,19	0,17	0,00	0,00	0,04	0,00	0,059	0,20
Fe(ii)	0,72	0,68	1,32	1,38	1,35	1,38	1,37	1,08	0,94	0,81	1,21	1,19	0,92	0,94	1,11	0,97	0,899	1,07
Mn	0,03	0,03	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,01	0,02	0,01	0,02	0,03	0,01	0,01	0,02	0,01	0,012	0,01
Mg	5,45	5,48	4,71	4,69	4,66	4,76	5,04	4,82	4,98	5,12	4,63	4,63	4,88	4,94	4,56	4,84	4,966	4,65
Ni	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,013	0,01
Ca	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000	0,05
Na	0,04	0,04	0,09	0,05	0,12	0,05	0,04	0,02	0,13	0,04	0,07	0,07	0,08	0,12	0,05	0,06	0,083	0,11
K	1,62	1,66	1,62	1,64	1,63	1,56	1,70	1,72	1,83	1,82	1,55	1,65	1,75	1,62	1,15	1,67	1,709	1,53
TOTAL	15,89	15,90	15,88	15,88	15,91	15,85	16,07	15,81	15,97	15,91	15,67	15,73	15,88	15,84	15,23	15,79	15,708	15,48
XMg	88,38	88,92	78,15	77,33	77,57	77,54	78,61	81,69	84,09	86,37	79,33	79,52	84,14	84,07	80,40	83,30	84,677	81,31

Tab.43. Mikrosonden-Analysen der Phlogopite aus den Alkali-Ultramafiten.

Probe	G28-1A2(1-5)	G28-1A2(3-1)	G28-1A2(4-8)	G28-3(1-10)	G28-3(1-11)	G28-3(2-2)	G28-3(2-4)	G28-3(2-5)	G28-3(2-6)	G28-3(2-7)	G28-3(3-4)	G28-3(3-8)	G28-3(3-9)	G28-6(1-2)	G28-6(1-7)	G28-6(1-8)	G28-6(1-9)	G28-6(1-10)
Mineral	Phl	Phl	Phl	Phl	Phl	Phl	Phl	Phl	Phl	Phl	Phl	Phl	Phl	phl	phl	phl	phl	phl
Bemerkung	seconder						rand	rand	kern	kern								
SiO2	45,37	43,67	41,25	41,18	41,46	40,91	42,37	42,16	40,31	40,66	40,82	41,31	41,71	38,64	38,64	39,58	39,05	38,23
TiO2	1,57	1,16	0,11	1,37	1,26	1,23	0,45	0,45	0,51	0,45	0,78	0,59	0,42	2,28	1,77	1,98	2,00	2,00
Al2O3	8,76	8,80	12,78	11,37	12,07	12,45	10,64	10,54	12,92	13,50	12,52	12,55	13,72	10,92	11,23	10,86	11,31	10,99
Cr2O3	0,00	0,02	0,00	0,02	0,02	0,10	0,00	0,00	0,03	0,02	0,02	0,00	0,02	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02
FeO	9,19	9,42	7,90	6,97	6,27	5,84	6,74	6,96	6,83	6,76	9,95	5,46	5,61	16,11	15,07	15,54	14,79	15,16
MnO	0,06	0,10	0,12	0,15	0,08	0,08	0,12	0,12	0,07	0,09	0,09	0,04	0,07	0,39	0,25	0,25	0,33	0,29
MgO	21,69	21,82	23,61	24,33	24,84	25,09	25,69	25,09	24,44	23,82	25,47	24,34	23,96	17,90	18,15	18,27	17,70	17,52
NiO	0,00	0,11	0,00	0,03	0,05	0,05	0,03	0,00	0,08	0,03	0,05	0,02	0,05	0,00	0,03	0,05	0,05	0,00
CaO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Na2O	0,31	0,70	0,30	0,23	0,30	0,30	0,19	0,26	0,13	0,26	0,19	0,19	0,32	0,06	0,19	0,13	0,19	0,32
K2O	8,02	9,40	8,66	8,38	8,39	9,12	9,62	9,82	9,26	9,46	8,43	9,67	9,43	9,22	9,45	9,00	9,30	8,67
Summe	95,12	95,20	94,73	94,03	94,74	95,17	95,85	95,40	94,58	95,05	94,32	94,17	95,31	95,52	94,78	95,68	94,72	93,20
OxNum	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
Si	6,48	6,32	5,93	5,95	5,92	5,83	6,03	6,04	5,81	5,83	5,72	5,94	5,91	5,81	5,83	5,89	5,87	5,85
Al	1,47	1,50	2,07	1,93	2,03	2,09	1,78	1,78	2,19	2,17	2,07	2,06	2,09	1,93	2,00	1,91	2,00	1,98
Al	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,11	0,00	0,07	0,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe(iii)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ti	0,17	0,13	0,01	0,15	0,14	0,13	0,05	0,05	0,06	0,05	0,08	0,06	0,04	0,26	0,20	0,22	0,23	0,23
Fe(ii)	1,10	1,14	0,95	0,84	0,75	0,70	0,80	0,83	0,82	0,81	1,17	0,66	0,67	2,02	1,90	1,93	1,86	1,94
Mn	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,05	0,03	0,03	0,04	0,04
Mg	4,62	4,71	5,06	5,24	5,28	5,33	5,45	5,36	5,25	5,09	5,32	5,22	5,06	4,01	4,08	4,06	3,97	4,00
Ni	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00
Ca	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Na	0,09	0,20	0,08	0,06	0,08	0,08	0,05	0,07	0,04	0,07	0,05	0,05	0,09	0,02	0,06	0,04	0,06	0,09
K	1,46	1,74	1,59	1,54	1,53	1,66	1,75	1,80	1,70	1,73	1,51	1,77	1,71	1,77	1,82	1,71	1,78	1,69
TOTAL	15,39	15,76	15,81	15,74	15,74	15,84	15,93	15,95	15,90	15,88	15,94	15,84	15,79	15,86	15,91	15,80	15,82	15,82
XMg	80,80	80,51	84,20	86,16	87,60	88,45	87,17	86,54	86,45	86,27	82,03	88,82	88,39	66,45	68,23	67,70	68,09	67,32

Tab.44. Mikrosonden-Analysen der Phlogopite aus den Alkali-Ultramafiten.

Probe	G28-6(1-11)	G28-6(2-5)	G28-6(2-6)	G28-6(2-7)	G28-6(2-8)	G28-6(2-9)	G28-6(2-10)	G28-6(2-11)	G28-6(2-12)	G28-6(2-13)	G28-6(2-14)	G28-6(2-15)	G28-6(2-16)	G28-6(2-17)	G28-6(2-18)	G28-6(2-19)	G28-6(2-20)	G28-6(2-21)
Mineral	phl	phl	phl	phl	phl	phl	phl	phl	phl	phl	phl	phl	phl	phl	phl	phl	phl	phl
Bemerkung		I-Zone	I-Zone	I-Zone	I-Zone	I-Zone	A-Zone-1	A-Zone-1	A-Zone-1	A-Zone-1	A-Zone-2	A-Zone-2	A-Zone-2	E in calcit	E in calcit			
SiO ₂	38,18	40,96	40,59	41,31	40,34	41,30	42,49	42,39	41,96	42,99	42,93	42,65	42,52	44,40	43,86	43,30	42,93	42,32
TiO ₂	2,14	1,35	1,25	1,11	1,37	0,97	0,07	0,29	0,05	0,09	0,31	0,07	0,26	0,43	0,14	0,05	0,43	0,40
Al ₂ O ₃	13,79	9,40	9,27	9,77	9,57	10,11	7,10	8,76	6,78	6,84	9,59	7,67	8,80	9,60	8,31	8,76	9,00	9,64
Cr ₂ O ₃	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,02	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,03	0,00	0,02	0,05
FeO	14,97	14,89	15,28	14,98	15,68	14,84	15,63	12,72	15,98	14,99	13,26	14,92	13,08	8,50	9,41	9,25	14,90	14,19
MnO	0,29	0,29	0,37	0,33	0,31	0,31	0,45	0,39	0,37	0,43	0,35	0,41	0,37	0,39	0,49	0,51	0,56	0,50
MgO	16,26	17,58	17,91	17,68	17,86	18,04	19,42	19,90	19,66	20,52	19,85	19,41	19,91	21,68	21,31	22,02	19,11	18,79
NiO	0,03	0,00	0,00	0,03	0,08	0,00	0,03	0,00	0,05	0,03	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	0,03	0,00
CaO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Na ₂ O	0,13	0,13	0,13	0,19	0,13	0,06	0,19	0,18	0,19	0,37	0,12	0,25	0,12	0,17	0,23	0,23	0,19	0,06
K ₂ O	9,07	10,18	10,21	10,65	10,82	10,54	10,73	10,90	10,64	10,97	10,85	10,80	10,99	10,89	10,77	10,81	10,54	10,51
Summe	94,86	94,80	95,01	96,05	96,16	96,19	96,16	95,53	95,68	96,90	97,26	96,18	96,05	96,19	94,55	94,93	97,71	96,46
OxNum	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
Si	5,72	6,17	6,12	6,15	6,05	6,13	6,35	6,28	6,32	6,34	6,24	6,35	6,17	6,36	6,44	6,34	6,26	6,23
Al	2,28	1,67	1,65	1,71	1,69	1,77	1,25	1,53	1,20	1,19	1,64	1,34	0,00	1,62	1,44	1,51	1,55	1,67
Al	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe(iii)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ti	0,24	0,15	0,14	0,12	0,15	0,11	0,01	0,03	0,01	0,01	0,03	0,01	0,01	0,05	0,02	0,01	0,05	0,04
Fe(ii)	1,87	1,87	1,93	1,87	1,96	1,84	1,95	1,58	2,01	1,85	1,61	1,86	2,01	1,02	1,16	1,13	1,82	1,75
Mn	0,04	0,04	0,05	0,04	0,04	0,04	0,06	0,05	0,05	0,05	0,04	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06	0,07	0,06
Mg	3,63	3,95	4,03	3,92	3,99	3,99	4,33	4,40	4,42	4,51	4,30	4,31	4,42	4,63	4,67	4,81	4,16	4,12
Ni	0,01	0,00	0,00	0,01	0,02	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,02	0,00	0,00	0,01	0,00
Ca	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Na	0,04	0,04	0,04	0,05	0,04	0,02	0,06	0,05	0,06	0,11	0,03	0,07	0,06	0,05	0,07	0,07	0,05	0,02
K	1,73	1,96	1,96	2,02	2,07	1,99	2,05	2,06	2,04	2,06	2,01	2,05	2,04	1,99	2,02	2,02	1,96	1,97
TOTAL	15,71	15,84	15,91	15,91	16,01	15,88	16,06	15,98	16,12	16,14	15,92	16,03	14,76	15,79	15,86	15,94	15,92	15,87
XMg	65,95	67,79	67,63	67,79	67,00	68,43	68,90	73,61	68,69	70,94	72,74	69,87	68,69	81,97	80,15	80,93	69,57	70,25

Tab.45. Mikrosonden-Analysen der Phlogopite aus den Alkali-Ultramafiten.

Probe	G28-6(2-22)	G28-8(1-5)	G28-8(1-6)	G28-9-8	G28-9-9	G28-12(1-5)	G28-12(1-6)	G28-12(1-7)	G28-12(1-8)	Z2-1-4-8	Z2-1-4-10	Z2-1-4-11	Z2-1-4-13	Z2-1-4-22	Z2-10(1-2)	Z2-15(1-1)	Z2-15(1-2)
Mineral	phl	phl	phl	phl	phl	phl	phl	phl	phl	Phl	Phl	Phl	Phl	Phl	Phl	Phl	Phl
Bemerkung		E in cpx	E in cpx														
SiO2	42,42	39,78	41,49	44,32	44,17	39,43	39,44	39,94	38,94	40,17	41,13	40,92	40,77	39,44	45,65	43,97	43,98
TiO2	0,38	1,62	0,80	0,22	0,17	1,22	1,27	1,32	1,46	5,31	5,24	5,19	5,44	5,87	0,05	2,70	2,77
Al2O3	9,55	10,40	10,04	10,89	10,99	11,39	10,97	11,86	11,00	11,91	12,62	12,16	11,93	13,38	9,79	11,10	10,81
Cr2O3	0,02	0,05	0,03	0,00	0,03	0,00	0,00	0,02	0,02	0,02	0,05	0,05	0,00	0,00	0,02	0,51	0,52
FeO	13,56	16,49	14,89	9,13	9,49	15,53	15,62	14,13	15,69	10,02	10,13	8,81	10,11	8,75	3,32	4,25	4,15
MnO	0,62	0,21	0,23	0,27	0,29	0,27	0,29	0,25	0,31	0,05	0,10	0,12	0,07	0,05	0,10	0,02	0,02
MgO	19,25	18,32	20,01	23,03	22,86	17,81	17,71	18,02	17,35	19,06	19,50	21,17	19,37	17,97	28,00	21,61	21,91
NiO	0,05	0,05	0,03	0,00	0,00	0,08	0,03	0,05	0,00	0,12	0,06	0,06	0,03	0,08	0,00	0,08	0,20
CaO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Na2O	0,12	0,38	0,44	0,11	0,23	0,15	0,22	0,00	0,22	0,76	1,13	0,93	0,95	0,95	1,41	1,09	1,23
K2O	9,45	8,22	7,88	8,51	8,55	9,31	9,29	10,13	9,54	7,64	7,55	7,31	7,80	8,98	6,67	7,64	7,63
Summe	95,42	95,52	95,84	96,48	96,78	95,19	94,84	95,72	94,53	95,06	97,51	96,72	96,47	95,47	95,01	92,97	93,22
OxNum	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
Si	6,26	5,94	6,09	6,25	6,23	5,91	5,94	5,93	5,90	5,81	5,80	5,78	5,82	5,70	6,32	6,28	6,27
Al	1,66	1,83	1,74	1,75	1,77	2,01	1,95	2,07	1,97	2,03	2,10	2,02	2,01	2,28	1,60	1,72	1,73
Al	0,00	0,00	0,00	0,06	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	0,08
Fe(iii)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ti	0,04	0,18	0,09	0,02	0,02	0,14	0,14	0,15	0,17	0,58	0,56	0,55	0,58	0,64	0,01	0,29	0,30
Fe(ii)	1,67	2,06	1,83	1,08	1,12	1,95	1,97	1,75	1,99	1,21	1,19	1,04	1,21	1,06	0,38	0,51	0,49
Mn	0,08	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,03	0,04	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00
Mg	4,23	4,08	4,38	4,84	4,81	3,98	3,98	3,99	3,92	4,11	4,10	4,45	4,12	3,87	5,78	4,60	4,66
Ni	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,02	0,01	0,01	0,00	0,03	0,01	0,01	0,01	0,02	0,00	0,02	0,04
Ca	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Na	0,03	0,11	0,13	0,03	0,06	0,04	0,06	0,00	0,06	0,21	0,31	0,25	0,26	0,27	0,38	0,30	0,34
K	1,78	1,56	1,47	1,53	1,54	1,78	1,78	1,92	1,85	1,41	1,36	1,32	1,42	1,65	1,18	1,39	1,39
TOTAL	15,77	15,79	15,75	15,60	15,63	15,86	15,87	15,85	15,90	15,40	15,43	15,44	15,44	15,49	15,65	15,26	15,30
XMg	71,68	66,45	70,55	81,81	81,11	67,16	66,90	69,45	66,35	77,23	77,44	81,08	77,35	78,55	93,76	90,06	90,40

Tab.46. Mikrosonden-Analysen der Phlogopite aus den Alkali-Ultramafiten.

Probe	Z2-10(1-2)	Z2-15(7-1)	Z2-15(7-2)	Z2-15(1-3)	Z3-2(2-1-10)	Z3-2(2-2-1)	Z3-11-1-2	Z3-11-1-8	Z3-11-1-12	Z3-11-1-13	Z3-11-2-3	Z4-1(1-2)	Z4-2-1-1	Z4-2-1-2	Z4-2-1-3	Z4-2-1-5	Z4-2-1-7	Z4-10(1-1)
Mineral	Phl	Phl	Phl	Phl	phl	phl	Phl	Phl	Phl	Phl	Phl	phl	Phl	Phl	Phl	Phl	Phl	Phl
Bemerkung																		
SiO ₂	45,65	44,32	44,15	44,21	40,82	41,09	40,69	39,99	42,48	41,59	42,78	42,78	43,86	42,71	42,46	40,87	40,91	42,91
TiO ₂	0,05	0,37	0,16	2,88	4,64	5,06	0,21	0,21	0,20	0,13	0,20	0,08	0,40	0,54	0,61	0,34	0,55	0,08
Al ₂ O ₃	9,79	9,54	9,26	10,85	12,56	11,33	8,93	7,39	10,40	9,26	7,23	1,89	9,42	10,76	10,90	8,56	11,23	1,84
Cr ₂ O ₃	0,02	0,00	0,03	0,49	0,11	0,13	0,02	0,07	0,07	0,02	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
FeO	3,32	3,46	3,44	4,03	5,46	3,88	7,94	8,72	6,91	6,54	10,15	15,94	6,54	5,23	5,25	7,87	5,66	18,02
MnO	0,10	0,17	0,12	0,05	0,12	0,08	0,14	0,10	0,07	0,10	0,14	0,14	0,10	0,00	0,07	0,05	0,07	0,16
MgO	28,00	25,70	26,12	22,37	21,79	20,39	25,92	23,41	25,83	26,53	26,66	25,34	25,57	27,64	28,12	25,83	26,98	25,26
NiO	0,00	0,00	0,13	0,20	0,00	0,08	0,11	0,03	0,00	0,03	0,03	0,03	0,00	0,00	0,06	0,08	0,00	0,00
CaO	0,00	0,28	0,27	0,00	0,00	0,00	0,24	7,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Na ₂ O	1,41	0,37	0,99	1,16	0,00	0,15	0,18	0,37	0,00	0,35	0,00	0,09	1,70	1,51	1,52	1,43	2,06	0,26
K ₂ O	6,67	7,59	6,64	7,45	7,33	5,51	9,75	8,94	10,14	9,98	9,58	7,44	6,87	7,57	7,99	8,56	7,88	7,05
Summe	95,01	91,80	91,31	93,69	92,83	87,70	94,13	96,42	96,10	94,53	96,77	93,83	94,46	95,96	96,98	93,59	95,34	95,58
OxNum	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
Si	6,32	6,38	6,37	6,26	5,88	6,13	5,98	5,88	6,05	6,03	6,15	6,48	6,24	5,98	5,91	6,02	5,82	6,43
Al	1,60	1,62	1,57	1,74	2,12	1,87	1,55	1,28	1,74	1,58	1,22	0,34	1,58	1,78	1,79	1,48	1,88	0,32
Al	0,00	0,00	0,00	0,07	0,01	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe(iii)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ti	0,01	0,04	0,02	0,31	0,50	0,57	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01	0,04	0,06	0,06	0,04	0,06	0,01
Fe(ii)	0,38	0,42	0,41	0,48	0,66	0,48	0,98	1,07	0,82	0,79	1,22	2,02	0,78	0,61	0,61	0,97	0,67	2,26
Mn	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,02
Mg	5,78	5,51	5,62	4,72	4,68	4,54	5,68	5,13	5,48	5,74	5,71	5,72	5,42	5,77	5,83	5,67	5,73	5,64
Ni	0,00	0,00	0,03	0,04	0,00	0,02	0,02	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,02	0,00	0,00
Ca	0,00	0,04	0,04	0,00	0,00	0,00	0,04	1,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Na	0,38	0,10	0,28	0,32	0,00	0,04	0,05	0,11	0,00	0,10	0,00	0,03	0,47	0,41	0,41	0,41	0,57	0,08
K	1,18	1,39	1,22	1,34	1,35	1,05	1,83	1,68	1,84	1,85	1,76	1,44	1,25	1,35	1,42	1,61	1,43	1,35
TOTAL	15,65	15,52	15,57	15,28	15,21	14,83	16,16	16,33	15,97	16,13	16,10	16,06	15,79	15,96	16,05	16,21	16,17	16,11
XMg	93,76	92,98	93,12	90,82	87,68	90,36	85,34	82,72	86,95	87,85	82,40	73,92	87,45	90,41	90,52	85,40	89,47	71,42

Tab.47. Mikrosonden-Analysen der Granate aus den Alkali-Ultramafiten.

Probe	G28-1(4-3)	G28-1(7-7)	G28-1(7-8)	G28-1(7-9)	G28-1(7-10)	G28-1(10-5)	G28-1(10-6)	G28-1(10-12)	G28-1(10-13)	G28-1(16-5)	G28-1A1(4-6)	G28-1A1(4-11)	G28-1A1(4-14)	G28-1A1(5-21)	G28-1A2(4-3)	G28-1A2(4-5)	G28-3(1-3)	G28-8(1-11)
Mineral	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt
Bemerkung		kern	kern	rand	rand												einsch in cpx	
SiO ₂	34,88	33,05	32,00	38,23	38,23	35,03	35,00	36,04	35,36	35,50	32,06	29,86	32,93	31,81	32,01	31,77	27,84	29,30
TiO ₂	4,10	10,08	12,82	2,23	2,67	3,25	3,15	5,58	4,78	4,28	7,45	11,32	7,40	11,72	8,26	8,04	15,87	13,12
Al ₂ O ₃	1,71	0,70	0,76	0,54	0,60	0,10	0,11	0,56	0,65	0,64	1,00	0,72	1,00	0,58	1,33	0,74	0,19	0,38
Cr ₂ O ₃	0,03	0,03	0,05	0,02	0,02	0,02	0,06	0,02	0,05	0,02	0,02	0,02	0,08	0,03	0,08	0,08	0,02	0,05
FeO	24,67	26,35	24,85	30,17	30,27	28,45	28,28	26,44	27,91	24,45	23,86	22,59	24,04	23,89	21,44	22,38	19,15	22,04
MnO	0,14	0,25	0,25	0,16	0,18	0,14	0,16	0,24	0,18	0,10	0,17	0,19	0,10	0,31	0,12	0,14	0,29	0,19
MgO	0,69	0,96	1,05	0,40	0,40	0,29	0,29	0,57	0,75	0,60	1,38	1,14	1,19	1,10	1,37	1,22	1,53	0,96
NiO	0,00	0,00	0,05	0,03	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,08	0,05	0,03	0,11	0,08	0,00
CaO	32,29	26,46	26,52	27,09	26,23	31,41	31,73	30,41	28,76	33,52	32,45	32,32	32,29	28,16	35,62	34,79	33,69	32,17
Na ₂ O	0,10	0,22	0,11	0,22	0,00	0,22	0,11	0,26	0,11	0,22	0,11	0,32	0,00	0,33	0,00	0,21	0,43	0,28
K ₂ O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,04	0,00	0,00
Summe	98,61	98,10	98,46	99,09	98,60	98,94	98,89	100,13	98,55	99,36	98,50	98,54	99,06	98,04	100,27	99,46	99,35	98,49
OxNum	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Si	2,92	2,80	2,69	3,19	3,20	2,96	2,95	2,97	2,97	2,95	2,70	2,53	2,75	2,69	2,63	2,65	2,34	2,48
Al	0,08	0,07	0,08	0,00	0,00	0,01	0,01	0,03	0,03	0,05	0,11	0,08	0,10	0,06	0,14	0,08	0,02	0,04
Al	0,09	0,00	0,00	0,06	0,06	0,00	0,00	0,03	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe(iii)	1,37	1,23	1,17	1,34	1,30	1,51	1,52	1,34	1,37	1,42	1,43	1,38	1,40	1,24	1,42	1,46	1,34	1,36
Cr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
Ti	0,26	0,64	0,81	0,14	0,17	0,21	0,20	0,35	0,30	0,27	0,47	0,72	0,46	0,75	0,51	0,50	1,00	0,84
Fe(ii)	0,35	0,63	0,57	0,77	0,81	0,50	0,48	0,48	0,59	0,27	0,25	0,22	0,28	0,45	0,05	0,10	0,00	0,21
Mn	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,00	0,01
Mg	0,09	0,12	0,13	0,05	0,05	0,04	0,04	0,07	0,09	0,07	0,17	0,14	0,15	0,14	0,17	0,15	0,19	0,12
Ni	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00
Ca	2,89	2,40	2,39	2,42	2,35	2,84	2,87	2,69	2,59	2,98	2,93	2,93	2,89	2,55	3,14	3,11	3,00	2,92
Na	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
K	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL	8,07	7,91	7,88	7,98	7,96	8,08	8,08	7,98	8,01	8,05	8,07	8,02	8,05	7,91	8,08	8,08	7,97	7,98

Tab.48. Mikrosonden-Analysen der Granate aus den Alkali-Ultramafiten.

<i>Probe</i>	G28-8(1-12)	G28-8(1-13-1)	G28-8(3-4)	G28-8(3-5)	G28-8(3-8)	G28-8(3-9)	G28-8(7-28)	G28-8(7-29)	G28-9-12	G28-9-13
Mineral	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt
Bemerkung										
SiO ₂	30,11	29,11	32,83	32,26	31,78	31,60	31,27	30,14	34,99	36,92
TiO ₂	38,03	14,47	10,68	12,76	12,87	13,27	14,26	14,69	3,64	1,07
Al ₂ O ₃	0,25	0,42	0,36	0,20	0,20	0,44	0,27	0,39	1,20	0,50
Cr ₂ O ₃	0,00	0,03	0,02	0,00	0,00	0,02	0,02	0,00	0,00	0,02
FeO	1,95	21,51	31,90	31,00	31,57	31,04	26,29	25,96	25,68	28,37
MnO	0,04	0,34	0,30	0,30	0,26	0,28	0,30	0,32	0,11	0,08
MgO	0,11	1,16	0,79	0,88	0,74	0,97	0,90	0,81	0,63	0,24
NiO	0,00	0,03	0,05	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00
CaO	28,38	31,65	22,40	22,01	21,51	21,77	24,63	25,47	34,58	33,91
Na ₂ O	0,08	0,28	0,39	0,52	0,40	0,39	0,76	0,63	0,08	0,00
K ₂ O	0,00	0,01	0,02	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00
Summe	98,95	99,01	99,74	99,89	99,33	99,84	98,70	98,41	100,92	101,11
OxNum	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Si	2,39	2,45	2,78	2,72	2,70	2,67	2,66	2,57	2,87	3,03
Al	0,02	0,04	0,04	0,02	0,02	0,05	0,03	0,04	0,12	0,00
Al	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05
Fe(iii)	0,13	1,31	1,25	1,20	1,20	1,19	1,16	1,20	1,48	1,53
Cr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ti	2,27	0,92	0,68	0,81	0,82	0,84	0,91	0,94	0,22	0,07
Fe(ii)	0,00	0,20	1,01	0,99	1,04	1,00	0,70	0,66	0,29	0,41
Mn	0,00	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01
Mg	0,01	0,15	0,10	0,11	0,09	0,12	0,11	0,10	0,08	0,03
Ni	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ca	2,42	2,86	2,03	1,99	1,96	1,97	2,24	2,33	3,04	2,98
Na	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
K	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL	7,26	7,96	7,90	7,86	7,86	7,87	7,84	7,87	8,11	8,11

Tab.49. Mikrosonden-Analysen der Oxide aus den Alkali-Ultramafiten.

Probe	G28-1(2-1)	G28-1(2-2)	G28-1(6-1)	G28-1A1(4-12)	G28-1A1(4-18)	G28-1A1(5-20)	G28-1A1(7-12)	G28-1A1(10-1)	G28-1A1(10-3)	G28-3(3-15)	G28-3(3-16)	G28-3(3-17)	G28-8(5-1)	G28-8(5-2)	G28-8(5-3)	G28-8(5-4)	G28-8(5-5)	Z2-10(2-1)
Mineral	Mt	Mt	Mt	Mt	Mt	Mt	Mt	Rt	Rt	Mt	Mt	Mt	Ilm	Ilm	Ilm	mt	mt	Ch-mt
Bemerkung																		
SiO2	0,00	0,00	0,11	0,00	0,04	0,00	0,07	0,00	0,05	0,00	0,03	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,21
TiO2	2,79	3,97	0,20	0,43	0,40	0,87	0,22	96,93	96,91	1,56	0,99	2,04	46,10	46,16	45,80	1,85	2,71	12,92
Al2O3	0,21	0,21	0,00	0,07	0,00	0,00	0,07	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,28	0,23	0,16	0,21	3,30
Cr2O3	0,00	0,00	0,03	0,18	0,00	0,00	0,15	0,03	0,00	0,64	0,58	0,57	0,00	0,00	0,00	0,09	0,09	10,89
FeO	95,84	92,00	99,18	98,51	98,53	98,90	96,45	0,13	0,08	98,01	98,33	94,62	45,85	44,80	45,99	97,04	95,99	68,18
MnO	0,91	1,48	0,33	0,30	0,22	0,20	0,24	0,00	0,00	0,54	0,63	0,36	5,74	5,40	5,84	0,24	0,77	0,52
MgO	0,51	1,02	0,07	0,00	0,07	0,22	0,38	0,04	0,04	0,67	0,43	0,73	2,06	2,00	2,04	0,25	0,31	4,74
NiO	0,00	0,00	0,03	0,10	0,14	0,03	0,10	0,03	0,00	0,08	0,05	0,05	0,00	0,00	0,00	0,05	0,01	0,54
CaO	0,07	0,07	0,07	0,28	0,08	0,97	0,14	0,43	0,37	0,42	0,61	0,03	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,03
Na2O	0,00	0,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,16	0,00	0,00
K2O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,06	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Summe	100,33	99,03	100,02	99,87	99,49	101,19	97,82	97,75	97,58	102,24	101,65	98,49	99,76	98,64	99,90	99,90	100,16	101,13
OxNum	32	32	32	32	32	32				323,00	32,00	32,00	6,00	6,00	6,00	6,00	32,00	32
Si	0,00	0,00	0,03	0,00	0,01	0,00	0,04			0,00	0,01	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,06
Al	0,07	0,07	0,00	0,02	0,00	0,00	0,05			0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,05	0,07	1,06
Al	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe(iii)	14,73	14,37	15,84	15,75	15,81	10,48	9,98			15,38	15,44	14,93	0,00	0,00	0,00	15,22	14,70	7,15
Cr	0,00	0,00	0,01	0,04	0,00	0,00	0,08			0,14	0,13	0,13	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	2,35
Ti	0,60	0,86	0,04	0,09	0,09	0,40	0,11			0,33	0,21	0,45	1,71	1,73	1,70	0,40	0,58	2,66
Fe(ii)	8,14	7,73	7,93	7,89	7,92	12,16	13,06			7,42	7,68	8,04	1,89	1,87	1,90	8,02	8,28	8,43
Mn	0,22	0,36	0,08	0,07	0,05	0,10	0,13			0,13	0,15	0,09	0,24	0,23	0,24	0,06	0,19	0,12
Mg	0,22	0,44	0,03	0,00	0,03	0,20	0,36			0,28	0,18	0,32	0,15	0,15	0,15	0,11	0,13	1,93
Ni	0,00	0,00	0,01	0,04	0,06	0,03	0,09			0,03	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,22
Ca	0,02	0,02	0,02	0,09	0,02	0,63	0,10			0,13	0,18	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01
Na	0,00	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,00	0,00
K	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00			24,00	24,00	24,00	4,00	4,00	4,00	24,00	24,00	24,00
XMg																		

Tab.50. Mikrosonden-Analysen der Oxide aus den Alkali-Ultramafiten.

Probe	Z2-10(2-2)	Z2-10(2-5)	Z2-10(2-6)	Z2-10(2-7)	Z2-10(3-6)	Z2-10(4-7-1)	Z2-10(4-8)	Z2-10(4-9)	Z2-10(4-10)	Z2-10(4-10-1)	Z2-10(4-11)	Z2-10(4-12)	Z2-15(1-7)	Z2-15(2-10)	Z2-15(2-11)	Z2-15(2-20)	Z2-15(2-21)	Z2-15(2-22)	
Mineral	Ch-mt	Ch-mt	Ch-mt	Ch-mt	Ch-mt	Ch-mt	Ch-mt	Ch-mt	Ch-mt	Ch-mt	Ch-mt	Ch-mt	Ch-mt	Ilm	Ch-mt	Ch-mt	Ch-mt	Ch-mt	
Bemerkung																			
SiO ₂	0,18	0,07	0,18	0,07	0,18	0,07	0,07	0,11	0,11	0,11	0,14	0,04	0,22	0,09	0,06	0,14	0,14	0,11	
TiO ₂	10,30	5,01	4,31	10,69	4,31	10,69	4,77	4,22	11,98	12,33	12,08	7,53	13,50	53,10	9,63	6,59	8,36	8,19	
Al ₂ O ₃	3,75	0,44	0,00	3,66	0,00	3,66	0,00	0,04	4,04	3,89	4,04	1,49	0,50	1,00	2,27	0,31	2,78	1,32	
Cr ₂ O ₃	11,84	6,30	5,42	14,95	5,42	14,95	7,41	7,20	13,59	13,68	13,50	9,81	12,14	1,60	10,35	12,12	12,51	12,12	
FeO	68,64	85,61	87,87	64,68	87,87	64,68	85,54	85,15	65,88	65,85	65,75	76,82	55,07	28,97	55,78	77,74	72,64	73,64	
MnO	0,42	0,41	0,34	0,43	0,34	0,43	0,39	0,43	0,37	0,43	0,42	0,50	0,60	0,70	0,58	0,51	0,50	0,45	
MgO	4,40	2,40	2,41	5,54	2,41	5,54	2,64	2,37	5,77	5,98	5,91	4,45	2,75	9,02	3,57	3,01	4,27	3,83	
NiO	0,51	0,35	0,41	0,57	0,41	0,57	0,63	0,44	0,48	0,45	0,45	0,67	0,43	0,00	0,27	0,44	0,51	0,38	
CaO	0,02	0,03	0,21	0,01	0,21	0,01	0,06	0,07	0,00	0,00	0,01	0,01	0,05	0,23	0,07	0,04	0,03	0,03	
Na ₂ O	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
K ₂ O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	
Summe	100,26	100,62	101,15	100,60	101,15	100,60	101,51	100,02	102,22	102,75	102,30	101,32	85,30	94,71	82,58	100,90	101,74	100,09	
OxNum	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	323	6	32	32	32	32	
Si	0,05	0,02	0,05	0,02	0,05	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,04	0,01	0,07	0,00	0,02	0,04	0,04	0,03	
Al	1,22	0,15	0,00	1,18	0,00	0,00	0,00	0,01	1,28	1,22	1,28	0,48	0,20	0,06	0,90	0,10	0,89	0,44	
Al	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Fe(iii)	7,95	12,30	12,89	7,16	12,89	12,95	12,34	12,52	6,94	6,88	6,91	10,26	5,70	0,00	7,40	10,36	8,90	9,38	
Cr	2,58	1,40	1,20	3,23	1,20	1,20	1,63	1,61	2,89	2,89	2,86	2,13	3,20	0,00	2,76	2,68	2,70	2,68	
Ti	2,13	1,06	0,91	2,20	0,91	0,91	1,00	0,90	2,42	2,48	2,44	1,55	3,39	1,96	2,45	1,39	1,72	1,73	
Fe(ii)	7,85	7,82	7,64	7,62	7,64	7,61	7,55	7,62	7,86	7,83	7,83	7,35	9,66	1,19	8,34	7,85	7,68	7,87	
Mn	0,10	0,10	0,08	0,10	0,08	0,08	0,09	0,10	0,08	0,10	0,10	0,12	0,17	0,03	0,17	0,12	0,12	0,11	
Mg	1,81	1,01	1,00	2,26	1,00	1,01	1,09	1,00	2,31	2,38	2,36	1,82	1,37	0,66	1,80	1,26	1,74	1,60	
Ni	0,21	0,15	0,17	0,23	0,17	0,17	0,26	0,19	0,19	0,18	0,18	0,27	0,21	0,00	0,14	0,18	0,21	0,16	
Ca	0,01	0,01	0,06	0,00	0,06	0,06	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,03	0,01	0,01	0,01	
Na	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
K	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	
TOTAL	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	3,91	24,00	24,00	24,00	24,00	
XMg														35,70					

Tab.51. Mikrosonden-Analysen der Oxide aus den Alkali-Ultramafiten.

Probe	Z2-15(5-8)	Z3-2(2-1-1)	Z3-2(2-1-2)	Z3-2(2-1-3)	Z3-2(2-1-7)	Z3-5-1-4	Z3-5-1-6	Z3-5-2-5	Z3-5-2-7	Z3-11-1-3	Z3-11-1-4	Z3-11-1-6	Z4-2-2-6	Z4-2-2-7
Mineral	Perv	Ilm	Chr-nt	Ilm	Ilm	Chr	Chr	Chr	Chr	Perv	Mt	Perv	Ilm	Mt
Bemerkung														
SiO2	0,05	0,00	0,00	0,03	0,03	0,09	0,00	0,09	0,04	0,08	0,05	0,08	0,11	0,12
TiO2	61,76	58,42	9,90	55,66	58,45	8,03	5,48	7,53	8,61	51,38	0,71	52,18	48,47	3,73
Al2O3	0,50	0,35	0,08	0,39	0,36	4,57	0,08	4,50	4,29	0,00	0,00	0,09	0,17	0,15
Cr2O3	0,13	0,01	0,10	0,07	0,04	21,02	19,54	22,65	21,58	0,05	1,31	0,02	0,06	0,03
FeO	0,19	31,69	87,38	38,84	31,10	58,18	66,84	54,84	55,02	1,37	99,15	0,24	42,99	95,92
MnO	0,00	6,67	1,42	7,05	8,04	0,37	0,84	0,37	0,44	0,00	0,13	0,02	2,70	0,26
MgO	0,09	11,05	3,40	4,76	8,76	6,34	5,22	6,65	7,96	0,00	0,23	0,03	4,76	0,50
NiO	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,18	0,17	0,29	0,26	0,05	0,08	0,05	0,03	0,08
CaO	28,58	0,04	0,02	0,02	0,19	0,01	0,01	0,03	0,00	37,35	0,24	37,90	0,06	0,07
Na2O	0,38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,36	0,00	0,76	0,00	0,50	0,00	0,00
K2O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00
Summe	91,68	108,23	102,32	106,82	106,97	98,80	98,19	97,32	98,20	91,04	101,90	91,12	99,36	100,86
OxNum	6	6	32	6	6	32	32	32	32	6	32	6	6	32
Si	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,03
Al	0,03	0,02	0,03	0,02	0,02	1,49	0,03	1,48	1,39	0,00	0,00	0,01	0,01	0,05
Al	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe(iii)	0,00	0,00	11,85	0,00	0,00	10,20	10,29	10,20	10,20	0,00	10,48	0,00	0,00	10,45
Cr	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	4,59	4,40	4,98	4,69	0,00	0,29	0,00	0,00	0,01
Ti	2,22	1,92	2,05	1,93	1,96	1,67	1,17	1,58	1,78	1,94	0,15	1,96	1,84	0,80
Fe(ii)	0,01	1,16	8,31	1,50	1,16	3,24	5,62	2,56	2,45	0,06	12,83	0,01	1,81	12,34
Mn	0,00	0,25	0,33	0,28	0,30	0,09	0,20	0,09	0,10	0,00	0,03	0,00	0,12	0,06
Mg	0,01	0,72	1,40	0,33	0,58	2,61	2,21	2,76	3,26	0,00	0,10	0,00	0,36	0,21
Ni	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,07	0,07	0,12	0,11	0,00	0,03	0,00	0,00	0,03
Ca	1,47	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	2,01	0,07	2,03	0,00	0,02
Na	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,19	0,00	0,07	0,00	0,05	0,00	0,00
K	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL	3,77	4,07	24,00	4,05	4,03	24,00	24,00	24,00	24,00	4,09	24,00	4,06	4,15	24,00
XMg	45,79	38,34		17,93	33,43					0,00		18,22	16,49	

Tab.52. Sonstige Mineralanalysen aus den Alkali-Ultramafiten.

Probe	G28-1(1-1)	G28-1(1-2)	G28-1(1-3)	G28-1(1-4)	G28-1(7-3)	G28-1(7-5)	G28-1(7-6)	G28-1(7-13)	G28-1(7-14)	G28-1(7-15)	G28-1(7-16)	G28-1(12-7)	G28-1(12-8)	G28-1(12-9)	G28-1(12-10)	G28-1(13-6)	G28-1A1(5-6)	G28-1A1(7-7)
Mineral	Chb	Chb	Chb	Chb	Sph	Chb	Anl	Chb	Anl	Chb	Anl	Chb	Chb	Chb	Chb	Sph	Sph	Sph
Bemerkung	alteration	alteration	alteration	alteration		Alter	Alter	alteration	alteration	alteration	alteration							
SiO2	39,75	39,71	42,53	41,25	32,77	46,10	56,88	35,76	55,52	40,57	55,98	36,44	37,70	44,60	39,01	30,74	30,94	31,74
TiO2	0,04	0,04	0,00	0,00	39,60	0,02	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	36,31	37,08	37,16
Al2O3	24,61	24,44	26,14	24,77	0,10	26,76	27,36	29,70	28,28	26,86	27,68	30,75	30,34	35,55	30,35	0,00	0,09	0,19
Cr2O3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,03	0,02	0,03	0,02
FeO	0,38	0,74	0,17	0,37	1,25	0,04	0,10	0,42	0,08	0,54	0,00	0,14	0,08	0,24	0,29	1,49	0,41	1,26
MnO	0,00	0,01	0,01	0,00	0,02	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,02	0,00	0,04	0,02
MgO	0,15	0,08	0,05	0,08	0,00	0,04	0,16	0,04	0,04	0,08	0,12	0,00	0,11	0,11	0,15	0,00	0,09	0,04
NiO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,08	0,00	0,00	0,05	0,00	0,03	0,09	0,03	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00
CaO	8,61	9,18	11,60	8,43	23,40	6,03	0,24	9,75	0,89	7,26	0,50	11,03	11,01	9,52	8,35	26,09	25,02	26,93
Na2O	1,64	4,04	1,42	1,56	0,19	4,36	10,30	1,91	7,92	2,33	9,20	2,59	2,14	2,71	2,71	0,61	1,75	0,65
K2O	0,01	0,04	0,02	0,03	0,00	0,01	0,02	0,01	0,01	0,03	0,02	0,02	0,04	0,08	0,03	0,00	0,01	0,00
Summe	75,19	78,28	81,94	76,49	97,63	83,44	95,08	77,61	92,81	77,67	93,53	81,12	81,45	92,87	80,94	95,26	95,46	98,01
OxNum	24	24	24	24	5	24	96				96	24	24	24	24	5	5	5
Si	7,10	6,95	7,02	7,21	1,05	7,36	31,61	6,28	31,38	6,99	31,51	6,17	6,32	6,47	6,51	1,05	1,07	1,06
Al					0,00	0,00						0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Al	5,18	5,04	5,09	5,10	0,00	5,03	17,92	6,14	18,84	5,46	18,36	6,13	5,99	6,08	5,97	0,00	0,01	0,01
Fe(iii)	0,06	0,11	0,02	0,05	0,04	0,01	0,05	0,06	0,04	0,08	0,00	0,02	0,01	0,03	0,04	0,04	0,01	0,04
Cr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ti	0,01	0,01	0,00	0,00	0,94	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,94	0,91	0,93
Fe(ii)					0,00	0,00										0,00	0,08	0,00
Mn	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mg	0,04	0,02	0,01	0,02	0,00	0,01	0,13	0,01	0,03	0,02	0,10	0,00	0,03	0,02	0,04	0,00	0,01	0,00
Ni	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
Ca	1,65	1,72	2,05	1,58	0,96	1,03	0,14	1,83	0,54	1,34	0,30	2,00	1,98	1,48	1,49	0,96	0,97	0,96
Na	0,57	1,37	0,45	0,53	0,04	1,35	11,10	0,65	8,68	0,78	10,04	0,85	0,70	0,76	0,88	0,04	0,00	0,04
K	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
TOTAL	14,59	15,22	14,66	14,50	3,03	14,80	60,98	14,98	59,54	14,67	60,34	15,19	15,04	14,87	14,94	3,03	3,06	3,03
XMg																		

Tab.53. Sonstige Mineralanalysen aus den Alkali-Ultramafiten.

Probe	G28- 1A1(9-2)	G28- 1A1(9-5)	G28- 1A1(9-10)	G28- 1A1(10-4)	G28- 1A2(1-11)	G28-3(1- 8)	G28-6(2- 3)	G28-6(2- 4)	G28-6(3- 8)	G28-6(3- 9)	G28-6(3- 10)	G28-6(3- 11)	G28-6(3- 12)	G28-8(7- 30)	G28-8(7- 31)	G28-9-1	G28-9-2	G28-9-3
Mineral	Sph	Sph	Sph	Sph	Sph	Sph	Cal	Cal	Chl	phl	Chl	Chl	Chl	sph	sph	Cal	Anl	Anl
Bemerkun g				füllmase		einsch in perow												
SiO2	32,55	32,17	31,56	31,51	31,01	30,18	0,07	0,12	33,88	40,56	32,88	37,22	33,20	33,15	33,08	0,05	55,36	54,60
TiO2	39,53	36,32	37,77	38,64	38,28	37,33	0,00	0,00	0,02	0,16	0,02	0,02	0,05	39,48	39,66	0,00	0,00	0,00
Al2O3	0,10	0,27	0,13	0,04	0,43	0,04	0,07	0,00	10,91	10,50	10,25	13,32	10,24	0,18	0,15	0,07	20,07	27,42
Cr2O3	0,00	0,02	0,03	0,02	0,05	0,03	0,00	0,02	0,03	0,05	0,02	0,02	0,03	0,00	0,00	0,05	0,05	0,03
FeO	0,25	0,34	0,42	0,10	0,88	0,97	0,16	0,20	17,74	16,26	17,90	16,78	17,05	1,73	1,71	0,04	0,02	0,02
MnO	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02	0,06	0,10	0,25	0,39	0,21	0,15	0,23	0,02	0,02	0,00	0,06	0,04
MgO	0,00	0,12	0,19	0,04	0,08	0,04	0,17	0,10	17,59	18,88	17,63	15,37	16,52	0,08	0,00	0,07	0,00	0,00
NiO	0,00	0,00	0,03	0,00	0,08	0,03	0,00	0,03	0,03	0,00	0,03	0,03	0,03	0,00	0,10	0,05	0,03	0,00
CaO	20,23	27,37	28,12	27,61	28,92	29,98	53,47	54,65	0,71	0,00	0,76	0,59	0,64	22,38	22,89	44,29	0,03	0,03
Na2O	0,74	1,28	0,92	1,11	0,80	0,00	0,00	0,07	0,57	0,06	0,58	1,06	0,26	0,33	0,22	0,00	10,73	15,17
K2O	0,02	0,04	0,06	0,04	0,03	0,01	0,03	0,01	0,29	9,44	0,31	0,48	0,23	0,00	0,00	0,01	0,03	0,10
Summe	93,42	97,93	99,23	99,13	100,56	98,64	54,03	55,30	82,02	96,30	80,59	85,05	78,48	97,35	97,83	44,63	86,38	97,41
OxNum	5	5	5	5	5	5,00			28,00		28,00	28,00	28,00				96,00	96,00
Si	1,10	1,07	1,04	1,04	1,01	1,01			7,30	6,02	7,25	7,60	7,45	1,09	1,09		33,89	30,37
Al	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,70	1,84	0,75	0,40	0,55	0,01	0,01			
Al	0,00	0,01	0,01	0,00	0,02	0,00			2,07	0,00	1,91	2,81	2,15	0,00	0,00		14,48	17,98
Fe(iii)	0,01	0,01	0,01	0,00	0,02	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,01	0,01
Cr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,02	0,01
Ti	1,01	0,91	0,93	0,96	0,94	0,94			0,00	0,02	0,00	0,00	0,01	0,98	0,98		0,00	0,00
Fe(ii)	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00			3,20	2,02	3,30	2,87	3,20	0,05	0,05			
Mn	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,05	0,05	0,04	0,03	0,04	0,00	0,00		0,03	0,02
Mg	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00			5,65	4,18	5,80	4,68	5,52	0,00	0,00		0,00	0,00
Ni	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00		0,01	0,00
Ca	0,74	0,97	0,99	0,97	1,01	1,07			0,16	0,00	0,18	0,13	0,15	0,79	0,80		0,02	0,02
Na	0,05	0,00	0,06	0,07	0,05	0,00			0,24	0,02	0,25	0,42	0,11	0,02	0,01		12,74	16,36
K	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,08	1,79	0,09	0,13	0,07	0,00	0,00		0,02	0,07
TOTAL	2,91	3,06	3,05	3,04	3,06	3,05			19,46	15,93	19,58	19,06	19,27	2,94	2,94		61,24	64,85
XMg									63,87	67,43	63,72	62,02	63,34	7,62	0,00			

Tab.54. Sonstige Mineralanalysen aus den Alkali-Ultramafiten.

Probe	G28-9-4	G28-9-6	G28-9-7	G28-9-15	G28-12(3-1)	G28-12(3-2)	G28-12(3-5)	G28-12(3-6)	G28-12(3-7)	Z2-1-4-4	Z2-1-4-5	Z2-1-4-6	Z2-10(4-4)	Z2-10(1-1)	Z2-10(5-1)	Z2-10(5-2)	Z2-15(2-9-1)	Z3-2(2-1-11)
Mineral	Anl	Anl	Anl	Anl	Neph	Neph	Neph	Neph	Neph	Neph	Neph	Neph	Srp	Srp	Cl-hum	Cl-hum	Cal	Cl-hum
Bemerkung																		
SiO2	51,32	52,31	51,21	48,49	43,88	43,54	42,35	42,58	40,72	50,93	50,95	56,62	42,65	34,85	36,35	37,08	0,15	36,37
TiO2	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,05	0,10	0,12	0,02	0,00	0,07	0,00	0,07	0,13	4,40	3,46	0,08	2,41
Al2O3	26,00	27,39	25,91	24,01	31,54	30,69	29,83	27,89	31,28	29,81	27,18	24,72	0,08	6,78	0,06	0,09	0,00	0,03
Cr2O3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	0,12	0,00
FeO	0,00	0,02	0,02	0,00	1,16	1,79	1,56	2,72	1,14	0,33	0,41	0,06	9,05	10,84	3,62	3,88	0,42	4,11
MnO	0,00	0,04	0,02	0,02	0,00	0,04	0,02	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	0,22	0,15	0,17	0,00	0,89
MgO	0,00	0,03	0,00	0,03	0,00	0,04	0,00	1,22	0,00	0,00	0,02	0,05	33,43	33,21	52,83	53,21	0,14	51,10
NiO	0,03	0,06	0,03	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,18	0,00	0,04	0,04	0,00	0,00
CaO	0,03	0,14	0,14	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,04	0,13	0,00	0,01	39,53	0,03
Na2O	15,42	14,45	15,27	15,30	15,00	14,77	13,27	11,88	12,67	11,49	11,68	5,65	0,00	0,07	0,06	0,06	0,00	0,00
K2O	0,06	0,41	0,22	0,04	7,94	7,87	7,74	7,51	8,10	4,16	3,29	0,04	0,01	0,46	0,01	0,01	0,01	0,01
Summe	92,86	94,85	92,82	87,93	99,52	98,83	94,89	94,00	93,95	96,72	93,63	87,23	85,68	86,69	97,54	98,03	40,45	94,95
OxNum	96,00	96,00	96,00	96,00	32,00	32,00	32,00	32,00	32,00	32	32	32	28	28				
Si	30,10	29,96	30,09	30,15	8,56	8,58	8,65	8,78	8,40	9,67	9,95	11,14	8,33	6,91				
Al				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,67	6,25	5,73	0,02	1,59				
Al	17,98	18,49	17,94	17,59	7,25	7,13	7,18	6,78	7,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				
Fe(iii)	0,00	0,01	0,01	0,00	0,19	0,30	0,27	0,47	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				
Cr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				
Ti	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,02	0,02	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,02				
Fe(ii)				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,07	0,01	1,48	1,80				
Mn	0,00	0,02	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,04				
Mg	0,00	0,03	0,00	0,03	0,00	0,01	0,00	0,38	0,00	0,00	0,01	0,01	9,73	9,82				
Ni	0,01	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,05	0,00				
Ca	0,02	0,09	0,09	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,03				
Na	17,54	16,05	17,40	18,44	5,67	5,64	5,25	4,75	5,07	4,23	4,42	2,15	0,00	0,03				
K	0,04	0,30	0,16	0,03	1,97	1,98	2,02	1,98	2,13	1,01	0,82	0,01	0,00	0,12				
TOTAL	65,70	64,97	65,72	66,28	23,64	23,66	23,38	23,17	23,40	21,62	21,53	19,08	19,65	20,35				
XMg										0,00	8,00	59,77	86,82	84,53				

Tab.55. Sonstige Mineralanalysen aus den Alkali-Ultramafiten.

Probe	Z3-2(2-1-12)	Z3-2(2-3-1)	Z3-5-1-2	Z3-11-1-7	Z4-1(3-5)	Z4-1(3-6)	Z4-1(3-7)	Z4-1(3-8)	Z4-2-2-5	Z4-10(3-1)	Z4-15-1-6	Z4-15-2-1	Z4-15-2-3	Z4-15-2-4	Z4-15-2-5	Z4-15-2-8
Mineral	Srp	Srp	Srp	Sph	serp/chl	Srp	Srp	Srp	Sph	Cal	Sod ?	Sod ?	Sph	Sod ?	Sod ?	Sod ?
Bemerkung																
SiO ₂	39,17	38,69	38,11	30,52	35,19	45,38	45,89	46,72	30,57	0,03	43,67	41,86	30,16	41,38	43,24	42,05
TiO ₂	0,04	0,22	0,00	34,46	0,07	0,07	0,04	0,07	36,97	0,00	0,00	0,07	33,62	0,07	0,00	0,00
Al ₂ O ₃	0,00	0,04	0,00	0,05	0,12	0,00	0,00	0,00	0,14	0,00	27,91	29,78	0,05	32,91	32,17	33,01
Cr ₂ O ₃	0,02	0,04	0,04	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00
FeO	16,54	16,20	12,38	1,03	22,25	4,30	4,53	8,98	1,02	0,06	0,56	0,69	1,43	1,32	0,60	1,16
MnO	0,06	0,22	0,14	0,00	0,56	0,07	0,17	0,09	0,02	0,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00
MgO	32,94	25,44	30,78	0,08	28,57	35,47	34,56	29,10	0,00	0,37	0,00	0,00	0,24	0,05	0,02	0,00
NiO	0,12	0,18	0,00	0,05	0,25	0,20	0,17	0,20	0,00	0,06	0,06	0,06	0,05	0,03	0,03	0,00
CaO	0,04	0,04	0,05	26,99	0,07	0,04	0,08	0,00	30,83	37,97	5,55	5,68	26,16	0,15	5,94	0,16
Na ₂ O	0,00	0,00	0,00	0,45	0,00	0,00	0,06	0,12	0,22	0,00	3,58	3,42	0,45	12,29	4,26	9,04
K ₂ O	0,04	0,03	0,01	0,05	0,00	0,31	0,23	4,88	0,05	0,01	0,02	0,03	0,04	0,04	0,04	0,05
Summe	88,97	81,12	81,51	93,78	87,08	85,84	85,73	90,16	99,84	38,74	81,35	81,59	92,22	88,24	86,35	85,47
OxNum	28	28	4	5	28	28	28	28	5				5,00			
Si	7,74	8,34	1,15	0,03	7,42	8,59	8,69	8,84	1,01				1,28			
Al	0,00	0,01	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,01				0,00			
Al	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				0,00			
Fe(iii)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				0,00			
Cr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				0,00			
Ti	0,01	0,04	0,00	1,94	0,01	0,01	0,01	0,01	0,92				1,08			
Fe(ii)	2,73	2,92	0,31	0,06	3,92	0,68	0,72	1,42	0,03				0,05			
Mn	0,01	0,04	0,00	0,00	0,10	0,01	0,03	0,01	0,00				0,00			
Mg	9,71	8,18	1,38	0,00	8,98	10,01	9,76	8,21	0,00				0,02			
Ni	0,04	0,06	0,00	0,00	0,08	0,06	0,05	0,06	0,00				0,00			
Ca	0,01	0,01	0,00	2,01	0,02	0,01	0,02	0,00	1,09				1,19			
Na	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,02	0,04	0,01				0,04			
K	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,07	0,06	1,18	0,00				0,00			
TOTAL	20,25	19,61	2,85	4,11	20,56	19,44	19,34	19,76	3,07				3,66			
XMg	78,03	73,68	81,59	0,00	69,60	93,63	93,15	85,25	0,00				23,03			

Tab.56. REE-Gehalte in Mineralien aus den Alkali-Ultramafiten.

Probe	G28-1(1-4)	G28-1(1-5)	G28-1(1-6)	G28-1(1-7)	G28-1(1-8)	G28-1(1-9)	G28-1(3-1)	G28-1(3-2)	G28-1(3-3)	G28-1(3-5)	G28-1(3-6)	G28-1(3-7)	G28-1(3-8)	G28-1(3-9)	G28-1(3-10)	G28-1(14-1)	G28-1(14-2)	G28-1(14-3)
Mineral	Perv	Perv	Perv	Perv	Perv	Perv	GrT	GrT	Perv	Perv	Perv	Perv	Perv	Perv	Perv	Ap	Ap	Ap
SiO ₂	0,00	0,06	0,00	0,04	0,04	0,04	32,06	32,58	0,06	0,00	0,00	0,11	0,02	0,04	0,02	0,29	0,27	0,31
TiO ₂	59,01	58,99	58,99	59,61	58,48	59,28	9,77	9,74	59,05	58,57	59,43	57,50	57,34	58,40	57,92	0,00	0,04	0,02
Al ₂ O ₃	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,86	0,96	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
FeO	0,85	0,96	1,09	1,02	1,08	1,09	22,40	22,90	0,85	0,75	0,71	0,88	0,81	0,77	0,89	0,03	0,00	0,03
MnO	0,01	0,04	0,01	0,01	0,04	0,04	0,26	0,19	0,03	0,00	0,00	0,06	0,03	0,03	0,00	0,00	0,01	0,00
MgO	0,15	0,18	0,07	0,00	0,15	0,00	1,60	1,54	0,00	0,21	0,00	0,08	0,00	0,07	0,08	0,06	0,09	0,00
CaO	37,86	38,09	36,55	37,04	36,12	36,38	32,87	32,11	37,50	36,04	36,17	33,92	33,79	36,76	36,42	54,90	55,47	56,81
Na ₂ O	0,27	0,14	0,21	0,41	0,21	0,21	0,00	0,00	0,21	0,33	0,26	0,71	0,85	0,75	0,71	0,00	0,00	0,00
K ₂ O	0,00	0,01	0,03	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,03	0,02	0,00	0,01	0,02	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00
P ₂ O ₅	0,02	0,00	0,08	0,00	0,02	0,00	0,02	0,02	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	39,36	39,67	39,72
SrO	0,23	0,17	0,13	0,20	0,10	0,20	0,00	0,00	0,17	0,37	0,26	0,46	0,53	0,47	0,40	0,73	0,62	0,62
La ₂ O ₃	0,25	0,51	0,50	0,57	0,38	0,38	0,00	0,00	0,40	0,44	0,25	0,82	1,01	1,01	0,83	0,21	0,00	0,14
Ce ₂ O ₃	0,60	0,73	1,05	0,96	1,00	1,05	0,00	0,00	0,55	0,96	0,41	1,10	1,47	1,10	1,06	0,00	0,10	0,15
Nd ₂ O ₃	0,26	0,33	0,40	0,40	0,51	0,55	0,00	0,00	0,26	0,37	0,33	0,30	0,37	0,29	0,30	0,04	0,07	0,00
Sm ₂ O ₃	0,06	0,03	0,06	0,03	0,06	0,10	0,00	0,00	0,03	0,06	0,00	0,10	0,00	0,03	0,00	0,03	0,00	0,03
Gd ₂ O ₃	0,04	0,04	0,15	0,07	0,18	0,22	0,00	0,00	0,18	0,11	0,04	0,08	0,15	0,18	0,22	0,04	0,04	0,11
Y ₂ O ₃	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Nb ₂ O ₃	0,46	0,28	0,37	0,28	0,31	0,31	0,00	0,00	0,34	0,49	0,28	1,14	1,32	1,16	0,85	0,00	0,00	0,00
Pr ₂ O ₃	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,62	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,15
Summe	100,07	100,56	99,69	100,64	98,68	99,88	99,84	100,50	99,76	98,72	98,14	97,27	99,76	97,71	99,70	95,70	96,49	98,09
Oxnum	6	6	6	6	6	6	12	12	6	6	6	6	6	6	6	25	25	25
Si	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,80	2,84	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,05	0,05	0,05
Ti	2,03	2,02	2,04	2,04	2,04	2,05	0,64	0,64	2,03	2,04	2,07	2,06	2,05	2,02	2,02	0,00	0,01	0,00
Al	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	1,64	1,67	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,00	0,00	0,00
Mn	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mg	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,21	0,20	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,02	0,02	0,00
Ca	1,85	1,86	1,80	1,80	1,79	1,79	3,08	3,00	1,84	1,79	1,79	1,73	1,72	1,81	1,81	10,25	10,27	10,40
Na	0,02	0,01	0,02	0,04	0,02	0,02	0,00	0,00	0,02	0,03	0,02	0,07	0,08	0,07	0,06	0,00	0,00	0,00
K	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,81	5,80	5,75
Sr	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,07	0,06
La	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,00	0,01
Ce	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,00	0,00	0,01	0,02	0,01	0,02	0,03	0,02	0,02	0,00	0,01	0,01
Nd	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sm	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Gd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
Y	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Nb	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
Pr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01
Kationen	3,98	3,97	3,95	3,96	3,95	3,95	8,50	8,47	3,96	3,96	3,94	3,96	3,97	4,00	4,00	16,23		16,31

Tab.57. REE-Gehalte in Mineralien aus den Alkali-Ultramafiten.

Probe	G28-1(14-4)	G28-1(14-5)	G28-1(14-6)	G28-1(14-7)	G28-1(14-8)	G28-1(15-18)	G28-1(15-19)	G28-1(15-20)	G28-1(15-22)	G28-1A2(1-2)	G28-1A2(1-6)	G28-1A2(1-13)	G28-1A2(1-14)	G28-1A2(1-15)	G28-1A2(1-16)	G28-1A2(1-17)	G28-1A2(1-18)	G28-1A2(1-19)
Mineral	Ap	Ap	Ap	Ap	Ap	Ap	Ap	Ap	Ap	Sph	Sph	Sph	Sph	Sph	Sph	Sph	Sph	Sph
SiO2	0,38	0,31	0,46	0,30	0,58	0,45	0,29	0,34	0,26	32,22	32,46	32,14	31,96	31,93	32,22	33,19	32,54	32,70
TiO2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,06	0,00	38,52	38,67	39,03	38,00	37,95	38,13	37,54	38,29	37,50
Al2O3	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,18	0,12	0,03	0,18	0,60	0,09	0,19	0,03	0,00
FeO	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,05	0,02	0,00	0,00	0,79	0,75	0,70	0,90	0,87	0,58	0,87	0,71	0,66
MnO	0,00	0,04	0,00	0,04	0,00	0,06	0,03	0,03	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
MgO	0,03	0,00	0,06	0,17	0,03	0,09	0,14	0,00	0,06	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,13	0,07	0,00
CaO	57,42	56,81	55,03	54,89	55,27	57,63	57,07	58,10	57,04	27,02	27,43	27,63	26,57	26,19	27,75	25,75	27,92	27,40
Na2O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,64	0,88	0,82	0,53	1,53	0,41	1,50	0,54	0,85
K2O	0,03	0,00	0,01	0,02	0,02	0,00	0,01	0,03	0,03	0,00	0,01	0,01	0,00	0,02	0,02	0,04	0,08	0,01
P2O5	39,04	39,94	39,33	39,19	39,03	40,73	41,12	41,26	41,64	0,07	0,05	0,00	0,05	0,14	0,02	0,02	0,00	0,09
SrO	0,62	0,72	0,70	0,73	0,51	0,59	0,78	0,70	0,75	0,03	0,00	0,00	0,00	0,13	0,00	0,06	0,00	0,03
La2O3	0,00	0,14	0,14	0,14	0,07	0,07	0,07	0,21	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,13	0,00	0,00
Ce2O3	0,15	0,00	0,10	0,10	0,05	0,15	0,10	0,20	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14	0,00	0,00	0,05	0,05
Nd2O3	0,00	0,04	0,04	0,00	0,00	0,04	0,00	0,04	0,07	0,00	0,04	0,04	0,04	0,04	0,00	0,00	0,04	0,04
Sm2O3	0,00	0,00	0,06	0,00	0,03	0,00	0,03	0,00	0,10	0,06	0,06	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00
Gd2O3	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00
Y2O3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Nb2O3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,18	0,29	0,11	0,40	0,44	0,22	0,31	0,19	0,62
Pr2O3	0,00	0,04	0,00	0,11	0,07	0,00	0,04	0,00	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Summe	97,74	98,04	95,93	95,81	95,68	99,90	100,35	100,97	100,31	100,77	100,76	100,57	98,74	99,48	99,44	99,77	100,46	99,95
Oxnum	25	25	25	25	25	25	25	25	25	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Si	0,07	0,05	0,08	0,05	0,10	0,08	0,05	0,06	0,04	1,05	1,05	1,04	1,06	1,04	1,06	1,08	1,06	1,07
Ti	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,94	0,94	0,95	0,94	0,93	0,94	0,92	0,94	0,92
Al	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00
Fe	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Mn	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mg	0,01	0,00	0,02	0,04	0,01	0,02	0,03	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
Ca	10,57	10,38	10,25	10,25	10,32	10,32	10,21	10,30	10,15	0,94	0,95	0,96	0,94	0,92	0,97	0,90	0,97	0,96
Na	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,06	0,05	0,03	0,10	0,03	0,09	0,03	0,05
K	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P	5,68	5,77	5,79	5,78	5,76	5,76	5,82	5,78	5,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sr	0,06	0,07	0,07	0,07	0,05	0,06	0,08	0,07	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
La	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ce	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Nd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sm	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Gd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Y	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Nb	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Pr	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Kationen	16,41	16,29	16,23	16,26	16,26	16,27	16,22	16,25	16,17	3,06	3,03	3,03	3,01	3,05	3,02	3,04	3,03	3,03

Tab.58. REE-Gehalte in Mineralien aus den Alkali-Ultramafiten.

Probe	G28-3(1-14)	G28-3(1-15)	G28-3(1-16)	G28-3(1-17)	G28-3(1-18)	G28-3(1-19)	G28-3(1-20)	G28-3(1-21)	G28-3(1-22)	G28-3(1-23)	G28-3(2-14)	G28-3(2-15)	G28-3(2-16)	G28-3(2-17)	G28-3(2-18)	G28-3(2-19)	G28-3(3-20)	G28-3(3-21)
Mineral	Perv	Sph	Sph	Sph	Sph	Perv	Perv	Perv	Sph	Perv	Ap	Ap	Ap	Ap	Ap	Perv	Perv	Perv
SiO ₂	0,00	31,63	31,53	31,65	30,70	0,00	0,00	0,00	31,07	0,00	0,15	0,46	0,19	0,25	0,32	0,10	0,05	0,03
TiO ₂	60,41	41,63	41,41	41,29	41,87	60,23	60,19	61,00	40,23	59,88	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02	58,08	60,93	61,66
Al ₂ O ₃	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05
FeO	0,20	0,14	0,44	0,60	0,44	0,26	0,28	0,28	0,56	0,16	0,02	0,04	0,02	0,02	0,02	0,24	1,18	11,05
MnO	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00
MgO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,09	0,09	0,00	0,08	0,00	0,03	0,03	0,17	0,07	0,03	0,04	0,04	0,09
CaO	35,40	23,83	25,80	25,45	26,51	37,55	38,18	38,58	26,66	37,11	56,19	53,84	55,15	54,92	53,39	39,63	33,83	33,45
Na ₂ O	0,37	0,96	0,40	0,64	0,38	0,46	0,34	0,00	0,31	0,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,55	0,17	0,10
K ₂ O	0,00	0,01	0,02	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01
P ₂ O ₅	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	44,17	44,14	44,46	45,03	44,89	0,00	0,00	0,00
SrO	0,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,28	0,17	0,24	0,00	0,18	0,38	0,64	0,61	0,48	0,43	0,31	0,14	0,16
La ₂ O ₃	0,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,24	0,12	0,00	0,60	0,00	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00	0,24	0,59
Ce ₂ O ₃	0,13	0,19	0,00	0,00	0,06	0,19	0,19	0,06	0,19	0,25	0,00	0,00	0,07	0,00	0,07	0,25	1,43	1,43
Nd ₂ O ₃	0,05	0,04	0,04	0,04	0,13	0,05	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,00	0,00	0,04	0,00	0,58	0,54
Sm ₂ O ₃	0,04	0,04	0,00	0,00	0,04	0,04	0,08	0,00	0,07	0,00	0,00	0,04	0,00	0,04	0,00	0,00	0,08	0,04
Gd ₂ O ₃	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,18	0,09	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,09	0,13	0,13
Y ₂ O ₃	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,24	0,00
Nb ₂ O ₃	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,31	0,26
Pr ₂ O ₃	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,07	0,00	0,00	0,00
Summe	97,32	98,51	99,64	99,68	100,22	99,15	99,99	100,38	99,37	98,65	100,99	99,32	100,90	100,86	99,26	99,40	99,36	99,59
Oxnum	6	5	5	5	5	6	6	6	5	6	25	25	25	25	25	6	6	6
Si	0,00	1,04	1,03	1,03	1,00	0,00	0,00	0,00	1,02	0,00	0,02	0,08	0,03	0,04	0,05	0,00	0,00	0,000
Ti	2,10	1,03	1,01	1,01	1,02	2,06	2,05	2,06	0,99	2,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	2,10	2,005
Al	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000
Fe	0,01	0,00	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,05	0,049
Mn	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,001
Mg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,04	0,02	0,01	0,00	0,00	0,000
Ca	1,75	0,84	0,90	0,89	0,92	1,83	1,85	1,86	0,94	1,82	9,75	9,45	9,56	9,48	9,33	1,94	1,66	1,855
Na	0,03	0,06	0,03	0,04	0,02	0,04	0,03	0,00	0,02	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,02	0,016
K	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,002
P	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,06	6,12	6,09	6,14	6,20	0,00	0,00	0,000
Sr	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,04	0,06	0,06	0,04	0,04	0,01	0,00	0,003
La	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,007
Ce	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,015
Nd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,006
Sm	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,001
Gd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,001
Y	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,000
Nb	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,001
Pr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000
Kationen	3,91	2,97	2,97	2,98	2,99	3,96	3,96	3,94	2,99	3,95	15,89	15,73	15,82	15,74	15,65	4,02	3,88	3,963

Tab.59. REE-Gehalte in Mineralien aus den Alkali-Ultramafiten.

Probe	G28-3(3-22)	G28-3(3-23)	G28-3(3-24)	G28-3(3-25)	G28-3(3-26)	G28-3(3-27)	G28-3(3-28)	G28-6(1-11)	G28-6(1-12)	G28-6(1-13)	G28-6(1-14)	G28-6(1-15)	G28-6(1-16)	G28-6(1-17)	G28-6(1-18)	G28-6(1-19)	G28-6(1-20)	G28-6(1-21)
Mineral	Perv	Perv	Perv	Perv	Perv	Perv	Perv	Ap	Ap	Ap	Ap	Ap	Ap	Ap	Ap	Ap	Ap	Ap
SiO2	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,03	0,21	0,29	0,26	0,24	0,29	0,13	0,26	0,24	0,21	0,18	0,10
TiO2	61,13	63,80	63,14	63,83	60,96	59,91	60,23	0,00	0,03	0,00	0,03	0,03	0,03	0,00	0,00	0,00	0,03	0,06
Al2O3	0,00	0,13	0,00	0,00	0,14	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	0,00	0,10
FeO	1,09	0,24	0,22	0,20	1,21	1,14	1,10	0,00	0,14	0,03	0,08	0,08	0,03	0,03	0,00	0,06	0,03	0,00
MnO	0,00	0,00	0,06	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,07	0,00	0,02	0,00	0,07	0,00	0,00	0,04
MgO	0,05	0,09	0,45	0,09	0,14	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CaO	32,65	32,69	32,77	32,36	30,27	34,23	36,18	58,50	59,62	58,70	58,72	58,58	59,34	58,14	58,27	56,55	51,00	49,15
Na2O	0,19	0,37	0,47	1,02	0,19	0,07	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
K2O	0,00	0,01	0,00	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00
P2O5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	39,45	39,60	39,30	37,72	39,11	39,40	38,27	37,74	38,71	39,31	39,72
SrO	0,10	0,28	0,31	0,19	0,13	0,09	0,18	0,70	0,65	0,75	0,70	0,70	1,05	1,20	0,75	0,65	0,89	1,14
La2O3	0,47	0,24	0,35	0,35	0,35	0,49	0,37	0,00	0,00	0,00	0,12	0,23	0,00	0,12	0,00	0,12	0,00	0,11
Ce2O3	1,68	0,25	0,38	0,37	1,73	1,61	1,61	0,00	0,00	0,00	0,21	0,32	0,11	0,21	0,11	0,00	0,21	0,00
Nd2O3	0,76	0,09	0,32	0,05	0,67	0,64	0,60	0,13	0,00	0,06	0,00	0,06	0,06	0,13	0,06	0,00	0,00	0,06
Sm2O3	0,11	0,04	0,08	0,04	0,11	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00
Gd2O3	0,13	0,00	0,09	0,04	0,13	0,25	0,04	0,05	0,05	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Y2O3	0,00	0,00	0,00	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Nb2O3	0,23	0,03	0,06	0,09	0,35	0,35	0,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Pr2O3	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12	0,00	0,00	0,00	0,04	0,16	0,08	0,00
Summe	98,59	98,26	98,76	98,78	96,40	98,78	100,94	99	100	99	98	99	100	98	97	97	92	90
Oxnum	6	6	6	6	6	6	6	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
Si	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,05	0,04	0,04	0,05	0,02	0,04	0,04	0,04	0,03	0,02
Ti	2,12	2,17	2,15	2,17	2,16	2,09	2,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
Al	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,02
Fe	0,04	0,01	0,01	0,01	0,05	0,04	0,04	0,00	0,02	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
Mn	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01
Mg	0,00	0,01	0,03	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ca	1,62	1,59	1,59	1,57	1,53	1,70	1,76	10,65	10,72	10,69	10,90	10,68	10,73	10,76	10,88	10,53	9,83	9,54
Na	0,02	0,03	0,04	0,09	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
K	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,68	5,62	5,65	5,53	5,63	5,63	5,59	5,57	5,70	5,98	6,09
Sr	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,06	0,07	0,07	0,07	0,10	0,12	0,08	0,07	0,09	0,12
La	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01
Ce	0,03	0,00	0,01	0,01	0,03	0,03	0,03	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00
Nd	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
Sm	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
Gd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Y	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Nb	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Pr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00
Kationen	3,86	3,83	3,86	3,87	3,83	3,89	3,93	16,44	16,50	16,47	16,63	16,48	16,52	16,55	16,60	16,39	15,98	15,82

Tab.60. REE-Gehalte in Mineralien aus den Alkali-Ultramafiten.

Probe	G28-6(2-1)	G28-6(2-2)	G28-6(2-3)	G28-6(2-4)	G28-6(2-5)	G28-6(2-6)	G28-6(2-7)	G28-6(2-8)	G28-6(2-9)	G28-6(2-10)	G28-8(2-1)	G28-8(2-2)	G28-8(2-3)	G28-8(2-4)	G28-8(2-5)	G28-8(2-6)	G28-8(2-7)	G28-8(2-8)
Mineral	Ap	Ap	Ap	Ap	Ap	Ap	Ap	Ap	Ap	Ap	Perv	Perv	Perv	Perv	Perv	Perv	Perv	Perv
SiO ₂	0,34	0,34	0,24	0,16	0,22	0,25	0,22	0,25	0,32	0,21	0,09	0,09	0,09	0,16	0,09	0,06	0,00	0,09
TiO ₂	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	55,23	54,98	55,50	54,81	54,54	55,48	56,56	56,03
Al ₂ O ₃	0,20	0,20	0,00	0,10	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
FeO	0,22	0,22	0,28	0,03	0,11	0,11	0,11	0,14	0,11	0,33	0,37	0,33	0,36	0,43	0,43	0,28	0,23	0,18
MnO	0,02	0,02	0,00	0,00	0,04	0,02	0,00	0,00	0,04	0,07	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MgO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,10	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CaO	50,91	50,91	52,64	53,21	52,40	52,32	50,84	53,10	51,26	51,53	34,78	34,43	34,31	33,61	32,88	32,80	35,61	35,67
Na ₂ O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,97	1,15	0,58	0,94	1,15	1,10	1,60	0,98
K ₂ O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,02	0,06	0,02	0,00	0,00	0,00	0,04	0,01	0,00	0,02	0,00
P ₂ O ₅	39,91	39,91	39,96	40,62	40,49	40,49	40,11	39,71	40,02	39,69	0,06	0,00	0,05	0,06	0,00	0,11	0,05	0,03
SrO	0,75	0,75	0,69	0,81	0,90	0,64	1,04	0,82	1,04	0,74	0,58	0,87	0,74	0,75	0,75	0,82	0,99	0,98
La ₂ O ₃	0,11	0,00	0,00	0,00	0,11	0,23	0,00	0,11	0,00	0,11	1,33	1,45	1,55	1,34	1,75	1,85	1,76	1,35
Ce ₂ O ₃	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,21	0,21	0,00	2,88	2,42	2,71	3,28	3,09	3,28	2,23	1,65
Nd ₂ O ₃	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12	0,12	0,06	0,87	1,07	1,01	1,44	1,25	1,56	0,82	0,82
Sm ₂ O ₃	0,11	0,11	0,00	0,05	0,11	0,11	0,00	0,05	0,00	0,00	0,16	0,16	0,16	0,11	0,11	0,27	0,11	0,00
Gd ₂ O ₃	0,00	0,11	0,11	0,00	0,00	0,16	0,00	0,00	0,11	0,00	0,38	0,33	0,33	0,43	0,43	0,49	0,44	0,38
Y ₂ O ₃	0,04	0,04	0,00	0,09	0,00	0,09	0,00	0,00	0,04	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05
Nb ₂ O ₃	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,82	0,77	0,65	1,00	0,93	1,09	0,54	0,65
Pr ₂ O ₃	0,15	0,15	0,08	0,00	0,00	0,00	0,08	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Summe	93	93	94	95	94	95	92	95	93	93	100	98	98	98	97	99	101	99
Oxnum	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00
Si	0,06	0,06	0,04	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,06	0,04	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
Ti	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,97	1,99	2,00	1,99	2,00	2,01	1,99	2,00
Al	0,04	0,04	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe	0,03	0,03	0,04	0,00	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,05	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01
Mn	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ca	9,68	9,68	9,91	9,92	9,81	9,78	9,69	9,99	9,71	9,79	1,77	1,78	1,76	1,74	1,72	1,69	1,78	1,81
Na	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,18	0,11	0,05	0,09	0,11	0,10	0,14	0,09
K	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P	5,99	5,99	5,95	5,99	5,99	5,98	6,04	5,90	5,99	5,96	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sr	0,08	0,08	0,07	0,00	0,09	0,06	0,11	0,08	0,11	0,08	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03
La	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,02	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,03	0,02
Ce	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,05	0,04	0,05	0,06	0,06	0,06	0,04	0,03
Nd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,01	0,01
Sm	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Gd	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Y	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Nb	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Pr	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Kationen	15,91	15,91	16,03	16,01	15,97	15,96	15,90	16,09	15,95	15,99	4,07	4,02	3,97	4,00	4,00	3,98	4,05	4,01

Tab.61. REE-Gehalte in Mineralien aus den Alkali-Ultramafiten.

Probe	G28-8(2-9)	G28-8(2-10)	G28-8(2-11)	G28-8(2-12)	G28-8(2-13)	G28-8(2-14)	G28-8(2-15)	G28-8(2-16)	G28-8(2-17)	G28-8(2-18)	G28-8(2-19)	G28-8(2-20)	G28-8(2-21)	G28-8(2-22)	G28-8(2-23)	G28-8(2-24)	G28-8(2-25)	G28-8(2-26)
Mineral	Perv	Perv	sph	sph	sph	Perv	Perv	sph	sph	Perv	Perv	Perv	Perv	Perv	sph	sph	sph	sph
SiO ₂	0,12	0,12	29,64	29,80	31,26	0,09	0,09	30,61	30,98	0,00	0,06	0,06	0,03	0,09	31,68	30,59	31,73	31,14
TiO ₂	55,37	55,62	38,82	36,97	37,85	55,66	55,66	37,62	37,90	55,24	55,14	55,50	54,34	55,37	37,66	37,57	36,44	37,75
Al ₂ O ₃	0,51	0,00	0,00	0,62	0,23	0,13	0,13	0,00	0,64	0,19	0,93	0,62	0,57	0,00	0,90	0,71	0,68	0,93
FeO	0,31	0,36	1,25	1,07	1,10	0,31	0,31	1,03	1,36	0,27	0,44	0,27	0,50	0,40	1,24	1,41	1,40	1,62
MnO	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	0,04	0,00
MgO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CaO	33,69	36,50	26,67	24,26	26,78	36,30	36,60	27,84	27,26	34,56	34,56	35,15	34,42	34,31	27,12	28,04	27,64	27,47
Na ₂ O	1,35	0,00	0,00	0,51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,94	0,00	2,06	1,92	1,32	0,00	1,13	0,73	0,57
K ₂ O	0,00	0,02	0,01	0,02	0,00	0,02	0,02	0,01	0,00	0,02	0,00	0,03	0,03	0,01	0,03	0,01	0,02	0,00
P ₂ O ₅	0,05	0,03	0,09	0,00	0,00	0,03	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00
SrO	0,81	0,36	0,00	0,00	0,00	0,47	0,47	0,00	0,00	0,56	0,75	0,62	0,87	0,57	0,00	0,00	0,00	0,00
La ₂ O ₃	1,65	0,94	0,21	0,00	0,00	0,93	0,83	0,00	0,21	1,66	1,55	1,14	1,43	1,44	0,00	0,00	0,00	0,21
Ce ₂ O ₃	2,03	1,36	0,20	0,00	0,10	1,17	1,17	0,10	0,10	2,23	2,42	1,85	2,59	2,49	0,00	0,10	0,00	0,00
Nd ₂ O ₃	0,94	0,63	0,00	0,00	0,00	0,51	0,51	0,00	0,00	0,76	0,94	0,76	1,30	0,99	0,00	0,12	0,19	0,00
Sm ₂ O ₃	0,16	0,22	0,00	0,00	0,05	0,11	0,11	0,05	0,00	0,05	0,22	0,11	0,00	0,16	0,16	0,05	0,00	0,00
Gd ₂ O ₃	0,11	0,33	0,05	0,22	0,16	0,06	0,06	0,05	0,00	0,38	0,49	0,27	0,54	0,22	0,00	0,00	0,11	0,16
Y ₂ O ₃	0,00	0,00	0,00	0,06	0,06	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Nb ₂ O ₃	0,50	0,83	0,73	0,30	0,38	0,69	0,69	0,25	0,21	0,46	0,65	0,38	1,00	0,86	0,36	0,37	0,40	0,23
Pr ₂ O ₃	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Summe	98	97	96	94	98	96	96	98	99	97	98	99	100	98	98	100	99	99
Oxnum	6,00	6,00	5,00	5,00	5,00	6,00	6,00	5,00	5,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Si	0,01	0,01	1,00	1,04	1,04	0,00	0,00	1,03	1,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,04	1,01	1,05	1,02
Ti	1,99	2,00	0,99	0,97	0,95	2,01	2,00	0,95	0,95	2,00	1,98	1,97	1,95	2,00	0,93	0,93	0,91	0,93
Al	0,03	0,00	0,00	0,03	0,01	0,01	0,01	0,00	0,03	0,01	0,05	0,03	0,03	0,00	0,03	0,03	0,03	0,04
Fe	0,01	0,01	0,04	0,03	0,03	0,01	0,01	0,03	0,04	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,03	0,04	0,04	0,04
Mn	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ca	1,73	1,87	0,97	0,90	0,96	1,86	1,88	1,00	0,97	1,78	1,77	1,78	1,76	1,76	0,96	0,99	0,98	0,97
Na	0,13	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,00	0,19	0,18	0,12	0,00	0,07	0,05	0,04
K	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sr	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
La	0,03	0,02	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00
Ce	0,04	0,02	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	0,00	0,00	0,04	0,04	0,03	0,05	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00
Nd	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
Sm	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Gd	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Y	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Nb	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
Pr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Kationen	4,01	3,97	3,01	3,00	3,00	3,97	3,97	3,02	3,01	4,00	3,95	4,07	4,08	4,02	3,01	3,08	3,06	3,04

Tab.62. REE-Gehalte in Mineralien aus den Alkali-Ultramafiten.

Probe	G28-8(2-27)	G28-8(2-28)	G28-8(2-29)	G28-8(2-30)	G28-8(3-15)	G28-8(3-16)	G28-8(3-17)	G28-8(3-18)	G28-8(3-19)	G28-8(3-20)	G28-8(3-21)	G28-8(3-22)	G28-8(3-23)	G28-8(4-1)	G28-8(4-2)	G28-8(4-3)	G28-8(4-7)	1 Z2-1 c/01
Mineral	sph	sph	sph	sph	ap	ap	ap	ap	ap	ap	ap	grt	grt	grt	grt	grt	mt	Perv
SiO2	31,68	31,15	32,16	31,38	0,24	0,27	0,27	0,25	0,22	0,30	0,22	30,25	29,96	29,45	29,96	29,16	0,08	0,15
TiO2	37,99	36,45	38,17	36,51	0,00	0,00	0,03	0,00	0,03	0,03	0,00	12,96	13,77	15,16	14,30	16,34	6,40	57,91
Al2O3	0,06	0,68	0,68	0,51	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,54	0,54	0,44	0,84	1,35	1,09	0,13
FeO	1,38	2,00	1,41	1,77	0,10	0,00	0,00	0,03	0,00	0,05	0,05	25,25	23,84	24,52	23,75	23,21	90,04	0,99
MnO	0,02	0,02	0,00	0,04	0,00	0,00	0,04	0,00	0,02	0,02	0,02	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,73	0,00
MgO		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CaO	28,66	27,96	27,55	26,57	55,68	54,73	53,51	54,35	53,30	54,82	54,08	32,01	32,39	31,42	29,19	29,34	0,00	37,82
Na2O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,67	0,92	0,23	0,00	0,37
K2O	0,04	0,00	0,01	0,03	0,01	0,00	0,03	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,00	0,02	0,00	0,00	0,06
P2O5	0,00	0,03	0,03	0,00	40,53	39,86	40,10	39,40	40,38	39,70	38,93	0,00	0,00	0,06	0,00	0,03	0,00	0,79
SrO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,85	0,83	0,68	0,78	0,58	0,83	0,63	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,98
La2O3	0,10	0,00	0,00	0,10	0,23	0,11	0,12	0,23	0,23	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,00	0,00
Ce2O3	0,10	0,00	0,20	0,00	0,21	0,11	0,32	0,21	0,21	0,11	0,21	0,00	0,09	0,00	0,00	0,09	0,10	0,10
Nd2O3	0,12	0,06	0,00	0,06	0,00	0,06	0,06	0,00	0,06	0,19	0,06	0,10	0,00	0,00	0,16	0,00	0,00	0,00
Sm2O3	0,00	0,05	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,05
Gd2O3	0,00	0,00	0,11	0,00	0,05	0,00	0,11	0,16	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05
Y2O3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,11	0,00
Nb2O3	0,04	0,32	0,08	0,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12
Pr2O3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,30	0,44	0,00	0,00
Summe	100	99	100	97	98	96	95	95	95	96	94	101	102	102	100	101	99	99,52
Oxnum	5,00	5,00	5,00	5,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	32,00	6,00
Si	1,04	1,04	1,04	1,06	0,04	0,05	0,05	0,04	0,04	0,05	0,04	2,66	2,60	2,56	2,65	2,55	0,03	0,01
Ti	0,94	0,91	0,93	0,92	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,86	0,90	0,99	0,95	1,08	1,75	2,01
Al	0,00	0,03	0,03	0,02	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,06	0,05	0,09	0,14	0,47	0,01
Fe	0,04	0,06	0,04	0,05	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	1,85	1,73	1,78	1,76	1,70	27,44	0,04
Mn	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,23	0,00
Mg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ca	1,01	1,00	0,96	0,96	10,14	10,17	9,98	10,18	9,94	10,18	10,25	3,01	3,02	2,93	2,77	2,75	0,00	1,87
Na	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,16	0,04	0,00	0,03
K	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P	0,00	0,00	0,00	0,00	5,83	5,85	5,91	5,83	5,95	5,83	5,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,08	0,07	0,08	0,06	0,08	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
La	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ce	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
Nd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
Sm	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
Gd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Y	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,02	0,00
Nb	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Pr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,01	0,00	0,01
Kationen	3,02	3,04	3,01	3,01	16,18	16,17	16,07	16,19	16,02	16,19	16,21	8,46	8,47	8,46	8,42	8,31	29,96	3,99

Tab.63. REE-Gehalte in Mineralien aus den Alkali-Ultramafiten.

Probe	13 Z2-1 c2/08	28 Z2-1 c5/05	1 Z2-13 c2/1	2 Z2-13 c2/2	3 Z2-13 c2/3	4 Z2-13 c2/4	5 Z2-13 c2/5	12 Z2-13 c4/2	13 Z2-13 c4/3	14 Z2-13 c4/4	15 Z2-13 c4/3	16 Z2-13 c4/5	17 Z2-13 c4/6	18 Z2-13 c4/7	26 Z2-13 c4/13	27Z2-13 c4/14	28 Z2-13 c4/14	30 Z2-13 c4/16
Mineral	Perv	Perv	Perv	Perv	Perv	Perv	Perv	Perv	Perv	Perv	Perv	Perv	Perv	Perv	Perv	Perv	Perv	Perv
SiO2	0,21	0,43	0,13	0,14	0,05	0,13	0,16	0,27	1,31	0,23	0,31	0,69	1,48	0,88	0,10	0,06	0,06	0,14
TiO2	56,11	58,46	58,60	58,31	58,69	57,33	58,44	56,37	48,18	54,57	50,71	56,74	57,54	55,26	57,81	52,02	50,13	58,08
Al2O3	0,07	1,56	0,76	0,00	1,33	2,06	0,77	1,08	2,26	0,08	1,29	2,34	0,47	1,22	0,40	0,16	1,35	0,07
FeO	0,94	0,13	0,28	0,34	0,56	0,32	0,36	0,30	32,07	19,54	32,98	0,27	0,27	7,38	0,37	33,79	33,98	1,17
MnO	0,00	0,05	0,02	0,02	0,00	0,00	0,03	0,05	1,68	0,42	1,66	0,00	0,03	0,35	0,00	1,45	1,62	0,00
MgO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,81	3,18	10,28	0,00	0,00	1,23	0,00	10,06	11,92	0,00
CaO	38,70	35,47	37,75	38,55	37,38	37,41	37,64	37,48	0,67	16,99	0,57	38,00	38,34	30,31	39,42	1,13	0,18	37,20
Na2O	0,00	1,19	0,00	0,00	0,00	0,15	0,00	2,20	1,31	2,61	0,86	0,00	0,00	0,00	0,00	0,53	0,00	0,00
K2O	1,70	0,16	0,02	0,03	0,02	0,00	0,11	0,01	0,11	0,03	0,06	0,03	0,00	0,05	0,01	0,00	0,03	0,00
P2O5	0,65	1,65	1,95	1,65	1,56	1,72	1,72	1,34	1,26	1,38	1,11	1,22	1,34	1,61	1,52	1,10	0,99	1,92
SrO	0,63	0,44	0,45	0,79	0,64	0,62	0,46	0,38	0,00	0,31	0,00	0,50	0,33	0,35	0,53	0,00	0,07	0,65
La2O3	0,10	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,36	0,00	0,21	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11
Ce2O3	0,28	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,57	0,00	0,25	0,00	0,19	0,19	0,37	0,00	0,00	0,07	0,00
Nd2O3	0,00	0,25	0,00	0,00	0,06	0,13	0,00	0,25	0,05	0,17	0,00	0,19	0,13	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00
Sm2O3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,05	0,17
Gd2O3	0,05	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,11	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,15	0,05	0,00
Y2O3	0,00	0,05	0,05	0,05	0,09	0,00	0,00	0,14	0,00	0,05	0,00	0,14	0,09	0,19	0,00	0,00	0,00	0,10
Nb2O3	0,30	0,20	0,08	0,00	0,04	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04
Pr2O3	0,02	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02	0,05	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,04
Summe	99,76	100,14	100,10	99,99	100,50	99,96	99,83	100,75	99,69	100,17	99,83	100,54	100,31	99,63	100,16	100,46	100,52	99,68
Oxnum	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00
Si	0,01	0,02	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,06	0,01	0,02	0,03	0,07	0,04	0,00	0,00	0,00	0,01
Ti	1,96	1,99	2,01	2,01	2,00	1,96	2,01	1,94	1,72	1,95	1,82	1,93	1,96	1,93	1,99	1,87	1,79	2,02
Al	0,00	0,08	0,04	0,00	0,07	0,11	0,04	0,06	0,13	0,00	0,07	0,12	0,03	0,07	0,02	0,01	0,08	0,00
Fe	0,04	0,00	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	1,28	0,78	1,32	0,01	0,01	0,29	0,01	1,35	1,35	0,05
Mn	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,02	0,07	0,00	0,00	0,01	0,00	0,06	0,06	0,00
Mg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,77	0,23	0,73	0,00	0,00	0,09	0,00	0,72	0,84	0,00
Ca	1,92	1,72	1,84	1,90	1,82	1,83	1,84	1,83	0,03	0,87	0,03	1,84	1,86	1,51	1,93	0,06	0,01	1,84
Na	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,19	0,12	0,24	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00
K	0,10	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
La	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ce	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
Nd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sm	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Gd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Y	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Nb	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Pr	0,01	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02	0,02	0,03
Kationen	4,06	3,98	3,95	3,96	3,94	3,96	3,95	4,10	4,20	4,14	4,16	3,96	3,95	3,98	3,98	4,14	4,16	3,95

Tab.64. REE-Gehalte in Mineralien aus den Alkali-Ultramafiten.

Probe	Z2-15-2-2-23	Z2-15-2-2-24	Z2-15-6-1	Z2-15-6-2	Z2-15-xx	6 Z3-3 c2/04	20 Z3-3 c5/07	21 Z3-3 c5/08	22 Z3-3 c5/09	23 Z3-3 c5/10	24 Z3-3 c5/11	25 Z3-3 c5/12	26 Z3-3 c5/13	28 Z3-3 c5/15	29 Z3-3 c5/16	30 Z3-3 c5/17
Mineral	Perv	Perv	Perv	Perv	Perv	Perv	Perv	Perv	Perv	Perv	Perv	Perv	Perv	Perv	Perv	Perv
SiO2	0,09	0,06	0,03	0,06	0,12	0,13	0,14	0,23	0,14	0,06	0,21	0,17	0,59	0,03	0,20	0,11
TiO2	61,40	61,12	57,57	57,10	57,98	55,99	54,50	54,73	48,13	51,58	54,90	54,38	44,41	55,62	48,66	53,95
Al2O3	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,98	0,44	0,17	0,91	0,84	0,00	0,00	0,27	0,59
FeO	0,93	0,45	0,37	0,43	0,37	1,89	0,61	0,29	0,21	0,18	0,32	0,28	0,42	0,37	0,45	0,26
MnO	0,04	0,06	0,04	0,00	0,06	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MgO	0,12	0,05	0,17	0,20	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CaO	36,28	35,31	38,70	39,44	33,55	38,22	33,69	31,47	27,91	33,14	34,67	31,63	22,12	31,37	23,75	31,16
Na2O	0,00	0,23	0,35	0,46	0,00	2,15	1,69	2,75	11,96	5,62	0,00	0,58	14,24	0,43	5,75	3,78
K2O	0,02	0,01	0,00	0,03	0,04	0,03	0,00	0,02	0,02	0,01	0,00	0,02	0,00	0,01	0,03	0,04
P2O5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,52	1,22	1,28	0,46	1,40	0,84	0,55	0,00	0,04	0,00	0,30
SrO	0,16	0,21	0,86	0,91	0,32	0,22	0,47	0,47	0,46	0,56	0,36	0,67	0,67	0,54	0,69	0,58
La2O3	0,00	0,05	0,00	0,00	0,05	0,00	1,56	1,43	2,52	1,37	1,71	2,80	4,32	2,86	4,54	2,12
Ce2O3	0,04	0,00	0,14	0,11	0,00	0,00	2,44	3,35	4,82	2,84	3,00	5,23	8,37	5,52	9,88	4,31
Nd2O3	0,00	0,05	0,00	0,15	0,00	0,00	1,13	1,11	1,57	1,06	1,29	1,50	2,31	2,47	3,32	1,93
Sm2O3	0,04	0,00	0,09	0,09	0,00	0,00	0,21	0,11	0,29	0,15	0,23	0,21	0,39	0,33	0,36	0,37
Gd2O3	0,00	0,04	0,04	0,04	0,00	0,00	0,44	0,43	0,69	0,30	0,45	0,77	1,12	0,69	0,94	0,53
Y2O3	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,05	0,00	0,14	0,13	0,05	0,09	0,00	0,00	0,04	0,00	0,05
Nb2O3	0,00	0,03	0,39	0,53	0,00	0,36	1,78	1,35	0,20	1,32	1,39	0,52	0,98	0,30	1,12	0,29
Pr2O3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,11	0,03	0,10	0,08	0,06	0,11	0,09	0,11	0,11
Summe	99	98	99	100	93	100,56	99,93	100,27	99,97	99,92	100,48	100,21	100,05	100,71	100,08	100,45
Oxnum	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00
Si	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	0,01
Ti	2,08	2,09	1,99	1,97	2,09	1,94	1,95	1,94	1,79	1,87	1,94	1,96	1,73	2,01	1,87	1,94
Al	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,03	0,01	0,05	0,05	0,00	0,00	0,02	0,03
Fe	0,03	0,02	0,01	0,02	0,01	0,07	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01
Mn	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mg	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ca	1,75	1,72	1,90	1,93	1,72	1,88	1,71	1,59	1,48	1,71	1,74	1,63	1,22	1,61	1,30	1,60
Na	0,00	0,02	0,03	0,04	0,00	0,19	0,16	0,25	1,15	0,52	0,00	0,05	1,43	0,04	0,57	0,35
K	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sr	0,00	0,01	0,02	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
La	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,02	0,05	0,02	0,03	0,05	0,08	0,05	0,09	0,04
Ce	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,06	0,09	0,05	0,05	0,09	0,16	0,10	0,18	0,08
Nd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,03	0,04	0,04	0,06	0,03
Sm	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01
Gd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01
Y	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Nb	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,04	0,03	0,00	0,03	0,03	0,01	0,02	0,01	0,03	0,01
Pr	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01
Kationen	3,91	3,90	4,01	4,04	3,89	4,13	4,01	4,03	4,66	4,28	3,91	3,92	4,76	3,89	4,17	4,12

Tab.65. Mikrosondanalysen der Schmelzeinschlüsse.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Probe	Cpx-1	Cpx-2	Cpx-3	Cpx-4	Cpx-5	Cpx-6	Cpx-7	Cpx-8	Cpx-9	Cpx-10	Cpx-11	Cpx-12	Cpx-13	Cpx-14	Cpx-15	Cpx-16	Cpx-17	Cpx-18
Mineral	Cpx	Phl	Mt	Perv	Cal	Sod	Sod	Sod	Perv	Sod	Cpx	Sod	Sod	Cpx	Sod	Perv	Mt	Perv
	Matrix										Matrix			Matrix				
SiO2	52,45	39,06	0,17	0,73	9,08	41,99	35,18	40,01	0,21	39,32		32,54	38,26	53,58	39,41	0,51	0,28	0,18
TiO2	0,20	0,43	0,06	51,03	0,04	0,04	1,19	0,00	51,55	0,16	0,16	3,40	0,04	0,12	0,08	53,55	0,61	53,79
Al2O3	0,57	12,40	0,03	0,17	0,29	25,89	27,03	29,50	0,15	29,48	5,93	20,95	29,13	0,08	18,15	0,08	0,04	0,08
Cr2O3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,04	0,02	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00
FeO	2,92	6,08	91,64	0,37	1,61	0,31	0,40	0,05	0,62	0,45	1,89	1,01	0,35	2,92	2,91	0,45	77,90	0,57
MnO	0,03	0,08	0,22	0,00	0,05	0,00	0,03	0,03	0,00	0,00	0,10	0,00	0,03	0,15	0,05	0,03	0,00	0,00
MgO	17,75	25,24	0,13	0,06	3,30	0,91	0,00	0,00	0,00	0,10	14,21	2,36	0,21	17,78	5,41	0,29	0,05	0,00
NiO	0,00	0,03	0,00	0,06	0,00	0,00	0,07	0,03	0,09	0,10	0,06	0,03	0,00	0,00	0,32	0,03	2,27	0,00
CaO	25,26	0,00	0,77	35,87	43,21	1,40	1,17	0,23	38,54	0,44	21,21	7,67	0,83	24,45	8,02	36,14	0,89	37,94
Na2O	0,14	0,65	0,00	0,86	0,00	6,68	5,22	13,40	0,19	10,37	6,00	17,47	15,37	0,28	17,35	0,57	0,00	0,00
K2O	0,02	11,33	0,01	0,00	0,11	0,02	0,01	0,06	0,00	0,05	0,01	0,00	0,00	0,00	0,23	0,02	0,02	0,00
TOTAL	99,34	95,30	93,03	89,15	57,71	77,24	70,30	83,78	91,35	80,41	97,55	85,45	84,22	99,36	91,95	91,67	82,06	92,56
OxNum	6	22		6		21	21	21	6	21	6	21	21	6	21	6	32	6
Si	1,94	5,68		0,04		6,33	5,83	5,77	0,01	5,81	1,82	4,99	5,56	1,97	5,61	0,03	0,10	0,01
Al	0,02	2,12		0,01		4,00	4,00	4,00	0,01	4,00	0,27	3,79	4,99	0,00	3,04	0,00	0,02	0,00
Al	0,00	0,00		0,00		0,60	1,28	1,02	0,00	1,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe(iii)	0,00	0,00		0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,91	0,00
Cr	0,00	0,00		0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ti	0,01	0,05		1,95		0,00	0,15	0,00	1,93	0,02	0,00	0,39	0,00	0,00	0,01	1,98	0,16	1,98
Fe(ii)	0,09	0,74		0,02		0,04	0,06	0,01	0,03	0,06	0,06	0,13	0,04	0,09	0,35	0,02	18,30	0,02
Mn	0,00	0,01		0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
Mg	0,98	5,47		0,00		0,20	0,00	0,00	0,00	0,02	0,80	0,54	0,05	0,98	1,15	0,02	0,03	0,00
Ni	0,00	0,01		0,00		0,00	0,02	0,01	0,01	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00	0,07	0,00	1,15	0,00
Ca	1,00	0,00		1,95		0,23	0,21	0,04	2,06	0,07	0,86	1,26	0,13	0,96	1,22	1,91	0,33	1,99
Na	0,01	0,18		0,08		1,95	1,68	3,75	0,02	2,97	0,44	5,20	4,33	0,02	4,78	0,05	0,00	0,00
K	0,00	2,10		0,00		0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,01	0,00
TOTAL	4,05	16,36		4,05		13,35	13,22	14,60	4,06	14,10	4,26		15,11	4,03	16,27	4,02	24,00	4,01
XMg	91,55	88,10		22,43					0,00		93,06			91,57		53,47		0,00

Tab.66. Mikrosondanalysen der Schmelzeinschlüsse.

	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
Probe	Cpx-19	Cpx-20	Cpx-21	Perv-1	Perv-2	Perv-3	Perv-4	Perv-5	Perv-6	Perv-7	Perv-8	Perv-9	Perv-10	Perv-11	Perv-12	Perv-13	Perv-14	Perv-15
Mineral	Cpx	Cal	Phl	Perv	Cpx	Phl	Cpx	Phl	Cpx	Woll	Cpx	Ti-Grt	Ap	Sod	Woll	Phl	Woll	Cpx
				Matrix														
SiO ₂	51,05	3,38	38,36	0,26	56,78	43,01	54,42	41,14	57,00	51,99	55,44	31,80	0,91	41,06	53,60	41,51	51,14	56,93
TiO ₂	1,55	0,13	0,20	58,48	0,61	0,97	1,44	1,57	0,66	0,48	1,63	14,85	0,45	2,46	0,48	1,35	5,69	0,94
Al ₂ O ₃	1,89	0,15	7,71	0,08	2,48	9,39	0,57	9,39	0,33	0,06	0,43	0,51	0,00	23,92	0,04	9,47	0,04	0,76
Cr ₂ O ₃	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00
FeO	5,24	1,04	3,43	0,97	8,45	9,27	8,46	14,66	10,93	0,23	10,20	19,85	0,27	0,19	0,26	11,90	0,14	5,40
MnO	0,10	0,08	0,05	0,05	0,25	0,23	0,35	0,47	0,37	0,18	0,40	0,27	0,00	0,00	0,18	0,52	0,18	0,20
MgO	15,99	2,95	21,93	0,07	19,06	22,60	11,32	19,08	12,01	0,00	11,87	1,23	0,06	0,00	0,20	21,06	0,10	14,71
NiO	0,03	0,06	0,00	0,06	0,00	0,06	0,00	0,06	0,03	0,00	0,03	0,00	0,00	0,07	0,06	0,03	0,00	0,03
CaO	23,77	51,35	5,64	26,45	4,56	0,00	14,00	0,29	12,71	30,05	13,78	20,59	32,91	3,08	30,25	0,11	29,13	15,13
Na ₂ O	0,57	0,17	0,53	0,00	8,21	0,42	3,76	0,45	2,38	0,00	2,96	0,95	0,00	7,74	0,28	0,29	0,43	0,83
K ₂ O	0,00	0,01	8,59	0,01	0,43	10,03	0,02	11,00	0,01	0,15	0,05	0,00	0,01	1,16	0,17	11,19	0,03	0,03
TOTAL	100,21	59,32	86,44	86,43	100,84	95,98	94,34	98,13	96,43	83,16	96,81	90,05	34,61	79,68	85,56	97,43	86,88	94,96
OxNum	6		22	6	6	22	6	22	6	6	6	24		21	6	22	6	6
Si	1,89		6,10	0,01	2,03	6,20	2,11	6,03	2,15	2,27	2,10	5,94		6,16	2,27	6,04	2,15	2,13
Al	0,08		1,45	0,00	0,10	1,60	0,03	1,62	0,01	0,00	0,02	0,11		4,23	0,00	1,62	0,00	0,03
Al	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe(iii)	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cr	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ti	0,04		0,02	2,24	0,02	0,11	0,04	0,17	0,02	0,02	0,05	2,09		0,28	0,02	0,15	0,18	0,03
Fe(ii)	0,16		0,46	0,04	0,25	1,12	0,27	1,80	0,35	0,01	0,32	3,10		0,02	0,01	1,45	0,00	0,17
Mn	0,00		0,01	0,00	0,01	0,03	0,01	0,06	0,01	0,01	0,01	0,04		0,00	0,01	0,06	0,01	0,01
Mg	0,88		5,20	0,01	1,02	4,86	0,65	4,17	0,68	0,00	0,67	0,34		0,00	0,01	4,57	0,01	0,82
Ni	0,00		0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00		0,02	0,00	0,01	0,00	0,00
Ca	0,94		0,96	1,44	0,17	0,00	0,58	0,05	0,51	1,41	0,56	4,12		0,50	1,37	0,02	1,31	0,61
Na	0,04		0,16	0,00	0,57	0,12	0,28	0,13	0,17	0,00	0,22	0,34		2,25	0,02	0,08	0,03	0,06
K	0,00		1,74	0,00	0,02	1,84	0,00	2,05	0,00	0,01	0,00	0,00		0,22	0,01	2,08	0,00	0,00
TOTAL	4,05		16,10	3,75	4,19	15,88	3,98	16,08	3,91	3,72	3,95	16,09		13,68	3,73	16,08	3,69	3,86
XMg	84,47		91,93	11,40	80,09	81,30	70,46	69,88	66,21	0,00	67,48	9,95			57,83	75,93	56,01	82,93

Tab.67. Mikrosondanalysen der Schmelzeinschlüsse.

	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
Probe	Perv-16	Perv-17	Perv-18	Perv-19	Perv-20	Perv-21	Perv-22	Perv-23	Perv-24	Perv-25	Perv-26	Perv-27	Perv-28	Perv-29	Perv-30	Neph-1	Neph-2	Neph-3
Mineral	Perv	Sod	Sph	Sph	Cpx	Ap	Sod	Sod	Sph	Phl	Plg	Phl	Woll	Woll	Cpx	Neph	Ägr	Sod
	Matrix															Matrix		
SiO ₂	0,39	40,10	31,92	26,91	57,46	0,36	36,22	44,64	32,76	40,68	57,10	36,62	55,42	54,91	58,02	41,73	52,66	42,48
TiO ₂	56,37	1,58	38,69	33,25	0,97	0,53	0,75	1,46	38,08	1,86	1,20	1,59	0,40	1,00	0,44	0,04	0,15	0,00
Al ₂ O ₃	0,15	23,96	0,24	0,02	2,33	0,03	24,96	25,28	0,36	9,65	0,18	12,09	0,00	0,00	0,07	29,71	0,63	26,77
Cr ₂ O ₃	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
FeO	0,83	0,61	1,79	0,79	6,44	0,00	0,05	0,05	2,25	16,31	0,49	16,33	0,16	0,28	0,05	1,64	32,25	0,52
MnO	0,08	0,03	0,00	0,05	0,20	0,00	0,00	0,03	0,03	0,55	0,38	0,47	0,20	0,28	0,20	0,00	0,00	0,00
MgO	0,13	0,03	0,03	0,03	20,36	0,00	0,00	0,00	0,06	17,99	0,40	14,35	0,05	0,00	0,05	0,03	0,03	0,00
NiO	0,03	0,00	0,13	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,07
CaO	24,49	1,54	16,94	19,68	4,11	32,78	3,69	0,72	16,52	0,08	20,99	0,58	27,78	28,17	19,02	0,00	0,23	4,73
Na ₂ O	0,00	11,11	0,17	0,00	6,95	0,00	13,94	23,71	0,00	0,47	10,04	2,65	0,14	0,28	8,99	15,92	14,51	2,72
K ₂ O	0,02	1,19	0,01	0,00	0,26	0,01	0,07	0,05	0,02	10,96	0,07	9,13	0,02	0,06	0,04	10,22	0,07	0,21
TOTAL	82,49	80,15	89,94	80,73	99,11	33,98	79,68	95,97	90,11	98,57	90,85	93,81	84,23	84,98	86,88	99,29	100,59	77,52
OxNum	6	21	5	5	6		21	21	5	22	32	22	6	6	6	32	6	21
Si	0,02	6,07	1,12	1,07	2,06		5,62	5,86	1,14	5,98	12,19	5,70	2,34	2,32	12,70	8,38	2,13	6,34
Al	0,01	4,28	0,01	0,00	0,10		4,57	3,91	0,01	1,67	0,05	2,22	0,00	0,00	0,02	7,03	0,03	4,71
Al	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe(iii)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ti	2,25	0,18	1,02	0,99	0,03		0,09	0,14	1,00	0,21	0,19	0,19	0,01	0,03	0,07	0,01	0,00	0,00
Fe(ii)	0,04	0,08	0,05	0,03	0,19		0,01	0,01	0,07	2,00	0,09	2,12	0,01	0,01	0,01	0,28	1,09	0,06
Mn	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01		0,00	0,00	0,00	0,07	0,07	0,06	0,01	0,01	0,04	0,00	0,00	0,00
Mg	0,01	0,01	0,00	0,00	1,09		0,00	0,00	0,00	3,94	0,13	3,33	0,00	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00
Ni	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
Ca	1,39	0,25	0,64	0,84	0,16		0,61	0,10	0,62	0,01	4,80	0,10	1,26	1,27	4,46	0,00	0,01	0,76
Na	0,00	3,26	0,01	0,00	0,48		4,20	6,03	0,00	0,13	4,15	0,80	0,01	0,02	3,81	6,20	1,14	0,79
K	0,00	0,23	0,00	0,00	0,01		0,01	0,01	0,00	2,05	0,02	1,81	0,00	0,00	0,01	2,62	0,00	0,04
TOTAL	3,73	14,36	2,86	2,93	4,12		15,11	16,06	2,85	16,07	21,68	16,32	3,65	3,67	21,13	24,51	4,42	12,71
XMg	21,83		2,90	6,34	84,93					66,29		61,04	35,78	0,00			0,17	

Tab.68. Mikrosondanalysen der Schmelzeinschlüsse.

	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
Probe	Neph-4	Neph-5	Neph-6	Neph-7	Cpx-1	Cpx-2	Cpx-3	Cpx-4	Cpx-5	Cpx-6	Cpx-7	Neph-8	Apat-1	Apat-2	Apat-3	Apat-4
Mineral	Cal	Sod	K-fs	Sod	Cpx	Ti-Grt	Cal	Chl	Phl	K-fs	? Be,Ca,Si	?	Phl	Phl	Ti-Grt	Ägr
					Matrix											
SiO ₂	0,10	43,48	46,06	42,21	49,97	32,84	0,19	46,19	38,52	62,37	24,66	30,88	40,61	39,87	34,09	52,13
TiO ₂	0,00	0,04	0,00	0,04	0,47	6,69	0,00	0,08	0,19	0,00	0,20	0,00	0,61	0,72	8,63	0,00
Al ₂ O ₃	0,19	26,55	32,97	27,47	0,90	0,43	0,09	5,33	8,55	16,54	1,37	19,94	9,19	9,73	1,13	0,16
Cr ₂ O ₃	0,00	0,00	0,02	0,02	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,02	0,02	0,00	0,04
FeO	0,11	0,71	0,89	0,75	8,05	22,91	0,40	7,49	12,98	0,37	4,35	0,80	16,90	16,96	16,88	25,14
MnO	0,00	0,05	0,03	0,03	0,23	0,10	0,07	0,18	0,35	0,05	0,10	0,00	0,62	0,59	0,25	0,10
MgO	0,06	0,00	0,05	0,05	14,52	0,53	0,19	22,55	22,18	0,23	5,26	0,00	18,34	18,76	1,03	1,12
NiO	0,03	0,03	0,03	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,03	0,00	0,03	0,00	0,01	0,00	0,00
CaO	44,77	3,98	0,00	5,07	21,02	28,68	53,39	3,27	0,00	0,00	28,84	0,20	0,19	0,07	21,04	6,28
Na ₂ O	4,27	2,47	0,50	3,34	0,87	0,38	0,00	0,14	0,15	0,13	3,61	0,74	0,16	0,00	0,55	13,02
K ₂ O	5,22	0,13	11,43	0,06	0,02	0,03	0,30	0,58	12,66	20,90	1,78	2,01	12,84	13,30	0,21	0,18
TOTAL	54,75	77,44	91,98	79,11	96,05	92,59	54,67	85,81	95,61	100,64	70,17	54,60	99,48	100,02	83,81	98,17
OxNum		21	32	21	6	24		28	22	32			22	22	24	6
Si		6,46	9,26	6,22	1,94	6,17		8,86	5,85	11,87			6,00	5,88	6,69	2,13
Al		4,65	7,82	4,77	0,04	0,10		1,20	1,53	3,71			1,60	1,69	0,26	0,01
Al		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00
Fe(iii)		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00
Cr		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00
Ti		0,00	0,00	0,00	0,01	0,95		0,01	0,02	0,00			0,07	0,08	1,27	0,00
Fe(ii)		0,09	0,15	0,09	0,26	3,60		1,20	1,65	0,06			2,09	2,09	2,77	0,86
Mn		0,01	0,01	0,00	0,01	0,02		0,03	0,04	0,01			0,08	0,07	0,04	0,00
Mg		0,00	0,01	0,01	0,84	0,15		6,45	5,02	0,07			4,04	4,12	0,30	0,07
Ni		0,01	0,01	0,02	0,00	0,00		0,00	0,01	0,01			0,00	0,00	0,00	0,00
Ca		0,63	0,00	0,80	0,88	5,78		0,67	0,00	0,00			0,03	0,01	4,43	0,27
Na		0,71	0,19	0,95	0,07	0,14		0,05	0,04	0,05			0,05	0,00	0,21	1,03
K		0,02	2,93	0,01	0,00	0,01		0,14	2,45	5,07			2,42	2,50	0,05	0,01
TOTAL		12,58	20,39	12,87	4,05	16,90		18,62	16,61	20,84			16,36	16,45	16,03	4,38
XMg					76,28	3,96		84,30	75,29	52,57			65,93	66,35	9,81	7,36

Tab. 69. Mikrothermometrische Daten.

Probe	G28-6A		Nephelin														
Anal	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Tf(-°C)	41,00	?	41,40	53,80	43,50	57,00	?	55,00	61,00	42,00	50,00	68,00	57,00	40,00	?	54,00	54,00
Tm(-°C)	1,40	?	1,50	8,50	2,30	+14,5	+13	+2,8	+14	1,90	+10	+11,6	+2,5	?	?	?	+1,6
Th	380,50	265,00	336,00	357,30	311,50	237,00	231,00	230,00	183,00	340,00	264,00	308,00	330,00	385,00	406,00	245,00	312,00
V Vol%	46,04		32,85	12,51	16,85	9,30				38,76	16,53	15,79	23,84		34,32	14,30	22,47
L Vol %	53,96		67,15	87,49	83,15	90,70	100,00	100,00	100,00	0,61	83,47	84,21	76,16		65,68	85,70	77,53
Dichte(ρ)	0,55		0,69	0,96	0,86					0,63	0,83	0,84	0,76		0,66	0,86	0,78
Salinität	2,40		2,50	12,30	4,10					3,20							
Anal	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	
Tf(-°C)	43,00	43,00	59,50	42,50	50,00	41,00	68,00	41,30	41,30	40,20	40,50	40,40	40,60	35,50	58,00	39,50	
Tm(-°C)	1,80	1,80	1,80	1,80	+12,9	15,30	14,80	1,10	1,10	+2,7	1,40	1,40	1,40	1,50	+7,5	1,50	
Th	375,00	275,00	319,00	328,00	269,00	257,00	263,00	266,00	277,50	273,00	374,50	315,50	317,20	218,00	302,00	344,00	
V Vol%	31,59	24,46	26,56	17,22	17,21	13,99	1,51	23,96	18,72	24,65	38,56	19,86	28,77	21,79	28,86	28,71	
L Vol %	68,41	75,54	73,44	82,78	82,79	86,01	98,49	76,04	81,28	75,35	61,44	80,14	71,23	78,21	71,14	71,29	
Dichte(ρ)	0,74	0,82	0,79	0,90	0,83	1,00	1,14	0,78	0,83	0,78	0,63	0,82	0,73	0,80	0,71	0,73	
Salinität	3,00	3,00	3,00	3,00		19,90	18,50	1,80	1,80	4,40	2,40	2,40	2,40	2,50		2,50	

Tab.70. Mikrothermometrische Daten

Apat		Probe		G28-6A										
Anal	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47
Tf(-°C)	46,50	33,00	69,50	35,60	53,10	46,20	30,10	46,80	46,00	51,50	51,00	50,90	51,00	50,70
Tm(-°C)	3,70	3,10	18,00	4,90	1,70	3,50	3,00	3,80	3,50	3,60	3,40	2,30	3,50	3,50
Th	343,50	249,10	238,70	234,90	304,10	317,00	398,60	364,70	380,00	149,90	188,90	188,00	150,00	152,50
V Vol%	33,28	16,91	24,95	20,21	23,29	36,66	32,48	27,90	32,48	16,90	14,47	13,82	16,34	8,74
L Vol %	66,72	83,09	75,05	79,79	76,71	63,34	67,52	72,10	67,52	83,10	85,53	86,18	83,66	91,26
Dichte(ρ)	0,70	0,87	0,88	0,85	0,79	0,66	0,70	0,76	0,71	0,87	0,90	0,89	0,88	0,96
Salinität	6,00	5,00	20,90	7,00	2,80	5,70	4,90	6,10	5,70	5,80	5,50	3,80	3,50	5,70

Calcit		Probe		G28-5								
Anal	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	
Tf(-°C)	43,60	43,60	44,30	43,60	42,50	42,00	44,00	44,60	42,30	38,10	42,60	
Tm(-°C)	1,80	1,80	2,60	1,80	18,00	1,60	2,50	2,50	1,80	1,40	1,80	
Th	168,50	150,40	154,80	149,50	168,00	140,00	170,00	171,00	216,00	175,80	160,10	
V Vol%	6,99	13,36	15,77	13,36	26,66	17,76	17,81	19,27	23,80	23,78	11,31	
L Vol %	93,01	86,64	84,23	86,64	73,34	82,24	82,19	80,73	76,20	76,22	88,69	
Dichte(ρ)	0,96	0,89	0,87	0,89	0,75	0,84	0,85	0,84	0,78	0,78	0,91	
Salinität	3,00	3,00	4,30	3,00	3,00	2,70	4,00	4,10	3,00	2,40	3,00	

Tab.71. XRF Gesteinsanalysen von: WEHR-Wehrlit, CPX-Klinopyroxenit, DU-Dunit, NPHL-Nephelinit, CARB-Carbonatit.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Gestein	CPX	CPX	CPX	CPX	CPX	CPX	CPX	CPX	CPX	CPX	CPX	CPX	NPHL	NPHL	NPHL	NPHL	DU	DU
Probe	G28/1-1	G28/1-1	G28/2-1	G28/2-2	G28/3-1	G28/3-2	G28/4-1	G28/4-2	G28/6-1	G28/6-2	G28/10A-1	G28-10A-2	Z2/1-1	Z2/1-2	Z2/4-1	Z2/4-2	Z2/5-1	Z2/5-2
SiO ₂	38,35	38,03	34,89	34,00	39,46	39,52	35,17	36,44	33,97	33,85	47,59	47,44	40,98	41,08	38,78	38,59	37,63	38,96
TiO ₂	3,13	3,12	7,35	7,24	5,89	5,89	3,86	3,85	2,04	2,04	2,22	2,23	4,79	4,79	2,29	2,27	1,17	1,19
Al ₂ O ₃	4,38	4,36	2,51	2,45	2,66	2,67	5,31	5,67	2,53	2,49	2,61	2,60	6,13	6,15	3,54	3,49	0,75	0,78
Fe ₂ O ₃	13,73	13,66	16,80	16,66	14,97	15,03	20,20	19,95	15,86	15,94	8,82	8,76	15,89	15,82	15,85	15,74	15,18	15,19
MnO	0,17	0,17	0,14	0,14	0,18	0,18	0,28	0,28	0,26	0,25	0,16	0,16	0,20	0,20	0,23	0,23	0,22	0,22
MgO	10,61	10,54	11,48	11,47	16,23	16,27	10,10	11,26	10,05	10,09	15,09	15,04	17,44	17,35	28,16	27,84	34,30	35,32
CaO	22,14	22,04	23,12	23,32	18,80	18,81	16,05	16,04	23,20	23,21	21,51	21,49	10,68	10,63	6,87	6,80	5,28	5,32
Na ₂ O	0,99	0,99	1,28	0,27	0,15	0,16	0,33	0,51	1,32	1,32	0,31	0,30	2,11	2,10	0,96	0,96	0,09	0,08
K ₂ O	1,42	1,41	1,34	1,31	2,01	2,00	3,88	3,93	1,90	1,86	1,56	1,54	1,40	1,39	1,52	1,51	0,19	0,19
P ₂ O ₅	2,40	2,36	0,16	0,15	0,18	0,19	1,92	1,97	5,63	5,60	0,31	0,31	0,60	0,60	0,38	0,37	0,05	0,05
Cr ₂ O ₃	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,09	0,17	0,17	0,24	0,23	0,39	0,41
V ₂ O ₅																		
SrO																		
SO ₃																		
LOI	2,49	2,58	2,13	2,16	0,65	0,69	0,60	0,60	0,94	1,00	0,75	0,80	0,45	0,40	2,08	2,12	3,26	3,27
SUMME	99,81	99,25	101,19	99,16	101,26	101,47	97,71	100,51	97,69	97,64	101,01	100,76	100,85	100,68	100,91	100,14	98,51	100,99

Tab.72. XRF Gesteinsanalysen: WEHR-Wehrlit, CPX-Klinopyroxenit, DU-Dunit, NPHL-Nephelinit, CARB-Carbonatit

	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
Gestein	DU	DU	DU	DU	NPHL	NPHL	DU	DU	DU	DU	DU	DU	DU	DU	Wehr	Wehr	DU	CPX
Probe	Z2/9-1	Z2/9-2	Z2/10-1	Z2/10-2	Z2/11-1	Z2/11-2	Z2/12-1	Z2/12-2	Z2/13-1	Z2/13-2	Z2/14-1	Z2/14-2	Z2/15-1	Z2/15-2	Z3/2	Z3/3	Z3/5	Z3/7-1
SiO ₂	37,55	37,99	38,24	37,47	39,62	39,39	36,21	36,31	38,57	38,09	36,46	37,33	37,22	37,43	36,59	33,14	37,82	29,27
TiO ₂	1,07	1,08	1,05	1,03	4,36	4,33	0,95	0,95	1,11	1,09	1,01	1,03	0,76	0,76	2,56	1,47	0,35	8,96
Al ₂ O ₃	0,64	0,64	0,57	0,55	5,16	5,14	0,41	0,41	0,90	0,88	0,57	0,58	0,39	0,39	1,18	1,01	0,06	2,20
Fe ₂ O ₃	15,31	15,37	16,33	16,26	16,03	15,92	16,40	16,41	14,98	14,89	16,06	16,17	15,20	15,21	22,49	19,90	17,68	33,70
MnO	0,21	0,21	0,23	0,23	0,21	0,21	0,22	0,22	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,38	0,33	0,25	0,22
MgO	36,12	36,69	38,34	37,37	20,05	19,72	39,57	39,72	37,52	36,95	37,69	38,86	39,60	39,79	21,33	27,00	41,63	13,55
CaO	3,99	4,05	3,23	3,17	10,71	10,59	1,64	1,65	3,88	3,83	2,66	2,70	2,12	2,14	11,59	9,39	0,90	13,60
Na ₂ O	0,04	0,04	0,00	0,00	0,87	0,85	0,00	0,00	0,04	0,04	0,06	0,01	0,00	0,00	0,48	0,53	0,11	0,18
K ₂ O	0,10	0,10	0,08	0,08	1,58	1,56	0,04	0,04	0,23	0,23	0,11	0,11	0,03	0,03	1,07	1,29	0,19	0,19
P ₂ O ₅	0,05	0,05	0,01	0,01	0,61	0,61	0,01	0,01	0,09	0,09	0,03	0,03	0,03	0,03	0,32	2,74	0,03	0,00
Cr ₂ O ₃	0,43	0,44	0,43	0,42	0,19	0,19	0,85	0,85	0,44	0,43	0,72	0,74	0,49	0,49	0,22	0,35	0,60	0,08
V ₂ O ₅															0,11	0,09	0,01	
SrO															0,04	0,07	0,01	
SO ₃															0,23	0,66	0,01	
LOI	4,23	4,20	3,02	3,05	0,81	0,84	3,20	3,22	2,90	2,92	3,78	3,77	3,68	3,78	1,19	1,62	0,09	0,00
SUMME	99,74	100,86	101,52	99,64	100,19	99,34	99,50	99,79	100,87	99,64	99,34	101,54	99,74	100,27	99,94	99,89	100,01	101,95

Tab.73. XRF Gesteinsanalysen: WEHR -Wehrlit; CPX-Klinopyroxenit; DU-Dunit; NPHL-Nephelinit; CARB-Carbonatit; LOI-Glückverlust.

	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49
Gestein	CPX	CPX	CPX	NPHL	CPX	NPHL	NPHL	NPHL	CPX	NPHL	CARB	CARB	CARB
Probe	Z3/7-2	Z3/11	Z4/2-2	Z4/8-1	Z4/8-2	Z4/13-1	Z4/13-2	Z4/15	Z4/17	Z4/19	Z12/1	Z12/2	Z12/3
SiO ₂	29,30	41,86	34,47	37,95	38,67	39,33	39,90	37,75	32,86	24,18	0,20	0,01	0,05
TiO ₂	8,94	4,18	6,67	3,29	6,78	4,20	4,25	5,15	7,06	5,95	0,04	0,00	0,01
Al ₂ O ₃	2,19	2,03	2,64	9,64	4,05	6,92	7,02	8,88	2,81	5,14	0,04	0,00	0,01
Fe ₂ O ₃	33,69	15,30	22,61	13,46	18,44	15,57	15,67	16,14	24,28	18,00	3,53	0,57	0,89
MnO	0,22	0,18	0,20	0,26	0,21	0,21	0,21	0,23	0,33	0,27	0,13	0,21	0,13
MgO	13,55	14,50	12,96	5,83	11,51	13,71	13,97	6,01	10,61	8,99	2,99	21,81	3,11
CaO	13,61	19,88	16,76	15,48	17,14	10,70	10,86	13,91	15,51	16,14	50,69	30,26	53,36
Na ₂ O	0,18	0,46	0,23	5,52	1,36	3,86	3,89	6,13	1,01	1,76	0,06	0,01	0,01
K ₂ O	0,19	0,66	0,19	0,89	0,72	1,69	1,71	1,53	1,98	4,49	0,02	0,00	0,01
P ₂ O ₅	0,00	0,01	0,02	1,25	0,08	0,70	0,70	0,95	0,08	1,11	2,92	0,05	2,12
Cr ₂ O ₃	0,07	0,19	0,02	0,01	0,01	0,11	0,11		0,07	0,05	0,00	0,00	0,01
V ₂ O ₅		0,08		0,13	0,12			0,09	0,15	0,14	0,01	0,00	0,00
SrO		0,05		0,33	0,08			0,22	0,08	0,20	0,34	0,44	0,41
SO ₃		0,05		0,10	0,11			0,29	0,17	3,97	0,02	0,01	0,28
LOI	0,00	0,55	0,03	5,67	0,60	1,52	1,51	2,35	2,86	9,40	38,93	46,63	39,63
SUMME	101,95	100,02	96,79	99,82	99,91	98,53	99,82	99,65	99,93	99,83	99,92	100,00	100,01

Tab.74. ICP-MS Analysen, Edelmetalle in ppb.

	Ru	Rh	Pd	Re	Os	Ir	Pt	¹⁸⁷ Os/ ¹⁸⁸ Os	Au	Yb	Pt/Ir	Pd/Ir
G28/2	0,04	0,59	6,71	0,38	0,15	0,34	9,24	0,26	3,99		26,87	19,50
G28/4	0,26	0,13	3,82	0,43	0,02	0,20	5,56	2,53	3,82		28,37	19,51
G28/6	0,04	0,17	2,22	0,81	0,12	0,17	6,96	0,26	2,76		40,28	12,83
G28/10A	0,21	0,74	2,43	0,14	0,43	0,56	1,80	0,16	1,88		3,23	4,35
Z2-1	1,50	0,48	8,46	1,21	1,02	0,83	8,92	0,14			10,81	10,25
Z2/4	3,62	0,64	3,94	0,62	2,24	1,16	11,09	0,15	2,56		9,60	3,41
Z2-9	5,25	1,26	0,87	1,23	1,47	2,42	12,58	0,13			5,19	0,36
Z2/10	5,17	1,70	3,12	0,25	2,35	1,96	7,94	0,13	2,45		4,04	1,59
Z2-11	1,59	0,44	4,88	0,76	0,67	0,88	7,48	0,14			8,45	5,52
Z2/13	5,72	1,06	1,41	0,53	2,72	1,86	2,16	0,13	3,55		1,16	0,76
Z2-14	8,62	1,26	0,66	2,56	5,80	5,67	1,59	0,13			0,28	0,12
Z2-15	5,91	0,93	0,76	0,62	2,23	1,83	1,50	0,13			0,82	0,41
Z3-2	1,46	0,35	1,28	2,17	0,72	0,66	1,37	0,17			2,07	1,93
Z3-3	4,82	0,37	1,71	4,20	2,19	1,95	2,74	0,16			1,41	0,88
Z3-5	6,98	0,70	0,97	2,08	1,09	2,56	0,64	0,13			0,25	0,38
Z3/7	0,52	2,91	5,27	0,59	0,23	0,99	6,28	0,16	3,60		6,35	5,33
Z3-11	1,45	1,30	1,37	0,28	1,38	0,85	2,37	0,13			2,79	1,62
Z4/2	0,26	2,72	914,51	0,33	0,18	1,26	456,27	0,17	69,00		361,82	725,21
Z4-8/1	0,18	0,27	2,14	0,43	0,47	0,22	2,04	0,41			9,33	9,78
Z4/8/2	0,05	0,78	61,61	0,18	0,21	0,39	72,64	0,37			185,84	157,62
Z4-11	1,20	0,46	5,29	0,44	0,43	0,67	6,10	0,15			9,14	7,93
Z4/13	1,11	1,13	6,51	2,25	1,10	0,71	7,43	0,17	4,02		10,50	9,20
Z4-15	0,20	0,46	6,97	0,38	0,11	0,43	7,21	0,20			16,66	16,10
Z4-17	0,27	0,82	2,26	1,47	0,45	0,41	2,62	0,17			6,38	5,51
Z4-19	0,41	0,67	5,25	0,13	0,08	1,45	36,20	0,26			24,93	3,62
Z12-1	0,02	0,34	0,37	0,24	0,01	0,03	1,85	0,46			57,17	11,51
Z12-2	0,04	0,04	0,23	0,06	0,01	1,64	33,20	0,34				
Z12-3	0,05	0,11	0,19	3,72	0,01	1,87	50,00	0,61				

Tab.75. ICP-MS Analysen, Spurenelemente in ppm.

	9 Be	53 Cr	45 Sc	51 V	59 Co	60 Ni	65 Cu	66 Zn	68 Zn	69 Ga	85 Rb	88 Sr	117 Sn	118 Sn	206 Pb	207 Pb	208 Pb	238 U
G28/1	4	29	26	379	57	260	105	104	108	20	33	2530	2	2	2	2	2	2,16
G28/2	1	36	46	313	60	455	69	106	109	22	29	1070	2	2	3	2	3	5,50
G28/3	2	464	47	309	59	488	27	94	82	15	45	500	1	1	3	2	2	8,42
G28/4	2	32	12	521	53	257	97	152	144	24	118	550	2	2	0	0	0	2,73
G28/6	5	21	17	630	111	450	1121	66	61	7	35	1051	3	3	1	1	0	0,71
G28/10A	3	634	61	220	33	400	50	55	58	13	45	339	2	1	0	0	0	1,70
Z2/1	4	1171	20	447	98	1072	252	130	129	22	30	1042	2	2	5	5	5	1,87
Z2/4	1	1611	12	162	108	1442	95	81	75	11	27	515	1	1	3	2	2	1,28
Z2/5	1	2728	18	91	146	2298	36	113	95	6	7	182	2	3	1	1	1	0,14
Z2/9	0	2969	11	73	136	2292	32	89	78	1	3	55	1	1	2	2	2	0,07
Z2/10	0	2895	10	67	136	2597	34	84	73	1	3	24	1	1	1	1	1	0,02
Z2/11	3	1281	18	375	100	954	220	113	122	24	39	3309	1	1	4	4	4	1,50
Z2/12	0	5784	8	64	150	2972	15	85	73	1	2	6	1	0	1	1	1	0,00
Z2/13	0	2988	14	83	157	2538	40	114	100	5	8	79	1	1	1	1	1	0,05
Z2/14	0	4990	9	64	133	2807	22	88	77	1	3	37	1	1	0	0	0	0,05
Z2/15	0	2989	9	56	147	2968	23	87	75	1	2	24	1	1	0	0	0	0,02
Z3/2	2	1487	31	623	156	1370	103	203	132	8	25	306	1	1	0	0	2	0,86
Z3/3	2	2423	14	381	213	2290	234	174	116	8	32	525	1	1	0	0	1	1,50
Z3/5	0	4102	9	43	139	2140	14	95	58	1	3	32	0	0	0	0	1	0,08
Z3/7	0	517	35	936	160	461	97	185	142	11	4	126	2	2	0	0	1	0,06
Z3/11	1	1292	38	281	54	477	26	64	49	6	7	248	0	1	0	0	1	0,31
Z4/2		153																
Z4/8-1	6	83	24	491	33	78	166	79	76	19	19	2249	1	1	0	0	5	2,33
Z4/8-2	2	62	42	532	83	365	350	118	79	11	10	651	2	2	0	0	3	0,47
Z4/11	3	721	15	299	84	398	304	129	132	22	49	852	2	2	4	4	4	1,76
Z4/13	4	764	18	417	85	196	212	126	128	23	44	1083	2	2	6	6	6	2,40
Z4/15	7	49	21	416	53	131	317	126	106	27	39	1773	2	2	0	0	1	2,44
Z4/17	2	465	40	579	78	511	26	162	118	19	34	580	2	2	0	0	2	0,63
Z4/19	9	372	28	748	56	231	26	111	88	20	132	1573	2	2	0	0	4	2,76
Z12/1	1	0	5	11	13	0	1	11	14	8	3	2744	1	1	0	0	4	1,87
Z12/2	0.7	0	3	1	1	0	2	13	4	2	0	3261	2	2	0	0	1	0,15
Z12/3	0.9	0	5	1	16	0	2	1	9	13	1	2666	0	0	0	0	4	0,19

Tab.76. ICP-MS Analysen, Spurenelemente in ppm.

	Y	Zr	Nb	Mo	Ba	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Hf	Ta	W	Th
G28/1	25,93	95,75	94,91	3,86	420,4	100,1	182,9	20,57	77,17	13,44	3,87	10,51	1,3	5,88	0,9	1,99	0,22	1,13	0,14	2,2	4,97	0,38	6,58
G28/2	39,87	251,7	288,2	11,51	182,6	371,7	775,2	88,99	333,3	51,19	12,96	29,57	3,34	13,61	1,81	3,53	0,33	1,63	0,19	8,14	21,62	0,64	34,76
G28/3	30,29	138,4	254,1	2,15	135,5	449,7	919,8	104	381,5	52,23	12,56	29,57	2,93	11,78	1,53	2,89	0,27	1,18	0,12	5,91	17,22	0,84	40,27
G28/4	43,36	96,78	104,2	0,74	722,5	50,32	106,4	11,91	44,21	10,17	3,57	29,57	1,86	10,43	2,05	5,54	0,75	4,02	0,5	2,05	3,12	0,43	2,52
G28/6	28,72	244,3	28,4	0,6	191,4	31,86	53,01	6,32	25,63	5,23	1,62	29,57	0,82	4,83	1	2,96	0,44	2,69	0,39	11,8	1,19	0,24	1,6
G28/10A	11,95	128,5	62,6	2,78	508,3	397	70,05	7,8	30,1	5,88	1,81	29,57	0,74	3,7	0,64	1,4	0,19	1,03	0,15	7,14	2,31	0,22	2,72
Z2/1	28,47	415,3	81,95	5,53	513,3	64,24	139,7	17,33	70,29	12,91	3,7	9,8	1,25	5,9	0,95	2,26	0,28	1,51	0,2	9,15	4,4	0,96	6,38
Z2/4	17,09	199,1	57,97	1,48	325,8	43,99	89,56	10,39	39,41	6,54	1,84	4,99	0,64	3,05	0,5	1,21	0,15	0,82	0,11	4,63	2,83	2,22	3,58
Z2/5	2,81	28,19	4,54	1,01	126	4,97	11,27	1,54	6,88	1,42	0,41	1,11	0,14	0,66	0,11	0,29	0,03	0,22	0,03	0,97	0,21	0,47	0,26
Z2/9	1,71	31,3	3,65	2,07	49,1	3,78	8,15	1,17	5,77	1,23	0,36	1	0,12	0,61	0,09	0,26	0,03	0,2	0,03	1	0,2	0,54	0,19
Z2/10	1	18,59	2,2	2,62	45,72	1,64	4,22	0,69	3,52	0,79	0,24	0,65	0,08	0,41	0,06	0,18	0,02	0,15	0,02	0,69	0,12	0,6	0,14
Z2/11	27,69	382,2	82,15	3,01	748,1	66,53	143,1	17,59	70,96	12,69	3,64	9,45	1,2	5,63	0,91	2,15	0,26	1,44	0,19	8,55	4,43	0,67	5,21
Z2/12	0,35	13,15	1,52	1,61	20,56	0,94	2,2	0,36	1,77	0,37	0,12	0,33	0,04	0,23	0,04	0,11	0,01	0,09	0,02	0,56	0,11	0,34	0,15
Z2/13	2,57	22,8	2,39	1,64	181,1	4,69	11,7	1,66	7,39	1,45	0,42	1,1	0,13	0,62	0,1	0,24	0,03	0,19	0,03	0,82	0,18	0,65	0,12
Z2/14	0,98	19,14	2,65	4,11	44,82	2,42	5,41	0,77	3,7	0,79	0,23	0,65	0,08	0,4	0,06	0,18	0,02	0,13	0,02	0,65	0,17	0,51	0,22
Z2/15	0,8	13,5	1,46	1,31	19,5	1,85	4,2	0,62	3,07	0,62	0,18	0,52	0,06	0,33	0,05	0,14	0,02	0,12	0,02	0,49	0,1	0,35	0,12
Z3/2	6,75	63,76	28,6	1,12	259,1	30,33	58	6,76	25,91	4,53	1,28	3,31	0,42	2,01	0,32	0,74	0,09	0,46	0,07	2,12	0,71	0,67	2,88
Z3/3	9,46	66,98	37,9	2,7	303,7	50,64	94,55	10,57	38,72	6,1	1,66	4,54	0,55	2,64	0,43	1,01	0,12	0,55	0,07	1,84	1,48	1,13	6,46
Z3/5	0,34	6,35	2,63	0,28	47,86	3,32	6,25	0,75	2,8	0,45	0,1	0,28	0,04	0,2	0,03	0,09	0,01	0,09	0,01	0,21	0,13	0,3	1,21
Z3/7	4,73	59,38	5,81	1,71	30,7	3,72	12,85	2,22	11,47	2,85	0,83	2,29	0,29	1,32	0,21	0,45	0,05	0,29	0,04	2,68	0,71	0,59	0,1
Z3/11	6,16	46,38	2,58	0,62	222,9	8,63	19,78	3,3	17,06	4,28	1,31	3,74	0,47	2,28	0,35	0,78	0,09	0,48	0,07	2,78	0,31	1,01	1,66
Z4/2	9,37	102,3	5,52	1,48	23,37	7,08	24,6	4,29	22,29	5,49	1,6	4,56	0,58	2,65	0,42	0,92	0,11	0,58	0,08	4,86	0,71	0,49	0,12
Z4/8-1	33,97	356,5	66,3	0,21	881,6	52,56	70,19	7,27	26,97	6,34	2,34	8,09	1,36	8,19	1,59	4,46	0,61	3,43	0,5	12,93	2,02	0,48	2,6
Z4/8-2																							
Z4/11	23,53	291,5	72,65	0,98	624,9	53,33	106,7	12,53	48,39	8,35	2,41	6,52	0,85	4,16	0,7	1,72	0,22	1,24	0,17	6,3	3,33	0,94	4,32
Z4/13	37,85	495,6	123,8	253,5	148,3	114,3	241,6	29,16	113,9	19,25	5,35	13,73	1,76	8,46	1,35	3,25	0,39	2,15	0,28	12,02	6,73	1,47	11,13
Z4/15	32,36	215,7	87,89	2,17	843,5	96,51	218,6	27,05	106,9	17,9	4,91	13,16	1,65	8,29	1,38	3,25	0,4	2,18	0,3	6,38	7,24	0,46	8,98
Z4/17	10	84,69	4,86	1,41	534,9	19,88	42,12	5,57	24,71	5,12	1,51	4,2	0,53	2,61	0,42	0,97	0,11	0,65	0,09	2,03	0,78	0,31	2,11
Z4/19	23,11	186,9	69,96	0,47	689,5	72,04	154,6	18,59	71,62	11,85	3,31	8,99	1,15	5,79	0,97	2,39	0,31	1,79	0,26	5,18	4,37	1,64	7,21
Z12/1	15,49	10,01	8,38	0,06	385,7	48,27	116	14,98	61,24	10,32	2,85	7,66	0,91	4,31	0,69	1,56	0,18	0,97	0,14	0,22	0,3	0,25	0,62
Z12/2	1,97	3,82	0,7	0,25	61,72	9,23	20,24	2,26	8,29	1,28	0,36	0,86	0,11	0,45	0,08	0,15	0,2	0,1	0,02	0,09	0,11	0,19	0,05
Z12/3	37,96	11,67	6,53	0,15	725,9	117,5	288,8	35,71	142,8	23,56	6,41	16,58	2,09	9,18	1,44	3,35	0,4	2,17	0,31	0,44	0,35	0,03	0,59

Tab.77. Spurenelemente (Verhältnisse Chondrite-normiert).

	La/Sm	Gd/Yb	La/Yb	Ce/Yb	La/Lu	Sm/Yb
G28/1	4,7	7,5	59,7	41,8	60,6	12,7
G28/2	4,6	15,0	153,6	122,8	165,8	33,5
G28/3	5,4	19,1	256,8	201,2	317,6	47,2
G28/4	3,1	2,3	8,4	6,8	8,5	2,7
G28/6	3,8	1,6	8,0	5,1	6,9	2,1
G28/10A	4,3	4,1	26,1	17,6	22,5	6,1
Z2/1	3,1	5,2	28,7	23,9	27,2	9,1
Z2/4	4,2	4,9	36,1	28,2	33,9	8,5
Z2/5	2,2	4,1	15,2	13,2	14,0	6,9
Z2/9	1,9	4,0	12,7	10,5	10,7	6,6
Z2/10	1,3	3,5	7,4	7,3	6,9	5,6
Z2/11	3,3	5,3	31,1	25,6	29,7	9,4
Z2/12	1,6	3,0	7,0	6,3	4,0	4,4
Z2/13	2,0	4,7	16,6	15,9	13,2	8,1
Z2/14	1,9	4,0	12,5	10,7	10,3	6,5
Z2/15	1,9	3,5	10,4	9,0	7,8	5,5
Z3/2	4,2	5,8	44,4	32,5	36,7	10,5
Z3/3	5,2	6,7	62,0	44,4	61,3	11,8
Z3/5	4,7	2,5	24,9	17,9	28,1	5,3
Z3/7	0,8	6,4	8,6	11,4	7,9	10,5
Z3/11	1,3	6,3	12,1	10,6	10,4	9,5
Z4/2	0,8	6,3	8,2	10,9	7,5	10,1
Z4/8-1	5,2	1,9	10,3	5,3	8,9	2,0
Z4/11	4,0	4,2	29,0	22,2	26,6	7,2
Z4/13	3,7	5,2	35,8	29,0	34,6	9,6
Z4/15	3,4	4,9	29,8	25,9	27,3	8,8
Z4/17	2,5	5,2	20,6	16,7	18,7	8,4
Z4/19	3,8	4,1	27,1	22,3	23,5	7,1
Z12/1	3,0	6,4	33,5	30,9	29,2	11,4
Z12/2	4,6	6,9	62,2	52,2	39,1	13,7
Z12/3	3,1	6,2	36,5	34,4	32,1	11,6

ISOTOPEN-ALTERSBERECHNUNGSDIAGRAMM

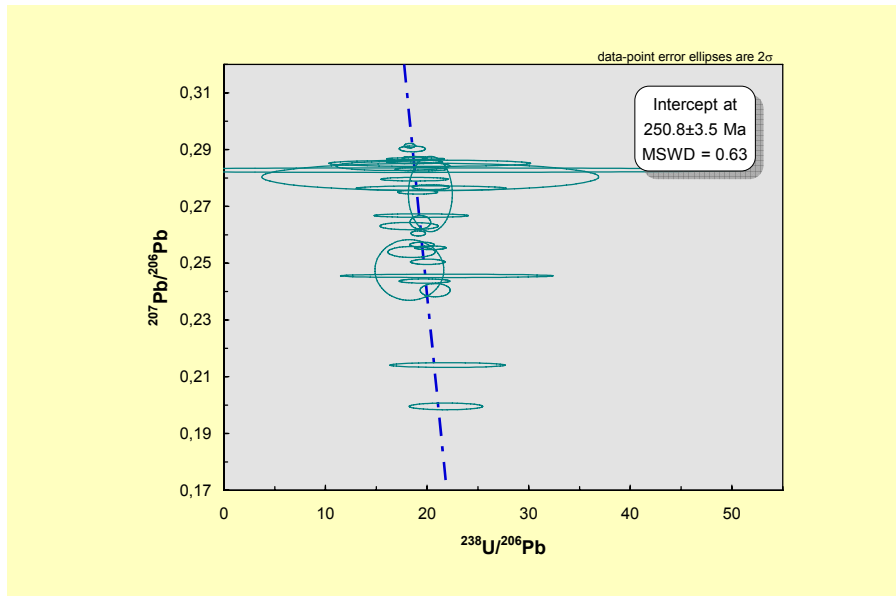


Abb. 15.2. Variant I Altersberechnung.

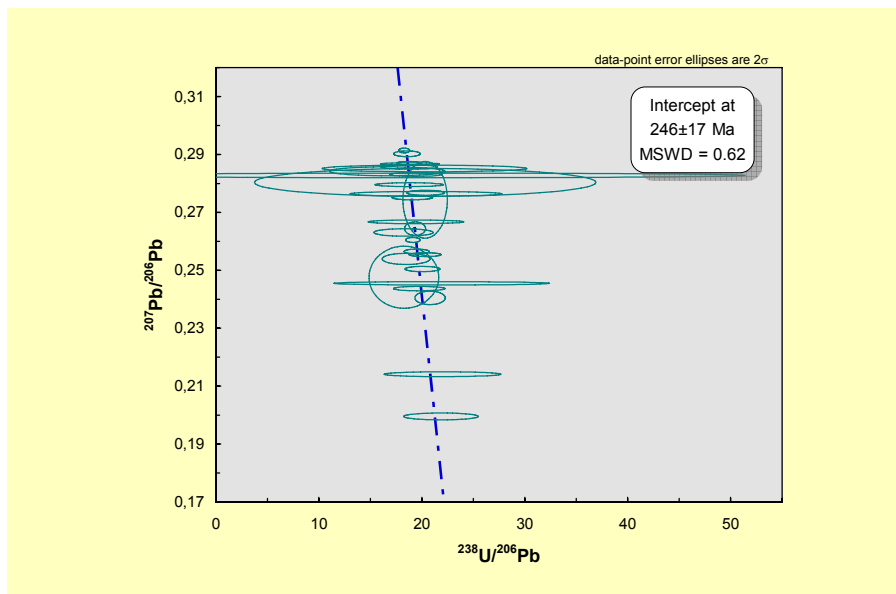


Abb. 15.3. Variant Altersberechnung.

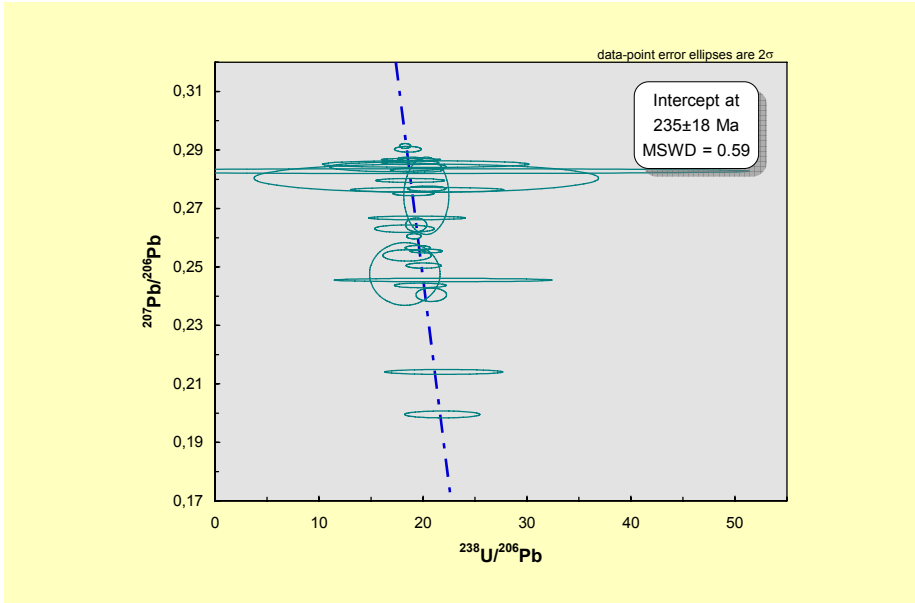


Abb. 15.4. Variant III Altersberechnung.

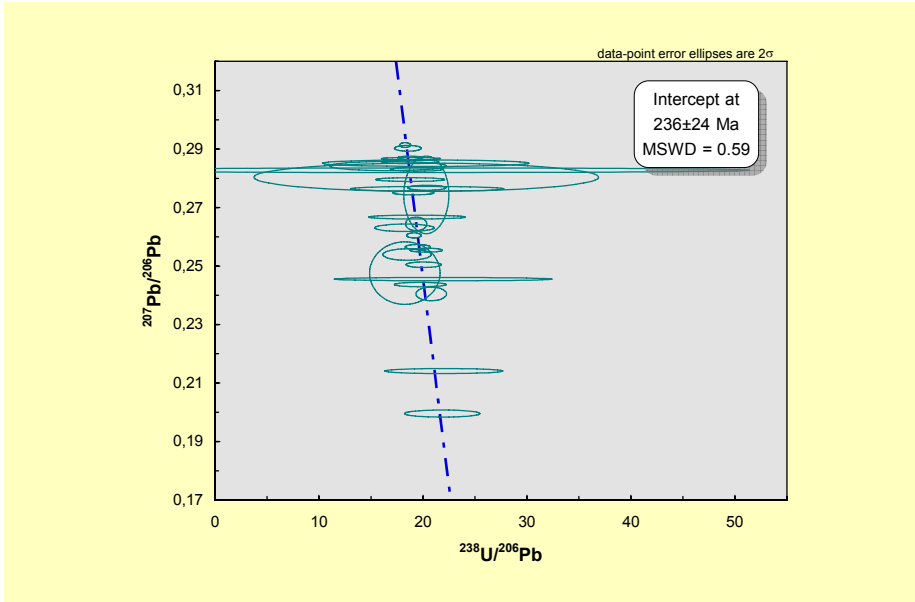


Abb. 15.5. Variant IV Altersberechnung.