

Figure 5.2 Location of **known** mineralisation and distribution of geochemically anomalous stream sediment samples. Known mineral deposit models are assigned, and those suspected on the basis of stream sediment geochemical results/geological considerations, are queried.

Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe



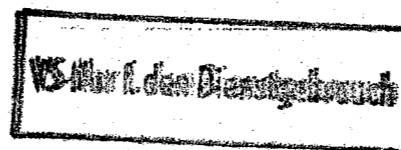
Bundesanstalt
für Geowissenschaften und Rohstoffe

Archiv

103543/I

Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe

Hannover



Bundesanstalt
für Geowissenschaften und Rohstoffe

Archiv 103543/I

Geologische Interpretation der Gebiete Atamo, Balbi und Emperor Range,

N - Bougainville, North Solomon Province, Papua Neuguinea

TZ Papua Neuguinea

Author : Dr. D. Rammlmair

Datum : Juli 1988

Tgb.Nr. : 11477

Archivnr.: 103543

Inhalt:	Seite
Zusammenfassung	1
Einleitung	3
P. PETROGRAPHIE	6
P.1 Vulkanite	6
P.1.1 BILLY MITCHELL	6
P.1.2 NUMA NUMA	6
P.1.3 Mt. BALBI	7
P.1.4 EMPEROR RANGE	8
P.1.5 KIETA	8
P.2 Intrusivgesteine	9
P.2.1 JUNGE INTRUSIVGESTEINE	9
P.2.2 JUNGE SUBVULKANITE	9
P.2.3 KIETA - INTRUSIVGESTEINE	10
P.3 Zusammenfassung	11
Ch. GEOCHEMIE	13
Ch.1 Vulkanite	14
Ch.2 Intrusivgesteine	16
Ch.3 Vergleich Vulkanite - Plutonite	17
Ch.4 Zusammenfassung	18
A. ATAMO	19
A.1 Geologische Übersicht	19
A.2 Erläuterung zu den Geophysikprofilen	20
B. MOUNT BALBI	20
B.1 Geologische Übersicht	20
B.2 Tektonik	22
B.3 Alteration	24
B.3.1 RED RIVER NORTH	25
B.3.2 RED RIVER SOUTH	26
B.3.3 TOGARAU (Uruavi)	28
B.3.4 AITA (Oberlauf)	29
B.3.5 POKOIA	29
E. EMPEROR RANGE	30
E.1 UPPER URUAI	30
E.1.1 Geologische Übersicht	30
E.1.2 Erläuterungen zu den Geophysikprofilen	31
E.2 KUEPO	33
E.3 RAMAZON (linker Quellfluß)	35
E.4 SARIME-S. AIOPE	36
E.5 SARIME-N	37
T. TEKTONIK	38
T.1 Übersicht	38
T.2 Block A EMPEROR RANGE	40
T.3 Block B BALBI - TORE	40
T.4 Block C NUMA NUMA - BILLY MITCHELL - BAKANONI	41
T.5 Block D BAGANA - KARATO - ATAMO - PANGUNA	42
Literaturverzeichnis	43
Anhang: Tabellen, Abbildungen, Fototafeln	

Zusammenfassung

Die Insel Bougainville zeigt ein tektonisch komplexes Bild von ineinandergreifenden Bruch und Störungssystemen. Die jungen Vulkane sind häufig an Gräben gebunden. Einige der jungen Vulkane (Balbi, Tore, Kuepo u.a.) wachsen jeweils auf einem älteren alterierten und teils erodierten Vulkangebäude auf. Eine Vielzahl von Rundstrukturen läßt sich an der Ostseite des Balbi und des Tore, zwischen beiden Vulkangebäuden und im Bereich des Numa Numa beobachten, die zum Teil als Calderen bzw. als Krater erklärt werden können.

Chemisch läßt sich innerhalb der jungen Vulkanite eine altersmäßige Entwicklung von K₂O - reichen, SiO₂ - gesättigten Magmen der älteren Emperor Range Vulkanite, über jüngere Emperor - Range-, Balbi- und Tore - Vulkanite, zu K₂O - ärmeren, SiO₂ - übersättigten Gesteinen des Numa Numa und des Billy Mitchell hin beobachten. Petrographisch lassen sich die letzteren zwei Vulkane gut vom Rest der jungen Vulkane abtrennen.

Die Kieta - Vulkanite und deren zugehörige Plutonite stehen in einem krassen petrographischen und geochemischen Gegensatz zu allen anderen Gesteinen. Es handelt sich um basische, tholeiitische Schmelzen, die als Basalte, basaltische Andesite und Gabbros vorliegen. Eine Reihe von Quarz - porphyrischen bzw. Quarz - führenden intermediären bis sauren Intrusivgesteinen unklarer stratigraphischer Stellung, die teilweise einiges jünger als Kieta - Vulkanite bzw. Keriaka Limestone sein dürften, wurden im Bereich Atamo, Karato, Kopani und "Ples bilong Moses" beobachtet.

Im Bereich Atamo wurde ein geophysikalisches Profilkreuz durch die Mikrodiorit - Intrusion im Zentrum der Caldera gelegt. Eine "side line" durchschlägt eine typische Quarz - Porphy - Intrusion.

Im Einzugsgebiet des rechten Urusi wurden mehrere geophysikalische Profile geologisch aufgenommen. Die Schlußverhältnisse entlang der

Profile sind derart schlecht, daß auf die Luftbildinterpretation zurückgegriffen werden muß. Es handelt sich hierbei um eine Caldera, in deren Zentrum mehrere Rundstrukturen erkennbar sind. Die Gesteine sind argillitisch und propylitisch alteriert.

Auch im Umfeld des Balbi, Sarime und Kuepo lassen sich ausgedehnte Alterationszonen beobachten.

Die Gebiete mit intensiver epithermaler Alteration sind hauptsächlich auf die Bereiche der älteren Vulkanrelikte beschränkt. Die Gesteine sind teils stark brecciert und haben in unterschiedlichem Maße eine Argillitisierung, Alunitisierung, Silifizierung oder Pyritisierung erfahren. In einigen Bereichen wurden erhöhte Edelmetallgehalte beobachtet. Diese Epithermalsysteme sind in den höheren Bereichen durch die Erosion angeschnitten.

Die Intrusionen im Bereich der Emperor Range sowie verdeckte Intrusionen im Bereich des Balbi, stehen wahrscheinlich mit diesen Alterationszonen in direktem Zusammenhang.

Einleitung

Teile der Insel Bougainville wurden 1986 vom Hubschrauber - Team der BGR geophysikalisch aufgenommen. 1987 lagen verschiedene geophysikalische Karten als Grundlage für die Folgearbeiten vor. Eine Unmenge von Anomalien war das Ergebnis einer ersten Sichtung durch das Geophysikteam in Zusammenarbeit mit dem Leiter der geologischen Arbeitsgruppe sowie einem Geologen und einem Geophysiker der "Counterpart" - Behörde. Die Anomalien wurden geordnet, kombiniert und in Gruppen zusammengefaßt. Typische Vertreter der einzelnen Anomalien - Vergesellschaftungen wurden für Boden - Kontrolluntersuchungen ausgewählt. Luftbilddauswertungen, Geländebeobachtungen und Sedimentproben sollten den nötigen geologischen Hintergrund liefern. Die Geländebeobachtungen (Geländebücher I-V), die Luftbild- und Radarbilddauswertung, Petrographie, Geochemie und Alterationsbereiche aus den Untersuchungsgebieten Atamo, Balbi und verschiedenen Bereichen der Emperor Range wurden zusammengefaßt und dargestellt (Kapitel A, B, E mit Abbildungen, Fotos und Tabellen). Die geographische Lage der Insel Bougainville (Abb. 1: Papua Neuguinea) und die Positionen der einzelnen Detailluftbildinterpretationen (Abb. 2: Bougainville) sind in Übersichtsskizzen ausgehalten.

Die Festgesteinsprobennahme im Gelände erfolgte unter unterschiedlichsten Gesichtspunkten. Es sollte zum Einen versucht werden, die Magmatite einzelner vulkanischer Bereiche zu klassifizieren, um Kriterien zur Unterscheidung zu erarbeiten. Weiters sollte eine Kontrolle der chemischen Bilanz alterierter Gebiete einen Hinweis auf Bereiche intensiver epithermaler Überprägung liefern (Tab. B.1-B.5, E.1.1, E.1.2, E.4.1, RFA.7ab).

Alle beprobten Gesteine wurden in einer Tabelle aufgelistet. Rechts- und Hochwerte, Höhenangaben und eine Reihe von geologischen

P.1.4 EMPEROR RANGE

Die Vulkanite aus diesem Bereich gehören einer Reihe von Vulkanen an, die im Gelände und häufig auch im Luftbild nicht mehr als individuelle Vulkankegel erkannt werden können. Petrographisch sind diese Gesteine eng verwandt mit denen des Balbi. Generell sind sie Plagioklas - Klinopyroxen - Opakmineral - Apatit - porphyrisch. Gepanzerter Orthopyroxen tritt bei Baiano, im Sarime-S und im möglicherweise älteren Teil des Kuepovulkans auf. Der jüngere Teil ist Plagioklas - Klinopyroxen - Biotit - porphyrisch. Hornblende wurde als Einsprengling nur in wenigen Proben aus dem oberen rechten Uruai, dem Ope, dem Sarime-S, dem Ramazon Oberlauf, dem Kuepo und bei Wasinobus gefunden (Proben: 72004Ra, 72016Ra, 72018Ra, 2019 - 2021Ra, 2024Ra, 2050Ra, 72063Ra, 4609Bg). Die Luftbilder lassen im Bereich um den Tore und bei Kuepo die am besten erhaltenen Vulkangebäude erkennen. Probe 4604Bg, aus dem Bereich Wasinobus, fällt durch Sanidin -

Einsprenglinge aus dem Rahmen. Die Matrix ist ein feinkörniges Aggregat aus Plagioklas, Pyroxen und Opakmineral; bisweilen jedoch stark umgewandelt. Die Probe 2021Ra beinhaltet einen Fremdeinschluß. Es handelt sich um ein Klinopyroxen - Cumingtonit - Plagioklas - Biotit - Opakmineral - haltiges Gestein mit gabbroidem Gefüge. Die Vulkanite sind nach Einsprenglingsparagenesen in einer Übersichtstabelle geordnet (Tab. P.2).

P.1.5 KIETA

Diese Vulkanite zeichnen sich aus durch eine generelle Abwesenheit von Hornblende/Biotit. Sie sind teils aphyrisch, teils Plagioklas - Klinopyroxen - (Olivin) - porphyrisch. Die Matrix besteht aus Plagioklas, Klinopyroxen und Opakmineral. Sie hat ophitisches Gefüge. Ein Teil der Pillowlaven ist myarolitisch. Die Gesteinsumwandlungen entsprechen der Grünschieferfazies (Tab. P.7: Kieta - Vulkanite).

P.2 Intrusivgesteine

P.2.1 JUNGE INTRUSIVGESTEINE

Die Plutonite vom Uruai, Ramazon und Irung (Tab. P.4: Junge Intrusivgesteine)

haben ein sperriges Plagioklasioklasleistengefüge mit ideo- bis hypideomorphem Klinopyroxen und/oder Biotit und/oder Hornblende. Quarz kann als Zwickelfüller auftreten. Das Auftreten von Hornblende ist nicht an eine einzelne Intrusion gebunden, sondern läßt sich sporadisch in allen untersuchten Intrusionskörpern beobachten.

Kalifeldspat wurde in nahezu allen Proben beobachtet. Die Bildung von Kalifeldspat setzt in den Zwickeln ein (kann mit Quarz graphisch verwachsen sei) und breitet sich entlang von Rißchen bzw. wolkig im Plagioklas aus und kann diesen vollständig ersetzen, sodaß nur noch die Korngrenzen als Reliktgefüge erkennbar sind. In einigen Fällen wurde auch Adular beobachtet. Einige Gesteine haben eine Totaladularisierung erlitten. Nur wenige Proben blieben von der Kalifeldspat - Blastese nahezu verschont. In einigen wenigen Proben wurde kein freier Quarz beobachtet.

Die verschiedenen Intrusionen im Bereich der Emperor Range unterscheiden sich nicht wesentlich voneinander. Turmalin (dkl.blaugrün bis dkl.olivgrün) konnte in den Proben 2133Ra und 6066D (=66D) nachgewiesen werden. In Probe 2026Ra wurde gelber, in Probe 2114Ra grüner Spinell beobachtet. Opake Minerale und Apatit treten in nahezu allen Proben als frühe Phasen auf (Tab. P.5: Junge Intrusivgesteine).

P.2.2 JUNGE SUBVULKANITE

Die Randfazies der Intrusionen weist eine vergleichbare Mineralogie zu

den Plutoniten auf. Sie sind Plagioklas - Klinopyroxen - Opakmineral - Apatit - porphyrisch. Primärer Quarz tritt in einigen Proben auf. Die Matrix ist stark umgewandelt. Manche Proben haben eine intensive K-Metasomatose erfahren (Tab. P.6: Junge Intrusivgesteine, Randfazies)

P.2.3 KIETA - INTRUSIVGESTEINE

Die Intrusionen, die in den Kieta - Vulkaniten stecken, lassen sich nur teilweise als diesen genetisch zugehörig betrachten. Diese Plutonite haben durchwegs ein grobes ophitisches Gefüge. Sie sind Plagioklas - Klinopyroxen - Opakmineral (Magnetit) - porphyrisch. Klinopyroxen kann poikilitisch sein. Olivin (umgewandelt) tritt sporadisch auf. Die Umwandlungen in der Grünschieferfazies sind intensiv (KI in Tab. P.9).

Eine Gruppe von Intrusivgesteinen, die sowohl Kieta - Vulkanite als auch Keriaka Limestone durchschlagen, wurden im Raum Atamo beobachtet (Kf(g)Q in Tab. P.9). Sie sind mit einer Ausnahme (5056Su = 56Su) durchwegs Quarz - Plagioklas - porphyrisch. Häufig tritt auch Hornblende, teils gänzlich umgewandelt, als Einsprengling auf. Von einer Reihe von Intrusivgesteinen sind keine Dünnschliffe vorhanden (Probenserie 5000Su), so daß keinerlei Untergliederung vorgenommen werden konnte.

Im Gegensatz dazu stehen die Proben von "Ples bilong Moses" und Karato, die teils eine intensive K-Metasomatose erfahren haben. Quarz tritt hier nur in Zwickeln auf und ist teils graphisch verwachsen mit Kalifeldspat. Die Proben von "Ples bilong Moses" führen Plagioklas, Hornblende und/oder Klinopyroxen, Opakmineral und Apatit. In den Proben 2711Bg, 2715Bg und 2719Bg tritt zusätzlich Biotit auf. Die Umwandlungen sind mit denen der Emperor Range vergleichbar (Tab. P.8: Kieta - Intrusivgesteine).

Informationen lassen sich daraus entnehmen (Tab. R.1, 1-1, 18: Rock Sample Survey of Bougainville).

Sowohl Proben als auch Beobachtungspunkte sind nach Lokalitäten zusammengefaßt und zu den Geländebüchern in Bezug gesetzt (Tab. P.1, Tabellen R). Die erste Ziffer der dreistelligen bzw. die ersten beiden Ziffern der vierstelligen Ra - Proben beinhalten einen Hinweis auf das Probenentnahmegebiet (Abb. 3: Verteilung der Arbeitsgebiete; Tab. P.1: Erläuterungen zu den Geländebüchern). Ferner wurden, soweit möglich die Proben der anderen Projektmitarbeiter den bearbeiteten Gebieten zugeordnet

Die beprobten Gesteine N-Bougainvilles wurden mit der Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA) der BGR auf 36 Haupt und Spurenelemente untersucht (Analytiker Lodziak / Requard). Die Werte unterhalb der Nachweisgrenze sind in den RFA-Tabellen mit 0.00 für Hauptelemente und 1 für Spurenelemente gekennzeichnet. Die Proben wurden entweder nach Gesteinstyp und/oder nach stratigraphischer Einheit gegliedert und in folgende acht chemischen Tabellen aufgelistet:

Tab. RFA.1ab	Junge Vulkanite
Tab. RFA.2	Kieta - Vulkanite
Tab. RFA.3ab	Plutonite: Kieta- und junge "Intrusiva"
Tab. RFA.4	Subvulkanite: Randfazies der "Intrusiva"
Tab. RFA.5	Tuffe und Agglomerate
Tab. RFA.6	Hornfels
Tab. RFA.7ab	Alterierte Gesteine
Tab. RFA.8	Keriaka Limestone + Chert

Die Vulkanite, Subvulkanite und Plutonite wurden nach der modifizierten Streckeisen nomenklatur klassifiziert und der Normmineralbestand wurde errechnet. Die Ergebnisse sind für die verschiedenen Gesteinstypen, in Abhängigkeit von den petrographischen

Beobachtungen, sofern Dünnschliffe vorhanden waren, nach bestimmten Varianten (trocken / nass / normal) berechnet worden, und in 10 Tabellen wie folgt aufgelistet:

Tab. N.1	Junge Vulkanite	(trocken)
Tab. N.2ab	Junge Vulkanite	(nass)
Tab. N.3	Junge Subvulkanite	(trocken)
Tab. N.4	Junge Subvulkanite	(nass)
Tab. N.5	Junge Plutonite	(trocken)
Tab. N.6	Junge Plutonite	(nass)
Tab. N.7	Kieta - Vulkanite	(trocken)
Tab. N.8	Kieta - Dikes	(normal)
Tab. N.9	Kieta - Subvulkanite	(nass)
Tab. N.10	Kieta - Plutonite	(nass).

Zusätzlich wurden "stream sediment" Proben (2001-2032Ra und 2101-2107Ra) als Ergänzung zum "stream sediment sample survey" der Counterpart - Geologen (Geological Survey, P.N.G.) genommen. Die Sedimentbeprobungs - Kampagne des Geological Survey hat die Beprobung aller Nebenbäche bis dritter Ordnung auf der Insel Bougainville zum Ziel. Als Überprüfung der gewonnenen Daten wurden in allen größeren Flüssen sowie in deren großen Zuflüssen "stream sediment" - Großproben für "bulk cyanid leaching" von H.Kästner und Dominic (einer der "liaison officer") gesammelt (Die "stream sediment" - Daten werden in einem eigenen Bericht behandelt).

P PETROGRAPHIE

Die leicht alterierten und frischen Gesteine wurden petrographisch untersucht. Eine Übersicht über die Einsprenglingsverteilung der jungen Vulkanite und den Primärmineralbestand der jungen Plutonite ist in Tabelle P.2, bzw. P.4 gegeben. Die Tabellen P.3:I, II und P.5 - P.9 zeigen in detaillierterer Weise die Verteilung der Einsprenglinge, Matrix und Umwandlung in allen untersuchten Magmatite.

P.1 Vulkanite

P.1.1 BILLY MITCHELL

Generell Plagioklas - Hornblende - Opakmineral - Apatit - porphyrisch.

Klinopyroxen tritt als Einsprengling auf (Probe 3001Bg, 3401Bg), als gepanzertes Relikt auf (Probe 3101Bg, 3301Bg), oder fehlt völlig (3201Bg: Bims). Die Matrix ist glasig und führt Plagioklas-, Opakmineral - Microlithen. Die Umwandlungserscheinungen sind geringfügig (Tab. P.3: Junge Vulkanite).

P.1.2 NUMA NUMA

Generell Plagioklas - Hornblende porphyrisch (+- Klinopyroxen).

Orthopyroxen tritt als Reaktionssaum um Hornblende auf (Probe 1806Ra). In Probe 1805Ra tritt neben Titanaugit auch Rutil auf. Die Proben 1801Ra und 1806Ra haben umgewandelten Biotit. Die Plagioklas - Pyroxen - Opakmineral - Matrix ist feinkörnig und die Umwandlung etwas intensiver als bei Billy Mitchell (Tab. P.3: Junge Vulkanite).

P.1.3 Mt.BALBI

Die untersuchten Lavaflows des Balbi sind durchwegs Plagioklas - Klinopyroxen - Magnetit - porphyrisch. Die Matrix ist glasig oder mikrokristallin. Zusätzlich wurde Klinopyroxen - gepanzelter Orthopyroxen als Relikt in nahezu allen Proben beobachtet. Nur in Probe 1905Ra tritt Orthopyroxen in etwa gleicher Menge wie Klinopyroxen als Einsprengling auf. Die gepanzerten Relikte von Orthopyroxen deuten auf eine chemische Reaktion von Orthopyroxen (Hypersthen) mit einer frischen, Ca - reichen Schmelze hin (Tab. P.3: Junge Vulkanite).

Proben, die dem älteren Vulkangebäude Balbi I anzurechnen sind, haben höhere Apatitgehalte und haben zusätzlich Einsprenglinge von Biotit oder Hornblende.

Im Gegensatz dazu handelt es sich bei den Proben, die Balbi II zuzuordnen sind, um trockene Schmelzen.

Olivin konnte nicht beobachtet werden, könnte jedoch in Probe 1304Ra vorhanden gewesen sein (Smectit - Pseudomorphose nach Olivin).

Ähnliche Beobachtungen wurden bereits von Blake und Mietzitis (1977) beschrieben. Sie konnten Olivin in einigen Proben nachweisen.

Auffallend ist, daß manche Agglomerate Komponenten führen, die eventuell auf ein metamorphes Basement hindeuten könnten. Ein solcher Fremdeinschluß wurde in der Probe 2609Ra beobachtet. Das untersuchte Fragment ist ein fleckiges Plagioklas - Klinopyroxen - Apatit - Opakmineral - Gestein mit gneisigem Gefüge. Der Plagioklas ist Anorthit - reich und nicht zonar. Der Klinopyroxen ist verzwillingt und deformiert und teilweise in eine dunkelbraune Hornblende umgewandelt. Der Plagioklas - Gehalt ist in den hellen Bereichen größer als der von Klinopyroxen und Opakmineralen, in den dunklen Flecken jedoch einiges geringer.

P.3 Zusammenfassung

Die untersuchten Vulkanite lassen sich in drei große Gruppen zusammenfassen. Die am deutlichsten abgrenzbare Gruppe ist jene der Kieta - Vulkanite. Sofern diese Einheit als Pillowlaven ausgebildet ist, ist die Zuordnung nach geologischen, petrographischen und geochemischen Gesichtspunkten eindeutig. Die Vulkanite sind meist porphyrisch, selten aphyrisch. Plagioklas, Klinopyroxen, Magnetit und sporadisch auch Olivin stecken in einer Matrix aus Plagioklas, Pyroxen und Magnetit mit ophitischem Gefüge.

Deutlich abzugrenzen sind auch die Vulkanite des Billy Mitchell und des Numa Numa. Diese Gesteine sind bis auf Probe 1805Ra (als Einsprenglinge nur Titanaugit, Opakmineral und Apatit, Numa Numa) durchwegs Plagioklas-, Hornblende-, Magnetit- und Apatit- porphyrisch. Klinopyroxen, falls vorhanden, tritt mengenmäßig weit hinter Hornblende zurück. Biotit kommt nur sporadisch vor. Die Matrix ist glasig bzw. ein feinkörniges Gemenge aus Plagioklas, Pyroxen und Magnetit.

Die restlichen Gesteine lassen sich pauschal zusammenfassen zu den Balbi - Tore - Emperor Range - Vulkaniten. Charakteristisch erscheint hier die geologische Beobachtung von alten, in relativ ausgedehnten Bereichen alterierten Vulkangebäuden (Balbi I, Tore I, Kuepo I, etc.), die von jungen, kaum bzw. nicht alterierten Vulkaniten einer zweiten Generation von Vulkanen (Balbi II, Tore II, Kuepo II, Sarime - Bereich, Baniu - Plateau) überlagert werden. Alle Vulkanite des Balbi - Tore - Emperor Range - Gebietes sind Plagioklas-, Klinopyroxen-, Magnetit- und eingeschränkt Apatit - porphyrisch (Ausnahmen sind 1602Ra, 2050Ra in Tab.3).

Die Balbi- und Tore II - Vulkanite sind außerdem fast durchwegs, falls die jeweilige Zuordnung zutrifft, Orthopyroxen - führend. Die Balbi I

Vulkanite sind im Gegensatz zu denen des Balbi II Apatit - reicher und können Hornblende oder Biotit als Einsprenglinge führen. Das Auftreten von Hornblende neben Biotit - Einsprenglingen scheint für Tore II bzw. für die relativ jungen Vulkangebäude (am Aiope und am Sarime-S, Sarime-N und oberen Ramazon) entlang der Wasserscheide in der Nachbarschaft des Tore charakteristisch zu sein. Die jüngeren Vulkanite aus dem Bereich Kuepo und Eric's River, Tofu und Baiano (die altersmäßige Zuordnung ist hier fraglich) können auch gepanzerte Orthopyroxene neben Biotit - Einsprenglingen aufweisen.

Tore I - Gesteine und ein Großteil der älteren Emperor Range - Vulkanite haben generell keine Orthopyroxen - Relikte. Biotit tritt sporadisch auf.

Bei den Plutoniten und deren Randfazies lassen sich die Intrusionen, die in den Kieta - Vulkaniten stecken, scharf von denen der Emperor Range abgrenzen. Die Kieta - Intrusivgesteine setzen sich einerseits zusammen aus Plutoniten, die in einem genetischen Zusammenhang mit den Vulkaniten stehen. Es handelt sich hierbei um Quarz - freie, Plagioklas-, Klinopyroxen- (poikilitisch) und Magnetit - Gesteine mit grobkörniger ophitischer Matrix.

Andererseits wurden einige Intrusionen beobachtet, die keinen direkten genetischen Bezug erkennen lassen und die deshalb als Post - Kieta - Plutonite in Kieta - Vulkaniten angesprochen werden.

Die westlichere der zwei Intrusionen in der Nähe von "Ples bilong Moses" (Moses in Abb.B.2) ist eindeutig prä-Keriaka, da die Basis des Keriaka Limestone auf einem Erosionsniveau ansetzt. Plagioklas, Hornblende, Magnetit, Apatit sind durchwegs vorhanden. Klinopyroxen und Biotit wurde nur sporadisch beobachtet. Quarz, graphisch verwachsen mit Kalifeldspat, tritt in Zwickeln auf. Der Plagioklas wird von Kalifeldspat verdrängt.

Die östliche Intrusion führt neben Plagioklas, Klinopyroxen, Quarz, Magnetit und Apatit, auch Hornblende und Biotit. Kalifeldspat tritt in einer Probe auf (2715Ra).

Die Quarz - Plagioklas - Hornblende - Magnetit - Porphy - Intrusionen im Bereich von Atamo durchschlagen Kieta - Vulkanite und Keriaka - Kalke.

Die Emperor Range - Plutonite sind fast durchwegs Plagioklas-, Klinopyroxen-, Biotit-, Magnetit- und Apatit - haltige Gesteine in denen sporadisch Hornblende auftritt. Generell läßt sich eine Kalifeldspat - Blastese unterschiedlichster Intensität beobachten. Kalifeldspat kann in Zwickeln graphisch mit Quarz verwachsen sein. Die einzelnen Intrusionen der Emperor Range lassen sich petrographisch nicht eindeutig voneinander abtrennen. Durch die räumliche Nähe und den petrographischen Vergleich läßt sich ein genetischer Zusammenhang nicht ausschließen. Diese Intrusivgesteine können den älteren Vulkaniten der Emperor Range zugeordnet werden und dürften die ausgedehnten Alterationsbereiche mitverursacht haben (Abb.E.2.2).

Ch GESTEINS - GEOCHEMIE

Die untersuchten Magmatite aus dem nördlichen und dem zentralen Teil Bougainvilles sind Vulkanite, Subvulkanite und Intrusivgesteine. Die Proben wurden mit der Röntgenfluoreszenz (BGR) auf 36 Haupt- und Spurenelemente untersucht. Durch die freundliche Hilfe von Dr. Besang konnten die magmatischen Gesteine nach der modifizierten Streckeisen nomenklatur (P. Müller, 1982) gerechnet werden. Anhand der Petrographie der Einsprenglinge wurden die Gesteine in nass bzw. trocken klassifiziert.

Ch.1 Vulkanite

Die Berechnungen erbrachten, daß es sich bei den untersuchten Vulkaniten hauptsächlich um Andesite und Quarzandesite handelt. Einige Proben wurden als SiO_2 untersättigte Andesite, bzw. Latite gerechnet (Tabelle RFA.1-8 und N.1-10). Im Streckeisendoppeldreieck (Programm Besang 1988; Abb. Ch.1) sind die jungen, post - Kieta - Vulkanite (Vulkanitnorm: trocken und nass), sowie die Kieta - Vulkanite (trocken) nach Lokalität dargestellt. Die Vulkanite (trocken und nass) des Balbi, Tore und aus der Emperor Range fallen fast durchwegs in die Felder 8 (Latit), 9 (Latit - Andesit) und 10 (Andesit) des Streckeisendoppeldreiecks. Im Gegensatz dazu stehen die Vulkanite des Numa Numa und Billy Mitchell, die in die Felder 10 und 5 (Quarz - Andesit) und hier gehäuft auf die Quarz - Plagioklas -

Verbindungsline plotten. Auch die Kieta - Vulkanite fallen gehäuft auf diese Verbindungsline. Im Vergleich Kieta - Vulkanite mit Billy Mitchell, Numa Numa und einem Teil der Emperor Range ist der Anteil an mafischen Mineralen bei den Kieta - Vulkaniten mit etwa 40% deutlich höher als in den jüngeren Vulkaniten.

Die älteren Kieta - Vulkanite haben einen tholeiitischen Charakter, wohingegen die jüngeren Vulkanite Kalkalkaliäffinität aufweisen.

Diese Untergliederung läßt sich durch eine Reihe herkömmlicher Diagramme belegen.

Die Darstellung $\text{K}_2\text{O} - \text{SiO}_2$ zeigt eine deutliche Gruppierung innerhalb der Kalkalkalivulkanite. Die Emperor Range - Vulkanite häufen sich bei hohen K_2O - Werten, Tore, Balbi I und II und ein Teil der Emperor Range - Vulkanite bei mittleren K_2O - Gehalten und Billy Mitchell und Numa Numa bei niederem K_2O . Die K_2O - Gehalte der Kieta - Vulkanite sind bei weitem am niedrigsten (Abb. Ch.2).

In der Darstellung a) $\text{SiO}_2 - \text{FeO}^*/\text{MgO}$ zeigen die Vulkanite eine weite Streuung. Eine leichte Abhängigkeit läßt sich im Diagramm b) $\text{FeO}^* - \text{FeO}^*/\text{MgO}$ ablesen, wo eine leicht positive Korrelation der Kieta - Vulkanite und ein leicht negativer Trend der jungen Vulkanite erkennbar ist. Im Diagramm c) $\text{TiO}_2 - \text{FeO}^*/\text{MgO}$ kommt letzterer Trend noch deutlicher heraus. Die Kieta - Vulkanite zeigen eine etwas breitere Streuung (Abb. Ch.3a-c).

Im Diagramm $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O} - \text{FeO}^* - \text{MgO}$ fallen die jungen Vulkanite fast ausschließlich in das Kalkalkalifeld (CA). Die Kieta - Vulkanite hingegen fallen ins Tholeiitfeld, bzw. an die Grenze (Abb. Ch.4).

In der Darstellung $\text{K}_2\text{O} - \text{TiO}_2 - \text{P}_2\text{O}_5$ ist der Unterschied zwischen den beiden Gesteinsgruppen noch deutlicher zu sehen. Die Kieta - Vulkanite fallen großteils ins Tholeiitfeld, die jungen Vulkanite hingegen splitteln nahe der K_2O - Ecke in je einen P_2O_5 - und einen TiO_2 - reichen Trend auf (Abb. Ch.5).

Die Dreiecksdarstellung $\text{Na}_2\text{O} - \text{K}_2\text{O} - \text{CaO}$ unterstreicht die CaO - Betonung der Kieta - Vulkanite und zeigt ein relativ konstantes $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$ Verhältnis für die jungen Vulkanite bei wechselnden CaO - Gehalten an (Abb. Ch.6).

Trägt man TiO_2 gegen Zr auf, so zeigt sich ein steiler Anstieg der TiO_2 - Gehalte bei steigendem Zr für die Kieta - Vulkanit - Proben, wohingegen die jungen Vulkanite, TiO_2 generell unter 1 Gew.%, ein breites Band mit leicht negativer Korrelation erkennen lassen (Abb. Ch.7).

Betrachtet man die Darstellung $\text{Zr} - \text{Ti}/100 - 3\text{Y}$ (Felderteilung nach Pearce & Cann, 1973; offene Grenzen: Rehm, 1982), so fällt der Großteil der jungen Vulkanite in das Feld B (Calalkali Basalts). Ein Teil der jungen Vulkanite und Kieta - Vulkanite fallen in die Felder A und C (A Within Plate Basalts, C Low Potassium Tholeiites; Abb. Ch.8).

Im Diagramm $\text{Zr} - \text{Ti}/100 - \text{Sr}/2$ fallen die jungen Vulkanite großteils

in das Feld der CAB (Calcalkali Basalt), teils in das LKT - Feld (Low Potassium Tholeiite). Einige Proben plotten außerhalb der Felder nahe der Sr/2 Ecke. Die Kieta - Vulkanite fallen fast durchwegs in die Felder der LKT und OFB (Ocean Floor Basalt; Abb. Ch.9).

Eine Klassifikation im Sinne von Pearce & Cann (1973) kann nicht ohne Einschränkung durchgeführt werden, da ein Teil der untersuchten Proben nicht den geforderten Limits genügt. Es soll jedoch der generelle Trend aufgezeigt werden.

Ch.2 Intrusivgesteine

Im Diagramm $\text{Na}_2\text{O} - \text{K}_2\text{O} - \text{CaO}$ für Intrusivgesteine läßt sich ein mit den Vulkaniten vergleichbarer Trend beobachten. Die Kieta -

Intrusivgesteine (4 Subvulkanite, 6 Plutonite und * Dikes in Abb.

Ch.10) sind generell K_2O - arm und relativ CaO - reich. Proben mit

erhöhten K_2O gehalten sind auf eine Kalifeldspatblastese

zurückzuführen. Emperor Range und Balbi (3 Subvulkanite, 5 Plutonite

in Abb. Ch.10) zeigen bei variablen CaO - Gehalten etwa

gleichbleibende $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$ Verhältnisse. Eine Reihe von

Intrusivgesteinen der Emperor Range erscheint stark K_2O - betont.

Diese Gesteine haben eine intensive K_2O - Zufuhr in einem

spätmagmatischen bzw. einem metasomatischen Stadium erlitten und

suggestieren durch diese Gehalte einen Alkalischarakter der Intrusionen.

Aus petrographischen Gründen muß jedoch ein Alkalischarakter für den

Großteil der Intrusionen ausgeschlossen werden. Die spätmagmatische

bzw. postmagmatische K_2O - Zufuhr führte zu einer intensiven

Metasomatose des Gesteins, wobei die ursprünglichen Plagioklasioklase

von Kalifeldspat von den Zwickeln her, teils quantitativ, aufgezehrt

werden und nur noch als Gefügerelikte erkennbar sind. Der Kalifeldspat

kann mit spätem Quarz im Randbereich der Plagioklase graphisch

verwachsen sein. Adular als letzte Bildung konnte in einigen Proben beobachtet werden. Es kommt in manchen Bereichen zu einer totalen Adularisierung.

Im Streckeisendoppeldreieck fallen die Emperor Range - Plutonite und deren Randfazies (Microdiorite) mit einigen Ausnahmen quantitativ in die Felder 8 (Monzonite) und 9 (Monzodiorite). Im Gegensatz dazu fallen die Kieta - Intrusivgesteine, Microdiorite und Gänge in die Felder 9, 10 (Diorit/Gabbro), 5 (Tonalit) und 4 (Granodiorit). Kieta - Intrusionen und Emperor Range - Intrusionen unterscheiden sich charakteristisch von einander (Abb. Ch.11).

Ch.3 Vergleich Vulkanite - Plutonite

Im Diagrammen $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O} - \text{SiO}_2$ (Gew.%; Le Bas et al., 1986) sind a) die Jungen Vulkanite, b) Kieta - Vulkanite und c) Plutonite allgemein nach der Lokalität dargestellt.

Die Kieta - Vulkanite, im Vergleich dazu die Plutonite, sind generell SiO_2 - übersättigt ("oversaturated"). Diese Gesteine fallen in die Felder für Basalt (B), basaltischer Andesit (O1), Andesit (O2) und Dazit (O3).

Die Emperor Range-, Balbi- und Tore - Vulkanite sind SiO_2 - gesättigt und fallen in die Felder für Latibasalt (S1), basaltischer Latiandesit (S2), Latiandesit (S3) und Latit (L) des Diagramms. Die Vulkanite des Numa Numa und Billy Mitchell sind leicht SiO_2 - übersättigt und fallen in die Felder für basaltischen Andesit (O1), Andesit (O2) und Dazit (O3). Stark differenzierte bzw. alterierte Plutonite fallen in das Feld für Rhyolithe (R).

Es zeigt sich hier eine gute Übereinstimmung der Emperor Range - Vulkanite und Plutonite. Die Balbi-, Tore - Vulkanite und ein Teil der

Emperor Range - Plutonite und Vulkanite sind Alkalien - ärmer als der Großteil der Emperor Range - Plutonite und Vulkanite. Die Emperor Range - Plutonite fallen in eine weitere SiO_2 Spanne als die vergleichbaren, möglicherweise genetisch zugehörigen Vulkanite. Innerhalb der jungen Vulkanite haben Numa Numa und Billy Mitchell eine Sonderstellung. Sie haben die niedrigsten Alkalisummen und sind in ihren Gehalten vergleichbar mit den Quarz - Plagioklas - porphyrischen Kieta - Intrusionen.

Die Kieta - Vulkanite streuen stark, da teils variolitisch, stimmen jedoch mit den Kieta - Intrusionen, welche ein ophitisches Gefüge aufweisen chemisch überein.

Ch.4 Zusammenfassung

Die chemischen Untersuchungen haben gezeigt, daß die Kieta - Vulkanite tholeiitischen Charakter haben und sich eindeutig von den jüngeren Gesteinen kalkalkalischer Affinität abgrenzen lassen.

Die jungen Vulkanite lassen eine mögliche altersbedingte chemische Abfolge erkennen. Die Emperor Range - Vulkanite zeigen höhere Alkalisummen als die Vulkanite des Balbi und des Tore und die jüngeren Vulkanite der Emperor Range. Billy Mitchell- und Numa Numa - Vulkanite haben die niedrigsten Alkalisummen.

Beim chemischen Vergleich der Vulkanite mit den Plutoniten zeigt sich eine gute Korrelation der schwächer differenzierten Plutonite mit den Vulkaniten. Die starke K-Metasomatose einiger Proben verschiebt die Probenpunkte zu höheren Alkalisummen und höherem SiO_2 . Eine Cu - Au - Vererzung kann mit dieser Alteration einhergehen (Ramazon - Oberlauf). Die Intrusionen, die in den Kieta - Vulkaniten stecken, lassen zwei Trends erkennen:

Zum einen basische Gesteine, die in direktem genetischen Zusammenhang

mit Kieta - Vulkaniten stehen, zum anderen intermediäre bis saure Quarz - porphyrische Intrusionen, die sicherlich jünger als die Kieta - Vulkanite und teilweise auch jünger als Keriaka Limestone sind (Hornfels und Skarn). Ihre stratigraphische Stellung ist noch weitgehend unklar.

A ATAMO

=====

A.1 Geologische Übersicht

Im Luftbild lassen sich im Raum Atamo deutlich zwei

ineinandergeschachtelte Zirkularstrukturen mit Schalenbau erkennen. Sie liegen im Zentrum des Tales. Mikrodiorit in unterschiedlichen Korngrößen ummantelt von Hornfels steckt hier in Pillowlaven der Kieta Vulkanite. Die Kieta Vulkanite sind eine Abfolge von Pillowlaven und zugehörigen Intrusivgesteinen (Plutonite, Gänge), Andesiten und Tuffen. Die Fossilien der kalkigen Matrix der Pillowlaven belegen mittel- bis obereozänes Alter derselben (datiert durch W. Weiß, BGR an Probe 41Bg: kalkige Zwickel in Pillowlaven). Die Tuffe fallen im S des Tales 180/45 (Fallrichtung nach Clar)^{*} und weisen eine intensive Zergleitung auf.

Strandkonglomerate (Probe 38Bg), bestehend aus Pillowkomponenten und Kalkmatrix, vergleichbar mit den Konglomeraten miozänen Alters am Mt. Takopopor (Wakunai), überlagern Tuffe und Pillows der Kieta Vulkanite und leiten über in eine Abfolge von Keriaka-Limestone, der als Riff- und Lagunenfazies vorliegt (Fallen 15-30; Probe 39Bg).

* Alle angegebenen Werte als Azimuth d. Fallrichtung

Foraminiferenkalk, Mittel- bis Obereozän datiert durch W. Weiß).

Die bereits erwähnten Microdiorite liegen im Zentrum des Tales und formen dort eine Erhebung, die von den beiden Hauptflüssen, dem Kwin im W und dem Bitero im E, umflossen wird. Die Talflanken des Haupttales bestehen aus der oben beschriebenen Stratigraphie. Der Keriaka Limestone umrahmt nahezu geschlossen das Tal von Atamo und wird von Agglomeraten und Tuffen fraglicher Zuordnung im NW bedeckt. Entlang der Talflanken treten beinahe äquidistant vom Zentrum kleine Gänge und "Plugs" von Quarz-Plagioklas-Porphyr auf. Sie durchschlagen Kieta Vulkanite und Keriaka Limestone (Abb. A.1: Stratigraphisches Profil; Abb. A.2: Luftbildauswertung).

Das Tal von Atamo wird hier als eine Explosionscaldera interpretiert. Der Zwiebelschalenbau des Microdiorites im Zentrum deutet auf Abkühlungsgefüge einer seichten Intrusion hin (Schlotbereich), wohingegen die Quarz-Plagioklas-Porphyre auf den Schneidepunkten von Ring- und Radialstörungen sitzen.

A.2 Erläuterungen zu den Geophysikprofilen

Im Zentrum des Tales wurde ein Profilkreuz angelegt (main cross). Die Achsen W. und S bleiben innerhalb der Umrahmung des Microdiorites nur die N- und E-Achse gehen darüber hinaus und erfassen Hornfels und Pillowlaven der Umrahmung.

Möglicherweise treten im Zusammenhang mit dem Schalenbau des Microdioritstockes späte differenzierte Magnetit-reiche Schmelzen zwischen den einzelnen Schalen auf und erklären dadurch die gerade an diesen morphologisch gekennzeichneten Übergängen auftretenden magnetischen Anomalien (Anomalien: 650-750E, 600S, 900S 125-225W, 300-375W, 600-700W und 300N). Die magnetische Anomalie 675-900N dürfte

den Übergang zu den Pillowlaven darstellen, wohingegen 1250E und 1375-1450E eher auf Hornfels bzw. Magnetitskarn zurückzuführen sind. Als Ergänzung wurde im NE ein weiteres Profil ("side line"; Abb. A.3) geplant, welches einen Quarz-Plagioklas-Porphyr mit dazugehörigem Magnetit-Skarn und Hornfels durchlaufen sollte. Die extrem schlechten Aufschlußverhältnisse erschweren eine detaillierte Interpretation der Geophysik, es scheint sich jedoch die Geologie als ganzes zu bestätigen. Das N-Profil beginnt im Quarz-Plagioklas-Porphyr, leitet über in einen Plagioklas-Porphyr mit feinkörniger Randfazies mit anschließender Hornfelsabfolge, die auch die Überlagernden Tuffe teilweise erfaßt und silifiziert. Pillowlaven und/oder Tuffe schließen das Profil ab.

B MOUNT BALBI

=====

B.1 Geologische Übersicht

Der Mount Balbi bildet die höchste Erhebung auf Bougainville. Das Erscheinungsbild dieses Vulkans ist geprägt durch Steilabbrüchen an der NE- und E-Seite sowie durch gewaltige Erosions-/Explosionscalderen. Die S- und W-Seiten hingegen weisen eine sanftere Hangneigung auf und sind dicht bewachsen. Im tieferen Abschnitt der SW-Flanke paust sich die Karstmorphologie des von den Vulkaniten des Balbi überdeckten Keriaka Limestones durch (Abb. B.1: Luftbildinterpretation). Die Gipfelregion ist charakterisiert durch eine Reihe von teils sich überschneidenden Kratern. Ein großes Solfatarenfeld entlang von E-W streichenden Störungen im W der

Kraterkette mit Wasserdampftemperaturen von knapp 200 Grad Celsius sowie eine Anzahl von kleineren Solfataren in einigen Kratern und tiefen Taleinschnitten im E deuten zusammen mit einer Reihe von heißen Quellen (T von 25 bis 96 Grad Celsius auf eine schlummernde Aktivität des Vulkans hin.

Luftbildauswertung hat gezeigt, daß die jungen Krater wahrscheinlich in einer alten Summitcaldera sitzen (Abb. B.2: Lineamentkarte). Für die Existenz dieser Caldera spricht der gut sichtbare Rand der Caldera an der N- und E-Seite der Gipfelregion. Ein schlagkräftiges Argument ist weiters im Bereich Red River South, unmittelbar am angenommenen Calderenrand, zu finden, wo stark alterierte Flows, Tuffe und Agglomerate eines älteren Vulkangebäudes (Balbi I) diskordant von jungen frischen Flows und Agglomeraten (Balbi II) überlagert werden (Fotos: B.1, B.2 und B.3). Das Vulkangebäude Balbi I hat einen viel größeren Raum eingenommen als Balbi II. Ein weiterer Hinweis sind die mächtigen Laharströme im Bereich von Togarau, die an der SE-Seite von jungen Balbi II Flows überlagert werden. Ein Teil der Laharströme im Uruavi beinhaltet alterierte Blöcke, welche auch Balbi I zugerechnet werden können.

Die Anlagen des Explosionskraters im Oberlauf des Red River North (Kraterseesedimente) und des großen Erosionsamphitheaters im Oberlauf des rechten Aitaarms könnte möglicherweise zeitgleich mit der Gipfelcaldera des Balbi I entstanden sein.

Die Gipfelregion des Balbi ist von Billy Mitchell-Aschen bedeckt, welche ihrerseits durch Sulfate der aktiven Solfataren überkrustet sind.

Die Tektonik im Raum Balbi ist durch ein kompliziertes Ineinandergreifen von Fotolineationen und Bruchsystemen gekennzeichnet. Anhaltspunkte für eine Bruchtektonik sind durch das lokale Auftreten von Keriaka Limestone und Kieta Vulkaniten gegeben. Die Balbi-Vulkanite lagern im Raume Ururva und Uruavi teils auf Keriaka Limestone, teils auf Kieta Vulkaniten, die durch inselparallele und quer dazu streichende Halbgräben gegen Balbi hin in mehreren Stufen abgesenkt sind (Abb. B.3: Bruchtektonik).

Die Bruchtektonik wird durch die unterschiedliche Höhenlage und das variable Streichen von Keriaka Limestone und das Auftreten von Kieta Vulkaniten belegt.

Die steilen, einseitigen Laharanschnitte entlang der Unterläufe des Uruavi, Ururva (Abb. B.3) und Aita (Abb. B.2) deuten auf Sprunghöhen bis zu einigen hundert Metern für die quer zur Insel streichenden Bruchsysteme hin. Auch die Morphologie des Balbi selbst weist auf eine derartige Tektonik hin (Abb. B.2).

An der E-Flanke des Balbi lassen sich eine Reihe von Rundstrukturen beobachten, die zum Teil als Adventivkrater angesehen werden können. Auch zwischen Togarau und Mapia, bei Hibu, ist eine ausgeprägte Rundstruktur zu beobachten. Es handelt sich hierbei um ein sehr flaches Gelände, wo feinkörnige, mächtige, lehmig verfestigte Sedimente (Moat) ringförmig von etwas härteren Vulkaniten umrahmt werden. Im Anschluß daran läßt sich nordwestlich Hibu gegen Balbi hin ein Zwiebelschalenbau erkennen, der von den tiefeingeschnittenen Armen eines Nebenflusses des Uruavi nachgebildet wird (Abb. B.3).

Im N des Balbi ist der Übergang zum Tore-Vulkangebäude durch eine Reihe erodierter Krater (Kraterseesedimente) gekennzeichnet.

Im Bereich des Ururva wurden Kalke (Keriaka Limestone: Probe 502Ra) und Pillowfragmente (Kieta Vulkanite: Proben 501Ra, 503Ra, 504Ra, 507Ra) als Gerölle neben Agglomeraten und Andesiten des Balbi

beobachtet. Die Pillowlaven haben teils eine intensive K-Metasomatose erfahren. Eine Dioritprobe (505Ra) aus diesem Raum deutet darauf hin, daß eventuell eine Balbi zugehörige Intrusion angeschnitten wurde, zumal besagte Probe chemisch mit den Intrusionen von Puspa und Melilup vergleichbar ist, jedoch erhebliche Unterschiede zu den Kieta-Intrusionen im Bereich "Ples bilong Moses" aufweist (Moses in Abb. B.3).

Im Uruavi lassen sich Pillowlaven (Kieta Vulkanite: Probe 1001Ra; Foto B.4) beobachten, die von ca. 0.5m miozänen Foraminiferenkalken (Keriaka Limestone: Proben 1003-1005Ra, datiert durch W.Weiß, BGR), bzw. von lagigen Strandschottern, die sich hauptsächlich aus Kieta Vulkanit-Fragmenten (Probe 905Ra) zusammensetzen, überlagert werden (keine direkten Kontakte). Diese groben (faustgroß) Strandschotter haben im höheren Niveau karbonatisches Bindemittel und gehen über in sandige (Kieta Vulkanit-Sand) bis nahezu reine Karbonate (Keriaka Limestone: Probe 901-904Ra; Foto B.5).

Über dem Keriaka Limestone nimmt der Gehalt an Kieta Vulkanit-Fragmenten ab, und die Beeinflussung durch Balbi/Numa Numa-Material nimmt schlagartig zu. Im höheren Teil des Profils am Mt. Takopopor lassen sich pliozäne Karbonatlagen und -linsen (Probe 906Ra, datiert durch W.Weiß, BGR; Foto B.6) mit Tufflagen (Balbi: Probe 907Ra) neben Sandlagen beobachten.

Darüber treten dann mächtige Laharströme mit großen Blöcken auf, die entweder Balbi oder Numa Numa entstammen; dies setzt in beiden Fällen ein rasch wachsendes, aktives Vulkangebäude im Hinterland voraus (Abb. B.4: Idealisierte Stratigraphie Raum Balbi - Wakunai).

B.3 Alteration

Das Auftreten von Solfataren in der Gipfelregion des Balbi (Foto B.7), von heißen sauren Quellen (pH 1-5) zwischen 1500 und 1700 m Höhe an der tiefeingeschnittenen E-Flanke (Red River und dessen Zuflüsse, sowie im W von Togarau) und von erloschenen Solfataren / heißen Quellen bei Pokoia und im WSW von Togarau (Kalksinter) zeigt an, daß eine intensive Veränderung in bestimmten Zonen des Vulkangebäudes zur Zeit noch stattfindet. Die Position der in circa gleicher Höhe auftretenden heißen Quellen könnte im Zusammenhang mit dem weiter oben propagierten Bruchsystemen stehen, bzw. mit einem Lineament in Verbindung stehen (Abb. B.2: Lineamentkarte).

Alter Hochtemperaturschwefel in unmittelbarer Nachbarschaft der heißen Sulfat-ausfällenden Quellen weist auf eine starke Abkühlung hin, die möglicherweise mit der fortschreitenden Erosion einherging (Foto B.8, B.9-10).

Abgesehen von diesen Beispielen aktiver Alteration lassen sich im Bereich Red River-N und -S, Togarau-E, Pokoia und Aita-S Zonen intensivster Alteration beobachten (Argillitisierung, Alunitisierung, Silizifizierung, Pyritisierung). Diese Zonen umfassen in unterschiedlicher Intensität einige Quadratkilometer in einer Höhe von 1600-2200 m.

B.3.1 RED RIVER NORTH

Die Alteration im Bereich Red River-N ist vor allem charakterisiert durch Argillitisierung, Alunitisierung und Pyritisierung.

Silizifizierung konnte nur in beschränktem Maß beobachtet werden.

Die silizifizierten Bereiche bilden Steilstufen. Schwach alterierte bis nicht alterierte Gesteine überlagern stark pyritisierte Partien

und lassen durch Vertikalversätze Relativbewegungen einer

Bruchtektonik erkennen. Direkt unter den großen steilabbrüchen der

Explosionscaldera (Foto B.11) ist die Alteration an Klüfte und

Störungen (Fallen 90/80) gebunden. Stark silifizizierte Bereiche bilden 40-50 m hohe Wasserfälle.

Die untersuchten Proben aus den stark pyritisierten und silifizierten Bereichen (Tabelle B.1) zeigen leicht erhöhte Ag-Gehalte. Die Au-Werte bleiben unterhalb der Nachweisgrenze von 10ppb. Hg ist nur leicht erhöht, auch As zeigt keine extreme Anreicherung, wie aus den Red River-Sediment-Anomalien zu erwarten wäre. Eine Erklärung dafür liefert die Mobilität von As in wässrigem Milieu.

B.3.2 RED RIVER SOUTH

Die Alteration im Bereich Red River-S ergreift Tuffe, Agglomerate und Lavaflows. Sofern die Alterierung nicht zu weit fortgeschritten ist, lassen sich die primären Lagerungsgefüge noch erkennen (Foto B.12).

Eine intensive (? hydraulische) Zerkleinerung geht der Alteration

voraus. Die Argillisation weitet sich von den Klüften her aus und erfasst in Zonen unterschiedlicher Intensität das ganze Gestein des Einflußbereiches (einige 10er bis 100er Meter). Durch diese von den Klüften ausgehende Umwandlung entstehen pillowähnliche Gefüge (Foto

B.13). Manchmal läßt sich noch kaum umgewandeltes Andesitmaterial im Kern dieser Alterationspseudopillows erkennen. Die argillitische Alteration konserviert in einem ersten Stadium das primäre Mineralgefüge des Ausgangsgesteins, bei fortschreitender Alteration allerdings werden alle älteren Gefüge zerstört.

Eine anschließende Silifizierung folgt den vorgegebenen Bahnen der Argillitisierung und übernimmt als "Replacement Silica"

Alterationsgefüge bzw. Relikte von Primärgefügen. Durch anhaltende Zufuhr von SiO_2 wird der Gefügeverband kontinuierlich aufgelockert und es bilden sich mehrere Generationen von SiO_2 -Rinnen aus (Foto B.14).

In der Nähe des SiO_2 -Zufuhrkanals kommt es teils zu einem Totalersatz

(porös) des Ausgangsgesteins durch verschiedene SiO_2 -Modifikationen (amorph, Opal CT, Cristobalit, Quarz: Proben 4240Bg, 4246-4247Bg, 4249-4250Bg und "Pick"-Proben 4221-4232Bg). Durch eine anschließende Breccierung, bzw. Auflockerung des Gesteinsverbandes kommt es zu einer erneuten Injektion von dichtem SiO_2 entlang von Klüftchen (Wabengefüge: Foto B.15), bzw. entlang von Absonderungsflächen die durch die Argillitisierung bereits vorgegeben wurden (Pseudopillows: Foto B.16 im Vergleich zu Foto B.13 zu betrachten).

Im Bereich des Zufuhrkanals ist noch schwache Solfataren-Tätigkeit beobachtbar (Foto B.17).

Es läßt sich im Bereich der intensivsten Silizifizierung eine unregelmäßige dunkle Zone beobachten (Proben 4243-4245Bg; Foto B.18: 619). Dieses dunkle Material ist wahrscheinlich organischen Ursprungs.

Es könnte sich hierbei um einen Vegetationshorizont in einer

~~Tuffabfolge handeln, oder um einen Silikatsinter, der organisches~~

Material konservierte. Letztere Möglichkeit scheint wahrscheinlicher,

da auch im Bereich Pokoia, wo ein erloschenes Solfatarenfeld

existiert, verkohlte und überkrustete Holzfragmente angetroffen wurden (Probe 2619Ra).

Durch diese Beobachtungen zeigt sich, daß es sich um einen oberflächennahen Anschnitt eines Epithermalsystems handelt. Die erhöhte Au-Führung in diesem Bereich (bis maximal 0.35 ppm in der Probenserie 4203-4210Bg, Tabelle B.2) könnte als ein interessanter Anhaltspunkt für eine Au-Führung im tieferen Stockwerk des Systems angesehen werden.

Im Zuge der Untersuchung wurde ein Profil mit "pick"-Proben (4211Bg - 4233Bg) belegt. Es startet in einem breccierten Lavaflow und leitet über in stark silizifizierte Bereiche ohne erkennbare Originalgefüge. Einige wenige Proben haben Au-Werte oberhalb der Nachweisgrenze. Die höchsten Ag-Gehalte wurden in weißem, porösem, Opal-reichem Material

gefunden. Niedrigere As-Werte können damit einhergehen (Tabelle B.3).

B.3.3 TOGARAU (Uruavi)

Die Alteration im Bereich Togarau beschränkt sich auf einen begrenzten Bereich im direkten Umfeld einer Störungszone (Abb. B.3). Ausgehend von Geröllen im Uruavi (Proben 101-111Bg) wurde ein nördlicher Nebenfluß des Uruavi (zwischen Hibu und Togarau; Proben 201-203Bg) als möglicher Lieferant der alterierten Gerölle angesehen. Im Bereich östlich von Togarau konnte, trotz intensiver Suche, kein alteriertes Material anstehend beobachtet werden. Direkt im Osten dieser Zone, die charakterisiert ist durch 10-20m mächtige Laharströme (möglicherweise Balbi I zuzuordnen und dadurch auch hypothetischer Lieferant des alterierten Materials), befindet sich bei Hibu eine ausgedehnte flache Zirkularstruktur mit "Moat"-ähnlichem Material, die bereits als Krater angeprochen wurde. Die Alteration könnte somit auch dieser Zirkularstruktur im Zusammenhang stehen. Auch westlich von Togarau wurden alterierte Gerölle aus verschiedenen Nebenflüssen des linken Quellflusses des Uruavi beobachtet (101Ra).

Auffallend ist, daß die Proben aus dem Uruavi höhere Au- und Ag-Werte als jene der beprobten linksseitigen Nebenflüsse des Uruavi aufweisen (Tabelle B.4). Es wird daraus gefolgert, daß die Uruaviprobe, entweder den Laharströmen des Balbi oder einer unbekannten Alterationszone im Einzugsbereich des Uruavi entstammen, jedoch nicht besagter Alterationszone zwischen Togarau und Hibu. Es wurden z.B. einige große Blöcke alterierten Materials am Zusammenfluß des westlichen Parallelfusses des Ukaya mit dem Uruavi beobachtet, deren Herkunft bislang nicht geklärt ist. Als weitere Möglichkeit könnten sowohl Numa Numa, als auch Kieta Gebiet in Betracht kommen.

B.3.4 AITA (Oberlauf)

Im Bereich des Aita-Oberlaufs wurden bereits bei der Befliegung stark alterierte Bereiche, ähnlich jenen des Red Rivers, beobachtet. Die Luftbildauswertung erbrachte, daß eine Reihe von teils recht tief erodierten Kratern über einen prä-Tore-Vulkan (Blake und Mietzitis, 1967) zum eigentlichen Massiv des Tore überleitet. Durch die extrem hohe Fließgeschwindigkeit des Aita ist es kaum möglich alteriertes Material zu beproben (1303Ra, 1305Ra, 1309Ra). Die Au-Werte sind leicht erhöht (0.06, 0.08, 0.02 ppm). Ag beträgt 1.0 ppm in Probe 1305 Ra. Die As-gehalte sind ebenfalls gering (4, 20, 50 ppm). Herausfallend ist Probe 1305 Ra auch durch SiO₂ (13.3%), Al₂O₃ (31.67%), Sr (6885ppm), Th (36ppm) und V (898ppm).

B.3.5 POKOIA

~~Westlich, unterhalb des Dorfes Pokoia teilt sich der letzte große~~
rechte Zufluss des Aita. In den beiden südlichen Ästen befinden sich Überreste eines nahezu erloschenen Solfatarensystems, die durch einen Rücken aus Lahar voneinander getrennt sind, jedoch als ein System anzusehen sind. Das Laharmaterial ist entlang sich kreuzender Störungszonen (150/85-90, 200-225/75-80, 270-285/75, 360/75) argillitisch alteriert. Die teils starke Silizifizierung (Veinlets und Sinter), elementarer S, Sulfate, Pyrit, saure Ausflüsse (pH 3-4.5) mit weißlich-gelbem Precipitat, untergeordnete Gastätigkeit, nur schwach bewachsene Talflanken (Farne bis ca 50m über Bachniveau) sind Anzeichen dafür, daß die Tätigkeit noch nicht vollkommen erloschen ist (Foto B.19: Fumarolen mit toten Heuschrecken). Es wurden eine Reihe von in unterschiedlichem Maße alterierten Gesteinen chemisch untersucht.

Hg, Sb und Te bleiben unter der Nachweisgrenze in allen Proben.

Herausfallend ist der hohe Cu- und Zn-Gehalt der schwarzen Kruste im

rechten Arm (2604Ra, tritt auch als Laminierung im Sinter auf). Die Kohle im Bereich des linken Arms ist leicht angereichert in Au (Eine Probe, die vom Geologen Larsak genommen wurde, brachte über 2ppm Au mit der FA50-Methode). Es scheint, als ob die kohlige Substanz als "Getter" für Au dient. Der laminierte Schwefel und/oder Sulfat zeigt den höchsten Au-Wert (0.14ppm), das Sulfat und/oder Schwefel-Gängchen den höchsten Ag-Wert (2.6ppm). Die einzige Kalkprobe aus diesem Gebiet (2607Ra) weist den höchsten As-Gehalt von 850 ppm auf. Darin besteht eine Analogie zu den Kalksinter Proben aus dem Sarime-S (2083Ra, 2084Ra). Au und Ag sind auch leicht erhöht (Tabelle B.5).

E EMPEROR RANGE

=====

E.1 UPPER URUAI

E.1.1 Geologische Übersicht

Durch die Luftbilddauswertung im Gebiet Aita, Tore und Uruai wurde die Aufmerksamkeit auf einen Bereich relativ flacher Morphologie in einer Höhenlage zwischen 1400 und 1900 m an der Wasserscheide gelenkt.

Dieses Gelände steht in scharfen Kontrast zu den tiefen Schluchten des Balbi, Uruai (Puspa) und Ramazon (Melilup).

Besagter Bereich wird hier als eine Caldera angesehen, der drei Rundstrukturen (Krater) eingelagert sind (Abb. E.1.1:

Luftbildinterpretation).

Die Gesteine des Calderenrandes sind frisch bis propylitisch alteriert. Auch in der Caldera selbst treten vereinzelt frische

(propylitisierte) "Flows" und Dioritgänge auf. Die Caldera wird von einem NW-SE und NE-SW streichenden Störungssystem sowie von einem N-S / E-W - System zerbrochen. Im Kern der Caldera lassen sich große Bereiche intensivster Alteration beobachten. Alunitisierung, Pyritisierung und Argillitisierung sind die dominanten Alterationserscheinungen. Silifizierung konnte nur in untergeordnetem Maße beobachtet werden.

Eine kleine heiße Quelle (ca 25 Grad, pH 5.5) entspringt im S-Teil der Caldera. Die Silifizierung ist im direkten Umfeld etwas stärker. Die rechten Nebenbäche des rechten Hauptarmes des oberen Uruai sind durchwegs milchig, wohingegen in den klaren linksseitigen Zuflüssen die Gerölle mit Eisenhydroxiden überkrustet sind. Im linken klaren Hauptarm des oberen Uruai wurde ein milchiger Nebenbach beobachtet. Der pH der Bäche schwankt zwischen 5-5.5 und kann als normal angesehen werden, da der pH des Großteils der Bäche Bougainvilles in diesem Bereich liegt. Die milchige Färbung wird durch eine Suspension von Kaolin hervorgerufen und weist auf Bereiche intensiver Argillitisierung hin, die sowohl begrenzt an Störungen als auch mehr regional in stärker alterierten Bereichen anzutreffen ist. Die roten Krusten in den anderen Bächen weisen hingegen auf intensive Pyritführung des Umfeldes hin.

Innerhalb der Caldera läßt sich an der Nordseite der zentralen Ringstruktur beobachten, daß ein großer Block argillitisch alterierten Gesteins abgerutscht ist (Abb. E.1.2: Skizze).

E.1.2 Erläuterung zu den Geophysikprofilen

Die Aufschlußverhältnisse entlang der Profile sind miserabel (Abb. E.1.3). Vereinzelte Bacheinschnitte ermöglichen in Zusammenhang mit

geologischen Beobachtungen entlang der Hauptflüsse und der Luftbildinterpretation eine vage geologische Interpretation der Profile. Es wurden mehrere sich kreuzende Profile angelegt. Die Profile im Zentrum liegen fast ausschließlich in argillitisch alterierten Gesteinen. Die Alteration ist im E, im Bereich der zweiten Rundstruktur, alunitisch und pyritisch.

Im W hingegen tritt neben stark alunitisierten, pyritisierten und argillitisierten Gesteinen auch ein Bereich mit intensiverer Silizifizierung auf. Dioritgänge konnten in unmittelbarer Nähe beobachtet werden. Schwach propylitisch alterierte bis frische Andesite treten als Rippen aus den stark alterierten Bereichen hervor (Abb. E.1.3: Profilkarte, E.1.4: Alterationskarte).

Die untersuchten Proben aus dem oberen Uruai, Aiope und westlich von Siribia außerhalb der Geophysikprofile zeigen erhöhte Te - Werte zwischen 1.4 und 3.0 ppm. Hg ist erhöht in Scherzonen (2003Ra, 2009Ra). Die B - Werte erreichen maximal 40 ppm, As ist sehr niedrig. Die Au - Gehalte schwanken zwischen 0.02 und 0.06 ppm. Die Proben 2012Ra (0.16ppm) und 2017Ra (0.12ppm) haben erhöhte Werte. Die Ag - Werten einiger Proben sind leicht erhöht, ansonsten unter der Nachweisgrenze (Tabelle E.1.1).

Entlang der Geophysikprofile wurden einige Proben gesammelt. Die Au - Werte entsprechen den gerade beschriebenen Proben. Die SiO₂ - reichen Gesteine liegen mit dem Durchschnitt ihrer As - Gehalte (45ppm) deutlich unter dem der argillitisch veränderten Gesteine (227ppm). Au ist generell niedrig (von 0.01 bis 0.07 ppm). Der Ag - Gehalt der Quarz - reichen Gesteine liegt über dem der argillitisch alterierten Gesteine (Probe 2126 mit 8.1 ppm bildet eine Ausnahme). Die Gehalte von Cu und Zn schwanken stark im Bereich zwischen 3 und 510 ppm Cu bzw. 20 und 170 ppm Zn (Tabelle E.1.2).

E.2 KUEPO

Im Bereich des Ramazon, zwischen Tofu und Melilup erhebt sich der Hügel von Metu (Kuepo; Abb. E.2.1). Diese Erhebung wird vom Ramazon im E, dem Melilup - Fluß im S und dem Tewe im W und N umflossen. Auffallend vor allem ist eine tiefe Erosionsrinne am S-Hang dieses Hügels, die durch den Kuepo hervorgerufen wird (Foto E.2.1). Diese Erosionsrinne besteht im unteren Teil aus propylitisch alterierten Andesiten und zerbrochenem Hornfels. Die Schlucht ist teilweise von frischem Felssturzmaterial (sehr grober Plagioklas - Clinopyroxen - Biotit - porphyrischem Andesit) mit Zwischenlagen aus stark alteriertem Material, verschüttet. Die Zerüttung der Gesteine entlang des Baches nimmt mit der Höhe zu. Es zeigen sich entlang von N-S und E-W streichenden Klüften und Scherzonen, die teils flach einfallen, starke Alterationserscheinungen (Pyrit, Tonminerale). Auch Gips tritt als jüngste Bildung entlang derselben Klüfte auf. Im zentralen Teil des Baches ist eine intensive, pyritreiche, argillitische Alteration zu beobachten (von 600-900 m Höhe). Bei den alterierten Gesteinen handelt es sich um verschiedene Andesit- und Agglomeratlagen, die entlang einer talparallelen Störungszone (E-W) umgewandelt sind. Im Dachbereich dieser Zone treten auch vereinzelt Quarzgängchen auf. In stärker silifizierten Partien wurden Pyritveinlets beobachtet. Gips wurde auch hier als letzte Phase in einer polymikten Breccie (Hornfels, alteriertes Material mit und ohne Pyrit) im Bachbett angetroffen (Foto E.2.2).

Die Goldwerte der Proben im oberen Teil (900m) des alterierten Gebietes sind unter der Nachweisgrenze. Zwei Proben im tieferen Bereich haben erhöhte Au - Werte. Die Probe 2056Ra, ein alterierter

Plagioklas - Porphy, anstehend bei ca. 500m Höhe, hat 0.06 ppm und Probe 2059Ra, ein alterierter Andesit mit Pyrit und etwas Gips, hat bei etwa 570m einen Au - Gehalt von 0.24 ppm.

Im Dachbereich dieser stark alterierten Bereiche setzt oberhalb einer Agglomerat - Andesit Wechselfolge eine ca. 100m hohe Staukuppe an mit umliegenden Abkühlungssäulen (Foto E.2.3). Die Staukuppe, die in einen hangparallelen Andesitflow übergeht, ist der Lieferant für das oben beschriebene, frische Bergsturzmaterial.

Dieses charakteristische Gestein lässt sich auch im Bereich von Eric's River, bei Wasinobus und am W-Hang des Tewe beobachten. Im Ramazon nördlich der Einmündung des Kuepo treten neutrale heiße Quellen an den Ufern des Ramazon und im Ramazon selbst zu Tage.

Die Luftbildinterpretation zeigt für diesen Bereich um den Kuepo zwei ineinandergeschachtelte Zwiebelstrukturen, die als Vulkangebäude mit zwei Förderzentren angesehen werden können. Da sich dieser Vulkan

heute jedoch in einer relativen Tieflage befindet und die Umrahmung des gesamten Gebietes ebenfalls eine Rundstruktur widerspiegelt, wird dieser Bereich als Caldera betrachtet (Abb. E.2.1:

Luftbildinterpretation). Das Auftreten von massivem Hornfels deutet auf die unmittelbare Nähe von Intrusivgesteinen unter der Staukuppe

hin. Diese Staukuppe wurde mit der K/Ar - Methode auf 0.954 Ma datiert. Eine Reihe von Andesiten der näheren Umgebung, die von den Kollegen aus dem Geological Survey, PNG beprobt wurden, liegen zwischen 0.9 und 2.1 Ma (Datierungen durch Amdel, Australien).

Nach S anschließend tritt entlang des Ramazon eine Abfolge von Intrusivgesteinen mit Randfazies, dazugehörigen Hornfelsen und vereinzelt Andesiteinschaltungen auf. Die Rand- und Dachpartien der Intrusionen zeigen intensive Alterationserscheinungen, ähnlich denen von Kuepo. Als Beispiel intensivster Alteration sei der Hanggrutsch im Oberlauf von Eric's River genannt (Foto E.2.4: Hanggrutsch mit

silifizierter Barriere). Interessanterweise tritt hier ebenfalls dieser grobporphyrische Andesit (Vergleiche Bergsturzmaterial und Staukuppe am Kuepo) als höchste Einheit auf. Dieses Gestein könnte, da nicht alteriert, entweder als undurchlässiges Dach oder als letzte Eruptionsphase während eines Calderaeinbruchs oder nach diesem gesehen werden. Die letztere Möglichkeit erscheint als wahrscheinlicher. Es könnte sich hierbei um eine ähnliche Situation wie bei Balbi I und Balbi II handeln (Abb. E.2.2: Kuepo - Eric's River). Ein großer Breccienblock im Ramazon, der aus Eric's River stammt, kann als mit Kraterseesedimenten verbackener Blockschutt angesehen werden (Foto E.2.5: Sedimentlagen als Füller in Blockschutt). Dies wird einerseits durch beobachtete Seesedimente im Bereich des Hangrutsches, andererseits durch die Erzählung eines alten Mannes untermauert, der sich an einen See im Oberlauf von Eric's River erinnern wollte, welcher dann eines Tages, vor etwa 40-60 Jahren, durchgebrochen sei, und seitdem sei der Fluß auch trübe. Die folgenden zwei Proben aus diesem Bereich wurden chemisch untersucht. Die Probe aus dem Bereich der Barriere für den Hangrutsch zeigt einen leicht erhöhten Au-Wert.

Probe	Au	Ag	As	Cu	Zn	Gestein
2144Ra	0.01	0.9	120	237	29	Seesediment mit Pyrit
2145Ra	0.74	0.2	180	82	101	silifizierte Breccie (Barriere)

E.3 RAMAZON (linker Quellfluß)

Die südlichste Intrusion im Quellbereich des Ramazon zeigt eine starke

Mineralisation am Kontaktbereich. Der Diorit in seiner Randfazies (Cu 6000 ppm, Au 0.40 ppm) und der Hornfels (Au 0.38 ppm) sind mineralisiert (Kupferkies, Malachit). Die Streamsedimente aus den drei letzten größeren Quellflüssen des westlichen Ramazon zeigen hohe Cu - Werte (310-400 ppm). Die Au - Werte sind mit 0.2-0.4 ppm höher als in den benachbarten Bächen. Die "Bulk stream sediment" - Proben im Bereich des Ramazon weisen Werte zwischen 0.3 und 2.4 ppb auf. Der Wert von 7.8 ppb des westlichen Quellbereichs ("Bulk stream sediment" - Probe 058K) deutet massiv auf eine Anreicherung hin. Leicht erhöhte Cu - Werte (1000 ppm) wurden auch in einem Mikrodiorit aus Eric's River, aus dem Kontakt der Melilupintrusion nachgewiesen.

E.4 SARIME-S, AIOPE

Südlich des Einzugsgebietes des Ramazon wurde im Quellgebiet des Sarime-N und Sarime-S, sowie des Aiope eine Zone intensiver Alteration beobachtet. Diese Umwandlungen beschränken sich auf die tieferen Bereiche der Talflanken und werden von frischen Andesiten und teils mächtigen, heute von der Erosion tief eingeschnittenen Laharströmen, welche einem alten Relief folgen, überlagert. Es zeigt sich auch hier ein vergleichbares Bild zu Balbi, Kuepo und Eric's River.

In einem kleinen, rechtsseitigen Nebenfluß des Aiope tritt eine warme Quelle (bei 1565m, pH 6.5, milchig) aus. Auch im Sarime-S und seinen Aiope nahen Nebenbächen (linksseitig mit milchigen Zuflüssen, pH 6) treten heiße Quellen auf. Eine neutrale heiße Quelle (bei 1500m, pH 7-7.5) mit Kalksinter und Tropfsteinen (Foto E.4.1), sowie einige kleinere, saure warme Quellen (1595m bis 1620m, pH 4-4.5) wurden hier neben kleinen Solfataren (1620m) in stark argillitisch alteriertem Gestein beobachtet. Im Sarime-S bilden alunitisierte mehrfach brecciierte, teils silifizizierte Zonen Steilstufen. Ein Großteil des

Tales jedoch (Bereich der sauren Quellen) unterliegt einem kontinuierlichen Hangrutsch aus weichem, argillitischem, pyritreichem Material. Die grün - weiße Färbung des Hauptbaches über seine gesamte Länge ist darauf zurückzuführen. Die Geröllführung des Sarime-S setzt sich zusammen aus einem geringeren Teil frischer Andesite und einer Reihe alunitisierter, pyritisierter, silizifizierter und teils polybreccierter Gesteine.

Die Au - Werte der unterschiedlich stark silizifizierten Gerölle sind niedrig (von <0.01 - 0.03 ppm). Ag liegt im Bereich der Nachweisgrenze. Im Gegensatz dazu weisen die weicheren Bereiche (Hangrutsch und saure, heiße Quellen) leicht erhöhte Au- und Te - Gehalte bei niedrigen As - Gehalten auf (Proben 2022Ra und 2023Ra). In den anderen, von P.N.G. Analytical Laboratories untersuchten Proben sind die As - Werte generell leicht erhöht. Im Bereich der neutralen heißen Quelle steigt der As - Gehalt bis auf 870 bzw. 900 ppm in den Proben 2083Ra und 2084Ra an (Tabelle E.4.1).

E.5 SARIME-N

Im Gegensatz dazu zeigt der Oberlauf (1300-1700m) des Sarime-N Bereiche extremer Silizifizierung ("Replacement Silica", teils mehrfach brecciert: Proben 94Su, 96Su, 98-105Su), neben argillitisch, alunitisch und propylitisch (Proben 89-92Su, 95Su, 97Su) alterierten Zonen. In propylitisch alterierten Gesteinen konnte Malachit (1365m, Probe 92Su: Au .08, Cu 670, Zn 410, As 230, alle Werte in ppm) und Chalcosin (1375m, Probe 93Su: Au .01, Cu 217, Zn 43, As 180 ppm) beobachtet werden.

Silizifizierung tritt gehäuft an N-S und E-W parallelen Kluft - Zonen auf.

Pyritgängen mit gebleichtem Kontakt in "Replacement Silica"

streichen 30-70 Grad. Es kommt in manchen Bereichen des Oberlaufs des Sarime-N zu einer hydraulischen Breccierung des "Replacement Silica". Eine zweite Generation von Kieselsäure, bzw. Pyrit kann die Breccie verkitten.

Die Kluftrichtungen sind variabel (120/90, 200/50-70, 210/60, 230/45, 320/50).

"Replacement Silica" als Komponente in stark argillitisch alteriertem Gestein deutet auf eine intensive Bewegung mit einherschreitender Argillitisierung im Anschluß an ein frühes Stadium der Silizifizierung hin.

Die untersuchten "Replacement Silica" Proben haben ernüchternd niedrige Edelmetallgehalte (Au < 0.01-0.04, Ag 0.1-0.3 ppm, nur Probe 103Su mit 5.1 ppm Ag). Arsen ist leicht erhöht und liegt zwischen 60 und 280 ppm. Die Cu - Gehalte sind niedrig (Cu 10-31 ppm; Probe 97Su, 99Su und 100Su haben 54, 99 bzw. 103 ppm)

Die Nebenflüsse des oberen Sarime-N haben generell einen pH von 5-5.5. Nur einige rechtsseitige Zuflüsse haben einen pH von 4-4.5. Dies kann entweder durch den Chemismus in den stark silizifizierten Bereichen, oder durch verborgene, saure heiße Quellen, wie im Sarime-S beobachtet, verursacht werden.

T TEKTONIK

=====

T.1 Übersicht

Die Tektonik des nördlichen Teils von Bougainville ist äußerst komplex.

Generell lassen sich zwei Hauptstörungen / Bruchsysteme in Luftbildern

und "side looking" Radarbildern beobachten.

A) NW-SE X NE-SW System, welches zeitlich mit einem

B) N-S X E-W System überlappt.

Den jeweiligen Systemen lassen sich Lateralverschiebungen sowie ausgeprägte Horst und Grabenbrüche zuordnen.

Eine Reihe von jungen Vulkanen sitzt an Schwächezonen der Insel auf Kieta - Vulkaniten und Keriaka Limestone auf und überdeckt sie stark. Ein Rücken von Kieta - Vulkaniten erstreckt sich vom SE der Insel nach NW. Verschieden alte Intrusionen zeugen von kontinuierlicher vulkanischer Aktivität. Im Bereich Atamo - Kopani - Billy Mitchell werden die Kieta - Vulkanite von Keriaka Limestone überlagert. Im Keriaka Plateau erreicht der Keriaka Limestone die größte Mächtigkeit und Höhe. Im Bereich Balbi und Wakunai sind Keriaka Limestone und Kieta - Vulkanite in Grabenbrüchen bis auf 50 Höhenmeter abgesenkt. In den tief eingeschnittenen Schluchten des Numa Numa stehen Pillowlaven der Kieta - Vulkanite an.

In der Emperor Range konnten Kalke, Tuffe (Foto T.1) und Pillowfragmente (Keriaka Limestone und Kieta - Vulkanite) im Uruai beobachtet werden.

Das Auftreten von Keriaka Limestone und Kieta - Vulkanite in sehr unterschiedlichen Niveaus mit variablem Streichen deutet darauf hin, daß eine starke Bruchtektonik und Kippung verschiedener Bereiche, die ich als Blöcke bezeichnen will, stattgefunden haben muß.

Der nördliche Teil Bougainvilles kann auf diesen Prämissen aufbauend in vier Blöcke (ohne den Bereich der Insel Buka) zerlegt werden:

A EMPEROR RANGE

B BALBI - TORE

C NUMA NUMA - BILLY MITCHELL - BAKANONI

D BAGANA - KARATO - ATAMO - PANGUNA

Diese Blöcke sind jedoch auch innerhalb ihrer selbst zerlegt und bilden Horst- und Grabenstrukturen. Bezeichnend für diese Blöcke ist eine Randzone intensiverer Zerschierung und lateraler Bewegung, die sich von der relativen Vertikalbewegung der einzelnen Blöcke abhebt. Diese Zerlegung in Blöcke und die Bereiche von Absenkung und Hebung sind in einer Skizze modellhaft dargestellt (Abb. T.1: Blockbildung).

T.2 Block A EMPEROR RANGE

Die Emperor Range Vulkanite sind die Ältesten der Post - Kieta - Vulkanite.

Der Zentralteil dieses Blockes ist gegenüber dem E- und W-Teil stärker gebogen. Dies läßt sich aus den unterschiedlichen Erosionsniveaus ableiten. Die Intrusion von Puspa zeigt eine tiefgreifende Erosion an.

~~Es treten metamorphe Kalke (Keriaka Limestone?) und Pillowfragmente (Kieta - Vulkanite) als Gerölle auf. Fein-laminierter Tuffe, ähnlich jenen bei Karato und Atamo, wurden teils intensiv silifiziert. Diese Gesteine und die Intrusionen von Melilup und südlichem Ramazon zeigen an, daß stratigraphisch tiefere Bereiche der Emperor Range in relativ großer Höhenlage anzutreffen sind. Die Randbereiche dieses Blockes sind gekennzeichnet durch flache Zirkularstrukturen (Aita, Anuai) im SE und E und durch Reste von Vulkankegeln mit gut erkennbaren Lavaflows im W und N des Blockes (Umfeld des Tore, Upper Urui, Bereich Sarime, Baniu, Kuepo und NW). Aus dieser Verteilung ergibt sich eine leicht nach SE verlagerte zentrale Aufwölbung des Emperor Range Blockes.~~

T.3 Block B BALBI - TORE

In scharfem Kontrast dazu steht der Balbi - Block, der, wie bereits beschrieben (Kapitel B.3), eine zentrale Absenkung erlebt hat.

T.4 Block C NUMA NUMA - BILLY MITCHELL - BAKANNOVI

Block C ist in die drei Subblöcke Numa Numa, Billy Mitchell und Bakanovi zerlegt. Numa Numa ist gegenüber Billy Mitchell stark gehoben. Das läßt sich im Tekan River gut verfolgen, wo tief eingeschnittene Numa Numa - Lahar mit sandigen Lagen (Lagen fallen 26/10 bis 40/15) von Billy Mitchell - Ignimbriten überlagert werden. Eine ähnlich tief eingeschnittene Schlucht bildet der Borora, welcher auch Pillowlaven der Kieta - Vulkanite (mögliches Fallen 260/10) anschneidet. Im südlich an den Tekan anschließenden, zu ihm subparallelen Koriba treten die Billy Mitchell - Gesteine als mächtige Abfolge (7ss 168/30) in einem tieferen Niveau auf. Zwischen beiden Flüssen wurde eine Steilkante aus Numa Numa - Lahar beobachtet die deutlich auf eine Bruchtektonik hinweist (Abb. T.2). Der Pukarobi ist nur in Billy Mitchell - Material eingeschnitten. Im SE lassen sich im Luftbild verschleierte Karststrukturen unter Billy Mitchell - Überdeckung erkennen. Im Bereich des Bakanovi treten Kalke (Keriaka Limestone) und Pillowlaven (Kieta - Vulkanite) wieder zu Tage. Der Bakanovi Teil dieses Blockes ist, bezogen auf Billy Mitchell, in relativer Hochlage. Auffallend ist im Bereich Billy Mitchell die extrem flache E-Flanke. Eine Kippung nach W, bzw. eine Absenkung des Kraterbereiches entlang eines weiteren Bruchsystems könnte als Ursache dafür in Betracht kommen. Im Luftbild lassen sich deutlich zwei aktive Störungssysteme beobachten. Ein NE-SW streichendes Bruchsystem, an dem der Billy Mitchell - Teil gegen Bakanovi und Numa Numa abgesenkt ist, und ein E-W streichendes Störungssystem, an dem die Bewegungen zwischen Block C und Block D ablaufen. Der Billy Mitchell - Kratersee ist basisch (pH 9), und an seinem Ausfluß wurden mächtige Kalksinter beobachtet. Dies deutet darauf hin, daß der See mit Kalken im Kontakt

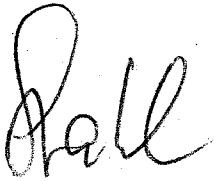
ist.

T.5 Block D BAGANA - KARATO - ATAMO - PANGUNA

Block D zeigt ein ruckartiges Abtauchen des Kieta - Vulkanit - Rückens an der SW-Seite der Insel von SE (Hochlage im Bereich von Panguna) nach NW (Tiefstlage am Bagana), wo er schließlich unter Alluvionen verschwindet. Im Raum Karato deutet der rasche Wechsel im Streichen der silifizierten Tuffe auf eine intensive Blocktektonik hin. Die relativ große Mächtigkeit dieser Tuffe kann durch stufenartiges Abrutschen nach SW und einer damit einhergehenden Verkipfung erklärt werden. Auch das Auftreten von einer Reihe kleinerer Intrusionen kann durch ca E-W streichende Halbgräben erklärt werden. Der Bereich um Atamo liegt in einem Bereich der Aufwölbung, wohingegen Bagana in einem Absenkungsbereich aufragt.

Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe

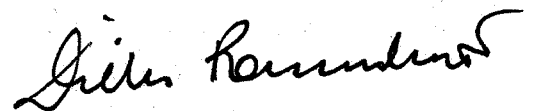
im Auftrage



Dr. W. Stahl

- Direktor und Professor -

Sachbearbeiter



Dr. D. Rammlmaier

Literatur:

- Blake, D.H. and Mietzitis, Y., 1967: Geology of Bougainville and Buka Islands, New Guinea. - BMR Bull. 93, PNG 1, pp.56.
- Irvine, T.N. and Baragar, W.R.A., 1971: A guide to the Chemical Classification of the Common Volcanic Rocks. - Can. J. Earth Sci., 8, 5, 523-548.
- Le Bas, M-J., Le Maitre, R.W., Streckeisen, A., and Zanettin, B., 1986: A Chemical Classification of Volcanic Rocks Based on the Total Alkali - Silica Diagram. - J. Petrol., 27, 3, 745-7750.
- Miyashiro, A., 1975: Classification, Characteristics, and Origin of Ophiolites. - J. Geol. 83, 249-281.
- Müller, P., 1982: Von der CIPW-Norm ausgehende Berechnung von Mineralbeständen magmatischer Gesteine in Analogie zu der Modalzusammensetzung plutonischer und vulkanischer Gesteine. - Geol. Jb. D 55, 3-41, Hannover 1982.
- Pearce, J.A. and Cann, J.R. 1973: Tectonic setting of basic volcanic rocks determined using trace element analyses. - Earth Planet. Sci. Lett., 19, 290-300.
- Pearce, J.A., Gorman, B.E., and Birkett, T.C., 1975: The TiO_2 - K_2O - P_2O_5 Diagram: a Method of discriminating between Oceanic and Non-oceanic Basalts. - Earth Planet. Sci. Lett., 24, 415-426.
- Rehm, E., 1982. Sedimentpetrographische und geochemische Untersuchungen an Sedimenten, vulkanogenen Sedimentanteilen und Vulkaniten aus dem Nordpazifik ("Valdivia" Forschungsfahrten VA 13/1 und VA 18) Teil 1 und 2. - Clausthal nat. wiss. Diss. 144p, Clausthal Zellerfeld 1981.
- Streckeisen, A., 1976: Classification of the common igneous rocks by means of their chemical composition: a provisional attempt. - N. Jb. Miner. Mh. 1976, 1-15.
- Streckeisen, A., 1980: Classification and nomenclature of volcanic rocks, lamprophyres, carbonatites and melilitic rocks. - Geol. Rundschau, 69, 194-207.

Anhang: Tabellen

RFA.1ab	Junge-Vulkanite
RFA.2	Kieta-Vulkanite
RFA.3ab	Plutonite (Kieta - Plutonite und "junge Intrusiva")
RFA.4	Subvulkanite (Randfazies der Plutonite)
RFA.5	Tuffe und Agglomerate
RFA.6	Hornfels
RFA.7ab	Alteriertes Gestein
RFA.8	Keriaka Limestone + Chert

N.1	Junge-Vulkanite:	trocken	(Klassifikation + Normmineralbestand)
N.2ab	Junge-Vulkanite:	nass	(Klassifikation + Normmineralbestand)
N.3	Junge-Subvulkanite:	trocken	(Klassifikation + Normmineralbestand)
N.4	Junge-Subvulkanite:	nass	(Klassifikation + Normmineralbestand)
N.5	Junge-Plutonite:	trocken	(Klassifikation + Normmineralbestand)
N.6	Junge-Plutonite:	nass	(Klassifikation + Normmineralbestand)
N.7	Kieta-Vulkanite:	trocken	(Klassifikation + Normmineralbestand)
N.8	Kieta-Dikes:	normal	(Klassifikation + Normmineralbestand)
N.9	Kieta-Subvulkanite:	nass	(Klassifikation + Normmineralbestand)
N.10	Kieta-Plutonite:	nass	(Klassifikation + Normmineralbestand)

P.1	Erläuterung zu den Geländebüchern
P.2	Petrographische Übersicht: Junge Vulkanite (Billy Mitchell, Numa Numa, Balbi, Tore, Emperor Range)
P.3	Petrographie: Junge Vulkanite (Teil I + II)
P.4	Petrographische Übersicht: Junge Intrusivgesteine (Uruai, Ramazon, Irung, Aruai)
P.5	Petrographie: Junge Intrusivgesteine
P.6	Petrographie: Junge Intrusivgesteine, Randfazies (Uruai, Ramazon)
P.7	Petrographie: Kieta-Vulkanite
P.8	Petrographie: Kieta-Intrusivgesteine (Ples bilong Moses, Karato)
P.9	Petrographie: Kieta-Intrusivgesteine (Atamo, Kopani)

B.1	Red River-North (Einzelproben)
B.2	Red River-South (Einzelproben)
B.3	Red River-South ("Pick"-Proben zu 10m)
B.4	Togaraup-Uruavi (Geröllproben)
B.5	Solfatara bei Pokoia (Einzelproben)

E.1.1	Siribia - oberer Uruai - Aiope
E.1.2	Oberer Uruai Geophysikprofile
E.4.1	Alterierte Gesteine aus Sarime-S (Einzelproben)

R.1,1-18 Gesteinsprobenliste

Junge Vulkanite

PN3AND.WD

RFA.12

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
AL	SiO2	TiO2	Al2O3	Fe2O3	MnO	MgO	CaO	Na2O	K2O	P2O5	SO3	LOI	As	Ba	Bi	Ce	Co	Cr
103	61.01	0.56	17.08	4.62	0.12	1.56	5.35	3.97	2.25	0.20	0.05	2.60	1	447	1	1	1	1
105	51.25	0.77	15.00	8.45	0.19	5.27	8.32	3.26	2.46	0.45	0.21	2.71	1	300	1	1	1	230
112	53.46	0.72	19.19	7.73	0.23	1.02	5.13	4.35	3.16	0.51	0.31	3.44	31	395	1	22	1	17
671	53.25	0.72	17.59	6.16	0.14	2.03	6.00	4.01	2.88	0.29	0.09	1.36	1	346	1	1	1	1
608	53.39	0.92	17.71	8.53	0.18	3.34	8.35	3.69	2.15	0.31	0.10	0.54	17	265	1	21	1	1
609	53.60	0.98	17.35	8.56	0.18	3.42	8.18	3.74	2.11	0.29	0.12	0.90	1	267	1	1	1	1
610	54.08	0.98	17.19	8.57	0.17	3.45	8.02	3.92	2.19	0.29	0.14	0.36	1	272	1	1	1	1
611	54.25	0.95	17.74	8.27	0.18	3.53	8.03	3.70	2.17	0.30	0.12	0.10	27	282	1	1	1	1
612	56.33	0.84	17.35	7.73	0.18	2.31	6.01	3.59	2.60	0.29	0.11	2.04	1	340	1	24	1	1
613	58.41	0.73	18.64	4.72	0.13	1.22	5.03	4.04	2.75	0.30	0.12	2.73	1	346	1	26	1	1
907	50.32	0.99	13.22	9.56	0.13	3.06	9.77	3.18	1.63	0.35	0.16	1.91	11	172	1	1	1	1
1102	57.36	0.69	18.33	5.53	0.17	1.35	5.93	4.69	3.50	0.27	0.11	0.78	1	422	1	1	1	1
1202	55.24	0.68	19.57	6.01	0.19	1.50	5.64	4.63	3.56	0.36	0.10	1.74	1	516	10	32	1	1
1301	56.83	0.80	17.73	7.09	0.15	2.40	6.73	4.07	2.37	0.32	0.13	0.78	1	321	1	21	1	1
1302	58.07	0.77	17.84	4.98	0.03	1.17	2.39	3.83	3.21	0.03	0.42	6.68	21	416	1	1	1	1
1304	56.13	0.79	17.55	7.63	0.17	3.52	7.09	3.44	2.06	0.27	0.12	0.78	11	270	1	1	1	15
1501	54.01	0.72	19.21	6.89	0.29	1.67	7.24	4.55	2.87	0.47	0.04	1.25	10	444	8	1	1	1
1603	53.95	0.57	18.52	5.83	0.16	0.94	6.41	4.09	3.31	0.37	0.35	5.08	25	396	9	36	1	1
1604	52.79	0.79	18.80	7.81	0.25	1.91	8.18	4.70	2.56	0.49	0.09	0.93	1	334	1	36	1	1
1607	51.11	1.35	16.37	9.03	0.17	3.67	8.24	3.04	1.95	0.41	0.42	3.81	7	306	1	22	1	30
1801	65.03	0.52	17.04	5.47	0.12	2.67	5.65	3.23	1.98	0.24	0.04	2.30	1	386	1	1	1	55
1802	53.53	0.58	16.09	6.20	0.14	3.12	6.71	3.07	1.73	0.19	0.14	2.93	8	272	1	1	1	62
1805	52.98	0.92	17.13	9.73	0.13	4.13	8.42	3.19	1.88	0.37	0.06	0.23	1	239	1	1	1	17
1806	54.42	0.34	17.60	8.69	0.18	3.76	8.43	3.32	1.60	0.34	0.00	0.38	1	209	1	1	1	18
1901	54.04	0.35	17.97	8.61	0.18	3.55	7.81	3.70	1.51	0.41	0.00	0.93	1	304	8	1	1	19
1902	60.38	0.73	16.81	5.62	0.14	1.91	5.44	4.12	3.28	0.22	0.00	0.63	1	368	1	1	1	1
1903	59.50	0.77	17.20	6.09	0.15	2.17	5.91	3.98	3.07	0.23	0.00	0.50	9	349	1	1	1	1
1904	61.81	0.67	17.00	3.72	0.09	1.18	3.43	3.74	3.88	0.20	0.01	3.69	1	393	1	37	1	1
1905	53.90	1.01	17.53	3.43	0.18	3.54	8.02	3.64	2.18	0.30	0.00	0.89	1	269	1	1	1	1
2001	56.40	0.65	18.53	6.21	0.21	1.49	6.24	4.71	3.58	0.43	0.06	0.98	1	422	7	27	1	1
2004	53.67	0.68	18.16	6.44	0.19	1.40	6.63	4.26	3.33	0.43	0.36	3.51	1	452	9	1	1	1
2005	53.74	0.78	18.45	6.58	0.23	2.00	6.39	4.30	3.34	0.33	0.07	1.15	1	404	1	23	1	1
2008	53.44	0.75	18.32	8.36	0.44	2.66	5.74	3.97	2.92	0.46	0.04	2.14	10	397	1	32	1	1
2010	54.35	0.74	19.39	3.73	0.13	2.21	3.43	4.22	1.69	0.54	0.10	2.30	7	270	1	34	1	1
2014	56.90	0.68	20.30	5.81	0.16	1.45	3.67	4.59	3.12	0.35	0.03	2.43	1	420	1	36	1	1
2015	56.31	0.70	18.39	6.29	0.28	2.24	5.38	4.20	3.36	0.32	0.15	1.29	1	427	1	1	1	1
2016	53.64	0.63	18.14	5.50	0.23	1.22	6.22	4.47	3.70	0.32	0.01	5.31	14	431	1	39	1	1
2019	57.72	0.73	17.01	6.65	0.15	2.47	6.41	3.95	2.90	0.31	0.00	1.11	1	388	1	24	1	1
2020	53.39	0.77	16.87	6.57	0.14	2.54	6.22	4.27	2.78	0.30	0.00	0.65	13	397	1	1	1	24
2021	57.15	0.60	16.89	6.34	0.22	2.50	6.12	3.94	2.70	0.28	0.00	1.74	1	373	1	28	1	1
2024	54.55	0.87	17.22	8.15	0.29	2.93	6.13	3.55	2.75	0.31	0.28	2.43	1	369	1	29	1	1
2027	57.57	0.68	18.79	5.46	0.23	1.50	5.08	4.52	4.19	0.32	0.02	0.85	1	429	1	24	1	1
2036	56.33	0.63	18.68	5.82	0.19	1.54	5.91	4.45	3.65	0.33	0.22	1.92	1	440	6	22	1	1
2050	62.36	0.43	18.22	4.33	0.01	0.99	0.10	2.79	3.99	0.14	0.24	5.66	1	736	1	31	29	1
2054	55.74	0.73	18.54	6.73	0.20	2.17	5.71	4.61	3.83	0.51	0.08	0.58	1	392	1	25	1	1
2055	57.12	0.66	18.14	5.12	0.17	1.19	5.34	4.86	3.75	0.28	0.05	2.51	9	432	1	36	1	1
2060	53.77	0.69	17.73	6.03	0.26	1.55	6.76	4.26	3.11	0.38	0.09	4.75	6	352	7	32	1	1
2061	58.40	0.46	17.99	3.87	0.19	1.34	2.97	5.02	4.62	0.26	0.20	2.93	1	432	1	39	1	1
2062	58.13	0.48	18.12	4.49	0.37	1.57	3.37	5.52	3.12	0.28	0.76	3.15	15	270	1	1	1	1
2063	55.59	0.65	18.66	5.11	0.13	1.73	6.25	4.34	3.51	0.42	0.00	1.39	1	409	1	40	1	1
2064	55.81	0.64	18.31	6.74	0.15	1.82	6.04	4.93	3.60	0.41	0.00	0.96	13	420	1	41	1	1
2065	55.56	0.63	18.64	5.42	0.16	1.73	6.27	4.54	3.58	0.41	0.04	1.23	10	426	9	26	1	1
2066	57.38	0.68	18.76	5.65	0.17	1.77	5.79	4.96	3.63	0.26	0.00	0.63	7	426	1	34	1	1
2067	54.75	0.66	18.03	5.77	0.19	1.71	5.75	4.57	2.85	0.35	0.27	4.60	1	293	1	37	1	1
2068	57.34	0.70	18.29	3.74	0.19	1.91	6.14	4.75	3.48	0.27	0.15	0.40	1	407	1	26	1	1
2069	57.54	0.69	18.88	5.38	0.17	1.59	6.04	4.88	3.42	0.23	0.23	0.48	1	417	1	30	1	1
2070	57.34	0.47	18.27	4.87	0.17	1.18	4.74	5.14	3.80	0.28	0.14	2.95	16	383	1	44	1	1
2089	55.73	0.89	17.94	7.20	0.15	2.04	6.78	3.64	2.58	0.36	0.01	1.15	26	375	1	43	1	1
2090	55.44	0.70	18.86	7.29	0.77	1.90	3.36	4.12	2.59	0.32	0.29	3.40	23	577	1	34	1	1
2110	52.86	0.80	18.88	3.44	0.27	3.42	5.55	3.43	3.10	0.53	0.05	2.24	18	429	1	1	22	1
2114	56.63	0.54	18.79	5.30	0.18	1.48	5.45	5.20	3.98	0.33	0.11	1.34	9	450	1	28	1	1
2112	55.82	0.68	18.89	6.56	0.19	2.04	5.91	4.67	3.43	0.44	0.17	0.90	16	436	6	1	1	1
2114	59.09	0.51	19.52	4.51	0.14	0.90	4.16	4.95	4.35	0.29	0.13	0.90	13	480	1	32	1	1
2122	54.08	0.85	19.00	3.64	0.38	2.63	3.80	4.67	2.12	0.51	0.19	1.64	1	339	1	37	1	1
2139	57.11	0.64	18.69	5.02	0.18	1.15	5.69	4.94	4.04	0.30	0.33	1.23	1	435	1	1	1	1
2146	57.12	0.65	19.38	5.15	0.19	1.30	5.09	5.10	4.24	0.29	0.01	0.83	15	456	1	24	1	1
2611	59.49	0.69	17.52	3.99	0.13	1.69	5.65	3.93	3.04	0.28	0.04	0.89	14	348	1	1	1	15
3001	57.30	0.68	17.15	5.94	0.14	2.72	6.94	3.15	2.16	0.32	0.00	1.76	9	268	6	1	1	27
3101	61.13	0.50	16.37	5.16	0.18	1.95	5.79	4.12	1.82	0.21	0.00	1.75	1	308	0	1	1	1
3201	61.58	0.50	16.87	5.44	0.13	1.57	5.73	4.33	1.70	0.23	0.00	1.15	1	310	3	1	1	1
3301	61.23	0.48	17.06	5.39	0.14	2.22	6.14	4.27	1.64	0.24	0.00	0.68	1	302	1	1	1	32
3401	58.28	0.63	16.33	6.47	0.14	2.53	6.30	3.51	1.64	0.25	0.00	1.66	12	284	1	1	1	20
4437	54.13	0.60	18.16	6.25	0.24	1.96	6.36	4.09	2.92	0.44	0.05	2.78	23	401	1	1	1	156
4467	54.15	0.37	18.06	7.26	0.23	2.49												

Junge Vulkanite

NTA 110

19 Cu	20 La	21 Mo	22 Nb	23 Ni	24 Pb	25 Pb	26 Sc	27 Sn	28 Sr	29 Ta	30 Th	31 U	32 V	33 W	34 Y	35 Zn	36 Zr	AL
37	1	6	11	1	6	45	13	1	630	1	1	1	115	1	23	61	106	103
103	22	1	11	39	9	46	25	1	777	1	7	1	221	1	20	101	104	105
95	1	1	13	1	14	57	16	1	1002	1	10	1	196	1	20	103	124	112
87	27	9	11	5	6	64	16	1	596	1	1	4	160	1	24	71	159	601
79	1	1	7	1	15	38	29	1	701	1	1	4	287	1	17	81	101	608
67	1	1	9	1	1	38	29	1	670	1	1	1	271	1	20	78	102	609
48	23	1	10	1	13	39	31	1	686	7	7	3	289	1	22	77	114	610
80	23	1	7	1	10	43	24	1	699	1	1	3	270	1	21	80	108	611
87	21	1	13	1	12	57	16	1	580	1	1	1	172	1	24	92	154	612
196	1	1	12	1	1	56	18	1	597	1	6	1	162	1	23	116	156	613
100	1	1	1	10	1	22	32	1	650	6	1	1	323	1	20	77	62	907
99	23	1	15	6	9	69	12	1	889	8	1	4	154	1	26	83	179	1102
137	23	1	9	1	1	67	10	1	1083	1	1	1	164	1	22	87	143	1202
48	23	6	14	6	1	47	15	1	633	1	1	1	186	1	25	68	162	1301
95	34	5	19	1	11	75	16	1	463	10	13	5	135	1	35	23	204	1302
86	1	4	9	6	1	40	23	1	620	1	5	5	216	1	21	70	115	1304
116	24	1	7	1	7	42	10	1	1197	1	1	1	202	1	17	80	93	1501
60	25	1	11	1	14	55	10	1	1146	1	1	1	135	1	22	104	118	1603
126	1	1	5	1	1	40	12	1	1232	1	1	1	209	1	23	102	89	1604
79	47	1	8	19	1	32	24	1	887	8	1	1	230	1	24	87	102	1607
44	21	1	1	15	1	51	13	1	712	1	1	1	133	1	17	52	80	1801
60	1	1	4	35	6	33	19	1	561	1	6	1	154	1	17	61	82	1802
109	1	3	5	16	9	29	29	1	611	1	1	1	274	1	23	74	66	1805
93	1	1	1	16	1	27	25	1	606	1	1	1	233	1	21	75	72	1806
129	33	5	6	13	1	21	18	1	802	1	1	1	219	1	24	89	77	1901
95	24	7	9	1	1	73	17	1	563	1	1	1	169	1	20	63	179	1902
91	21	5	11	1	1	67	16	1	578	11	1	1	173	1	23	68	158	1903
71	1	6	13	1	14	93	16	1	489	8	10	7	126	1	24	54	222	1904
106	1	6	6	1	1	40	29	1	695	1	1	1	309	1	21	75	106	1905
98	1	0	13	1	1	65	13	1	919	6	1	1	140	1	21	76	159	2001
50	27	4	9	1	12	52	10	1	1016	5	1	1	187	5	18	86	126	2004
130	23	7	10	5	1	62	15	1	955	1	6	1	210	1	30	83	154	2005
204	1	1	9	1	10	47	14	1	941	1	1	1	198	1	23	121	125	2006
69	29	1	9	1	6	26	13	1	857	1	10	1	192	1	25	76	118	2010
141	24	4	16	1	19	49	6	1	1024	1	10	1	179	1	39	173	185	2014
111	1	6	14	1	1	58	10	1	807	7	1	1	167	11	23	95	172	2015
92	27	1	14	1	8	68	7	1	932	1	6	1	170	1	22	81	157	2016
103	31	3	11	5	1	60	16	1	741	1	6	1	189	1	23	70	139	2019
89	24	1	13	1	1	58	16	1	760	1	1	1	184	1	19	69	143	2020
167	23	6	14	15	1	54	17	1	678	1	1	1	169	1	25	93	162	2021
120	25	3	13	11	1	52	19	1	642	1	6	1	192	1	23	115	154	2024
102	29	5	21	1	13	87	8	1	893	8	7	1	151	6	22	164	225	2031
204	25	6	128	1	1	66	11	1	1104	18	12	25	155	6	28	81	146	2036
30	1	1	15	1	1	69	6	1	122	6	1	1	91	1	21	50	217	2050
170	32	1	14	1	6	68	10	1	939	7	11	1	176	1	23	91	122	2054
32	1	5	17	1	1	64	10	23	1014	1	9	4	135	1	18	82	164	2055
66	21	4	9	1	9	50	14	1	783	1	8	3	178	1	22	110	121	2060
77	1	1	13	1	7	70	6	1	798	1	7	1	111	1	20	103	148	2061
56	26	1	11	1	23	53	8	1	792	1	13	7	109	1	19	160	137	2062
91	1	3	11	1	8	65	10	1	1003	1	1	1	167	1	23	75	146	2063
93	1	4	13	1	5	65	12	1	1014	1	6	1	164	1	21	75	147	2064
91	21	1	12	1	17	62	12	1	989	1	1	1	175	1	23	73	143	2065
102	23	3	13	1	10	71	11	1	905	6	1	1	149	1	26	75	181	2066
84	1	1	3	1	12	49	10	1	777	1	8	1	148	1	20	91	129	2067
100	30	1	17	6	1	70	14	1	919	1	8	4	161	1	21	88	181	2068
111	29	1	13	1	16	57	11	1	947	1	9	1	157	1	21	93	197	2069
48	25	4	11	1	17	67	6	1	1037	1	16	1	109	1	18	100	157	2070
32	23	4	16	5	16	51	18	1	733	1	1	1	212	1	26	72	157	2089
163	29	1	17	1	15	43	12	25	865	1	12	1	170	1	35	188	175	2090
94	1	1	12	1	1	44	16	1	1117	1	18	5	221	1	24	231	115	2110
122	1	1	16	1	16	77	3	1	1040	1	6	3	167	1	21	85	186	2111
213	30	6	14	1	12	65	10	1	1001	1	9	1	177	1	21	86	148	2112
78	1	1	13	1	24	33	6	1	945	8	10	1	101	8	21	104	203	2114
110	1	1	16	5	11	39	17	1	795	1	15	1	240	1	21	138	124	2122
92	22	1	16	1	8	84	3	1	1100	1	5	1	150	1	19	80	199	2139
96	22	6	20	1	7	77	8	1	964	1	7	1	145	1	24	81	197	2146
73	22	1	17	1	19	70	12	1	639	7	13	9	139	1	25	71	177	2611
44	1	2	6	11	7	54	17	7	805	1	5	2	181	1	17	138	97	3001
19	1	4	3	5	3	48	12	20	721	1	12	5	120	4	12	65	93	3101
74	1	1	7	9	5	37	11	1	730	3	9	1	109	4	11	71	93	3201
12	23	1	7	27	2	37	10	1	763	1	6	1	130	1	17	71	93	3301
24	1	1	9	11	6	36	16	1	701	1	1	1	169	1	13	75	94	3401
82	1	1	11	76	20	54	14	1	1042	5	13	1	162	1	21	112	128	4433
166	21	1	15	1	11	48	18	1	835	1	5	4	187	11	21	90	146	4467
145	26	7	15	1	9	62	14	1	1040	6	17	6	197	1	19	94	117	4478
88	37	1	16	1	9	54	3	1	1214	1	1	1	141	1	26	105	137	4501
169	25	4	14	1	15	49	15	1	1097	1	10	1	254	1	22	93	110	4601
37	21	1	17	1	26	71	8	1	712	1	15	1	106	1	18	88	178	4602
73	23	5	16	1	11	65	8	23	859	1	6	1	126	1	21	82	167	4604
147	1	1	12	9	1	58	12	1	1022	1	1	4	114	5	16	78	137	4609
72	1	1	14	1	1	63	14	1	929	1	1	1	195	1	22	87	151	4701
153	22	4	14	1	11	67	13	26	956	1	9	1	175	1	17	90	150	4705
115	26	3	11	1	1	46	11	1	1264	1	14	1	191	1	20	126	110	4709
125	1	1	16	1	10	78	10	1	1106	1	14	1	159	1	22	119	179	5099
35	34	1	15	1	15	41	8	1	1130	1	14	1	174	1	25	91	173	5095
84	1	1	14	1	5	59	3	1	1218	6	12	1	141	6	19	108	123	6061
131	33	1	19	13	8	70	15	22	680	1	8	1	185	1	22	111	182	6062

Kieta Vulkanite

PAPUA-KV

RFA.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
AL	SiO ₂	FeO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	CaO	MgO	K ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₃	LOI	As	Sa	Si	Ce	Co	Cr
301-	50.09	1.33	14.92	1.27	0.17	2.39	3.50	2.03	0.32	0.03	2.24	1	323	1	1	1	41
303	55.74	1.19	15.14	0.41	0.17	0.09	3.19	2.60	0.24	0.74	3.30	1	311	1	1	1	49
307	52.17	0.33	15.57	0.32	0.12	0.10	2.59	1.12	0.40	0.09	1.53	29	149	10	1	1	30
1001	49.99	1.33	12.43	0.14	0.14	0.16	3.32	1.21	0.30	0.71	5.51	1	120	1	1	47	254
1005	49.59	2.10	11.16	10.23	0.16	0.01	3.91	0.17	0.29	0.13	2.44	10	171	7	1	1	66
1007	47.35	1.28	11.12	7.23	0.14	4.56	12.13	0.39	0.38	0.19	6.34	1	154	2	1	1	184
2783	40.32	1.06	11.54	10.11	0.12	8.43	10.93	0.13	0.17	0.23	4.72	27	833	1	1	1	202
3073	40.24	1.09	13.12	10.13	0.13	7.44	4.03	0.15	0.14	0.28	7.33	1	1	1	1	25	126

19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	AL
Li	Be	B	C	N	O	F	Ne	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar	K	Ca	
27	33	3	14	13	1	32	27	1	425	1	3	197	1	1	24	70	135	501
1115	1	3	3	3	1	33	33	1	673	1	1	165	1	1	24	34	99	503
37	31	3	13	13	1	14	22	1	975	1	1	231	1	1	23	75	84	507
37	31	1	13	13	1	12	22	1	323	1	1	210	1	1	23	59	135	1001
1005	33	1	11	11	1	13	21	1	274	1	1	217	1	1	23	79	145	1006
35	1	1	1	1	1	1	312	1	312	1	1	195	1	1	21	126	1307	1307
							312	1	312	1	1	195	1	1	21	73	2720	2720
															16	107	83	5078

PLUTONITE (KIETA und JUNGE "INTRUSIVA")

RFA.32

PAPUA_DIO

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
AL	SiO2	TiO2	Al2O3	Fe2O3	MnO	MgO	CaO	Na2O	K2O	P2O5	SO3	LOI	As	Ba	Bi	Ce	Co	Cr	
104	59.90	0.10	17.31	0.66	0.10	1.21	4.76	3.57	1.70	0.12	0.02	3.45	1	400	7	1	1	1	
1401	59.60	0.75	18.24	0.64	0.23	0.33	3.07	4.73	3.72	0.46	0.26	0.50	7	543	8	23	1	1	
1704	47.11	2.74	12.87	17.30	0.41	5.21	7.30	3.32	0.49	0.18	0.23	1.44	13	58	12	1	1	1	
1750	50.10	0.47	14.73	13.57	0.24	4.21	8.07	2.70	0.62	0.31	0.31	3.26	24	42	11	49	1	1	
2026	57.63	0.47	16.78	2.31	0.27	0.32	2.51	0.27	0.56	0.12	1.02	1.74	1	366	1	1	1	1	
2027	63.50	0.60	17.19	3.31	0.22	0.34	1.75	4.21	6.14	0.12	0.02	1.31	1	253	1	39	1	1	
2028	62.05	0.61	16.27	3.17	0.01	0.77	3.90	4.17	6.10	0.17	0.06	0.93	1	271	1	51	1	1	
2029	57.03	0.59	13.49	5.33	0.17	1.37	5.84	5.07	3.68	0.29	0.00	0.40	13	393	1	1	1	1	
2032	56.77	0.60	13.87	3.17	0.17	1.35	3.40	4.86	3.40	0.36	0.03	0.70	10	468	1	50	1	1	
2037	60.77	0.37	17.01	3.37	0.13	0.47	0.67	5.67	6.49	0.10	0.05	1.00	7	120	1	55	1	1	
2038	54.15	0.79	13.11	7.54	0.50	2.60	6.36	4.55	2.77	0.32	0.04	0.81	11	430	13	23	1	1	
2039	50.77	0.57	13.50	7.10	0.37	1.47	6.96	4.97	2.36	0.57	0.09	0.91	1	274	1	24	1	1	
2041	51.33	0.38	13.40	10.17	0.30	1.41	7.30	7.15	3.84	0.67	0.08	1.45	15	335	1	1	1	28	
2042	50.49	0.73	13.30	6.17	0.17	1.27	5.21	4.93	3.09	0.45	0.06	1.38	1	489	9	50	1	1	
2048	55.32	0.55	10.72	3.27	0.07	1.08	1.47	3.70	3.20	0.36	0.17	4.83	1	326	1	35	1	1	
2049	60.16	0.57	10.17	4.77	0.17	1.17	4.75	4.45	3.30	0.24	0.07	0.39	1	403	1	44	1	1	
2054	59.74	0.75	13.34	8.73	0.30	1.17	3.71	4.51	3.83	0.51	0.03	0.56	1	398	1	25	1	1	
2101	50.00	0.70	13.70	7.50	0.10	1.11	5.11	4.14	3.08	0.46	0.16	1.74	11	457	6	1	1	1	
2105	57.53	0.57	19.27	6.37	0.20	1.46	5.32	3.05	2.26	0.31	0.11	1.35	12	420	7	52	1	1	
2104	51.92	0.60	13.10	5.61	0.16	1.18	5.35	4.62	3.67	0.29	0.13	0.64	15	435	3	49	1	1	
2105	58.69	0.70	13.39	6.80	0.20	1.74	6.43	4.75	3.29	0.38	0.13	0.43	15	396	8	21	1	1	
2106	52.75	1.17	15.25	11.44	0.40	2.79	6.84	3.59	7.66	0.65	0.13	0.56	11	308	1	61	1	1	
2107	63.01	0.38	17.32	3.35	0.10	0.57	1.07	4.97	6.23	0.15	0.35	1.39	1	182	1	1	1	1	
2108	52.49	0.75	19.01	6.40	0.31	1.77	5.06	4.62	4.21	0.30	0.13	1.07	1	420	1	37	1	1	
2109	64.74	0.31	13.00	1.71	0.06	0.10	1.41	4.46	7.44	0.06	0.15	1.20	27	395	1	1	1	1	
2110	51.24	0.47	17.30	4.74	0.15	1.07	4.60	4.79	3.50	0.29	0.17	3.34	1	501	1	48	1	1	
2111	59.09	0.31	13.73	4.51	0.14	0.90	4.16	4.23	5.16	4.47	0.30	0.12	0.71	1	456	1	49	1	1
2113	51.92	0.50	13.17	4.75	0.14	1.10	4.27	5.16	4.47	0.30	0.12	0.71	1	456	1	49	1	1	
2117	59.17	0.34	13.19	5.10	0.07	1.40	2.47	4.54	5.17	0.36	0.21	1.69	1	505	1	30	1	1	
2120	57.78	0.57	19.47	3.40	0.10	1.24	4.47	4.33	4.11	0.33	0.05	1.11	11	416	1	1	1	1	
2123	70.38	0.10	14.17	2.13	0.06	0.07	3.39	4.45	5.74	0.05	0.17	0.89	23	57	1	59	1	1	
2122	50.44	0.57	13.31	4.70	0.10	1.07	3.26	5.04	3.71	0.35	0.03	1.76	1	547	1	37	1	1	
2127	57.11	0.34	13.23	5.27	0.10	1.40	3.49	4.94	4.34	0.30	0.23	1.23	1	455	1	1	1	1	
2137	47.57	0.37	15.74	13.76	0.21	3.26	0.04	7.10	3.64	0.44	0.00	1.05	24	88	1	1	1	1	
2137	60.75	1.03	16.77	7.17	0.14	1.71	4.27	4.47	1.75	0.27	0.00	1.60	1	362	1	41	1	32	
2141	43.44	0.10	13.71	13.44	0.19	2.17	2.17	3.22	1.16	0.31	0.00	1.34	1	209	1	39	1	1	
2145	53.31	0.36	12.13	6.70	0.13	0.87	3.70	3.59	0.79	0.17	0.12	1.63	1	146	6	24	1	124	
2149	53.53	0.57	17.97	3.37	0.14	0.57	0.29	0.37	0.17	0.15	0.12	1.63	26	64	1	1	1	79	
4436	55.00	0.78	18.99	6.73	0.17	1.67	6.51	4.55	2.30	0.17	0.30	0.98	1	427	1	25	1	18	
4704	53.51	0.75	19.07	3.37	0.20	1.77	6.76	4.67	2.50	0.41	0.03	1.00	12	390	1	1	1	1	
5054	44.85	0.57	11.37	19.31	0.31	4.70	3.54	3.11	0.59	0.15	0.32	1.34	22	51	2	44	35	1	
5055	62.32	1.40	14.44	3.45	0.21	4.44	10.17	5.19	0.15	0.21	0.13	1.37	1	79	9	1	1	96	
5061	61.54	0.18	11.97	1.77	0.17	0.57	3.01	1.71	0.58	0.00	0.19	3.15	1	353	6	1	1	1	
5069	48.47	1.18	12.31	3.27	0.17	0.62	13.70	3.27	0.35	0.12	0.06	4.75	11	67	10	1	22	1	
5071	49.12	1.75	14.34	10.37	0.16	0.77	8.72	4.11	0.75	0.25	0.03	3.11	16	133	1	1	20	233	
5076	59.27	0.47	17.88	6.16	0.16	0.37	6.57	7.13	0.57	0.17	0.02	2.76	7	278	1	1	1	20	
5080	60.32	0.44	17.12	4.39	0.10	1.77	4.11	3.77	0.31	0.18	0.64	4.09	15	299	1	1	1	1	
5081	63.26	0.44	16.56	4.19	0.10	1.57	3.53	3.77	1.54	0.15	0.45	3.94	13	279	1	1	1	1	
5082	65.63	0.41	16.77	4.47	0.17	1.00	3.41	2.95	3.04	0.15	0.10	2.91	1	510	1	1	1	28	
5083	46.35	1.44	13.37	10.50	0.20	4.09	11.34	2.59	0.00	0.11	0.27	2.80	26	43	1	1	46	31	
5089	58.38	0.67	13.36	3.30	0.19	1.47	3.20	4.99	3.84	0.34	0.15	0.55	6	461	1	36	1	1	
5096	50.75	0.59	13.11	3.74	0.13	1.67	7.71	4.74	2.97	0.34	0.34	2.61	11	444	1	22	1	1	
6066	51.42	0.47	17.76	4.34	0.27	0.39	3.53	3.77	6.79	0.17	0.29	1.49	18	149	1	43	1	1	
6067	53.33	0.36	19.95	5.04	0.23	1.87	3.87	2.92	3.20	0.40	0.33	0.39	25	428	1	1	1	1	
6071	56.11	0.64	17.20	3.73	0.12	1.51	3.03	4.03	3.85	0.34	0.01	0.61	7	450	1	20	1	1	
6073	63.09	0.35	15.76	3.47	0.20	0.39	1.37	4.20	5.10	0.07	0.00	0.34	1	230	1	26	1	1	
6074	58.07	0.77	17.87	3.75	0.10	0.31	4.45	4.75	4.79	0.42	0.02	1.15	19	472	6	1	1	1	
6075	54.78	0.27	17.97	3.11	0.10	1.01	3.36	4.29	3.63	0.27	0.06	2.01	1	359	1	35	1	1	
6077	48.37	0.11	13.30	1.10	0.11	4.27	11.12	1.09	0.64	0.09	0.13	1.44	24	73	1	1	1	31	
6080	42.33	1.21	13.47	2.70	0.20	3.01	9.19	3.70	0.44	0.27	0.11	2.09	7	163	1	1	1	100	

PLUTONITE (KI.+J.I.)

KtA.3.6

19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	AL
CU	La	Mo	Os	Ni	Pb	Re	Sc	Sn	Sr	Ta	Th	U	V	W	Y	Zn	Zr	
45	1	1	1	1	1	35	17	1	531	1	1	1	144	1	10	55	78	104
110	1	1	14	1	16	77	18	1	327	7	1	1	171	1	23	110	131	1401
251	24	1	10	19	1	4	31	1	124	1	1	1	327	1	30	104	114	1704
257	50	1	12	1	1	5	76	24	273	1	9	1	315	1	39	109	172	1708
677	1	11	39	1	1	234	13	45	652	13	14	1	37	6	25	81	244	2026
74	1	11	41	1	1	144	13	1	472	5	19	10	74	1	40	234	465	2027
297	21	18	42	1	24	173	4	38	497	1	1	1	82	1	36	101	536	2028
120	1	1	17	1	1	77	7	1	397	9	1	1	147	1	23	60	130	2029
135	1	1	10	1	1	62	10	1	1112	1	9	1	162	1	23	196	148	2032
217	1	20	40	1	17	217	6	1	174	7	21	10	16	1	34	66	599	2037
111	1	4	69	1	7	44	15	1	1022	7	7	10	216	1	25	145	107	2038
123	1	5	13	1	7	52	12	1	1119	1	1	1	131	1	23	96	154	2039
123	1	1	2	14	1	45	15	1	1203	1	6	1	230	1	19	105	87	2041
152	50	1	17	1	6	76	10	1	1313	1	7	1	147	1	23	81	142	2042
12	29	1	1	1	1	78	9	1	787	1	1	1	151	1	17	21	104	2046
102	1	1	17	1	1	62	8	21	914	1	15	1	104	7	25	55	158	2049
170	32	1	14	1	6	82	10	1	939	7	11	1	175	1	23	91	122	2054
260	22	10	14	5	6	107	12	3	1072	6	8	0	147	1	24	90	137	2101
1099	20	4	16	0	13	31	10	17	1204	3	14	2	147	1	21	107	127	2103
287	1	1	14	1	15	61	1	2	267	5	12	0	112	1	22	71	159	2104
20	1	0	17	0	10	82	12	1	973	1	8	4	137	0	23	85	149	2105
315	27	1	14	1	1	82	15	1	663	7	1	1	510	1	34	127	164	2106
95	1	1	25	1	21	102	5	1	260	1	15	7	51	1	20	86	613	2107
181	1	1	12	1	7	27	10	1	577	6	16	1	147	1	22	94	174	2108
102	1	1	14	1	11	162	5	1	461	1	17	7	31	1	16	51	312	2109
90	22	1	14	1	10	73	5	1	919	7	15	1	91	1	15	77	176	2113
78	1	1	15	1	14	87	6	1	945	8	10	1	101	8	21	104	208	2114
83	1	1	14	1	10	25	3	1	773	1	21	4	101	1	20	113	229	2115
92	34	5	22	1	27	87	8	21	758	1	23	7	130	1	24	119	215	2119
127	1	1	17	1	1	24	3	1	853	9	18	8	109	1	24	90	223	2120
19	35	1	52	1	22	277	7	22	119	1	32	13	1	1	36	53	323	2123
123	1	1	15	1	15	55	5	1	1106	1	14	1	147	1	22	98	151	2132
82	22	1	15	1	1	54	1	1	1100	1	5	1	152	1	19	80	199	2139
34	29	1	10	13	1	10	14	1	371	5	1	1	310	1	23	111	113	2707
15	34	1	12	17	9	74	10	1	250	5	6	7	74	1	43	77	255	2709
106	22	1	1	18	1	12	36	1	360	1	1	1	502	1	26	118	96	2711
35	23	1	14	61	5	0	28	1	294	6	10	5	182	1	10	43	122	2715
22	1	1	10	60	1	0	25	1	434	1	11	3	150	1	9	33	52	2719
13	28	1	12	11	5	67	10	1	314	1	16	6	81	1	15	26	132	2721
168	1	1	15	1	10	57	14	1	273	4	2	3	180	1	22	108	137	4436
175	1	4	10	1	13	43	12	1	1184	1	13	1	162	1	21	121	103	4704
73	29	1	1	72	1	1	27	1	156	1	1	1	905	1	25	139	73	5054
43	1	1	1	42	1	1	30	1	324	1	1	1	161	1	20	107	93	5058
14	1	1	12	1	10	76	1	1	61	1	1	1	27	6	9	65	66	5061
21	1	1	1	17	9	7	27	1	351	1	1	1	197	1	18	63	67	5069
45	28	1	15	1	1	12	1	1	271	1	1	3	124	1	21	85	118	5071
24	25	1	7	1	1	17	14	1	513	6	1	1	115	7	13	73	76	5076
3	1	1	7	1	7	72	12	1	432	1	7	1	105	1	12	112	87	5080
1	1	1	1	1	10	22	14	1	425	1	12	5	111	1	12	95	82	5081
15	1	1	1	1	13	47	1	1	478	1	14	1	97	1	12	515	52	5082
272	1	1	9	41	5	5	45	1	299	1	1	1	369	1	13	83	59	5083
125	1	1	15	1	10	75	10	1	1106	1	14	1	157	1	22	119	179	5089
55	34	1	17	1	15	41	12	1	1172	1	14	1	174	1	25	91	173	5095
205	1	10	77	1	21	101	17	1	318	1	26	10	47	5	26	100	495	6066
126	1	1	10	1	17	34	12	31	1211	1	11	1	157	1	13	103	119	6067
150	1	1	13	1	12	71	1	1	1091	1	12	5	157	1	21	109	157	6071
5	1	1	17	1	14	127	1	1	434	1	11	5	45	1	20	74	214	6072
155	1	1	17	1	17	93	17	1	717	7	2	1	177	7	22	90	158	6074
138	21	1	10	1	11	104	13	1	517	1	17	1	105	1	27	83	395	6075
132	27	4	15	4	12	11	25	1	378	1	6	5	154	1	16	70	52	6077
27	1	1	17	1	1	1	23	27	392	1	1	1	193	1	21	97	123	6080

SUBVULKANITE (RANDFAZIES DER KIETA + JUNGEN INTRUSIVA)

RTA.4

PAPUA_MIG

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
AL	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₃	LOI	As	Se	Bi	Ce	Co	Cr
3036	50.72	1.77	12.13	7.31	0.37	3.37	0.37	4.12	3.19	0.44	0.33	4.33	28	392	7	1	1	1
3039	50.33	0.78	13.61	4.27	0.17	0.39	4.10	3.03	4.97	0.25	0.33	0.72	12	398	1	52	1	1
3044	50.37	0.40	20.12	7.07	0.14	0.06	1.68	3.33	7.88	0.26	0.23	2.25	13	391	7	31	1	22
3045	50.37	0.38	19.22	7.34	0.17	0.10	7.23	4.09	3.16	0.39	0.13	1.65	1	424	1	22	1	1
3047	50.37	0.31	19.72	6.20	0.26	0.35	4.31	5.53	3.20	0.26	0.10	0.98	1	517	1	33	1	1
3048	50.27	0.34	19.66	6.77	0.27	1.44	4.14	5.09	3.31	0.34	0.11	1.43	1	472	1	38	1	1
3050	50.12	0.37	17.31	3.33	0.10	1.77	4.41	4.37	1.80	0.30	0.09	0.91	9	450	1	43	1	1
3057	54.31	0.37	13.21	6.27	0.27	1.77	5.03	4.60	3.48	0.40	0.06	4.34	1	337	1	46	1	1
3116	58.23	0.70	12.08	6.11	0.23	2.00	3.75	4.41	3.30	0.47	0.14	6.69	8	450	1	39	1	1
2117	58.54	0.77	11.74	0.13	0.17	1.91	7.49	7.72	2.36	0.41	0.26	3.44	1	237	6	52	1	1
3051	65.61	0.77	17.12	3.10	0.14	1.74	4.33	4.37	1.38	0.14	0.03	0.55	1	473	1	1	1	1
3056	53.32	0.31	17.70	8.14	0.16	2.32	3.93	3.15	1.13	0.14	0.00	3.38	1	273	1	1	1	27
3052	65.33	0.22	16.10	2.31	0.09	0.64	2.32	3.93	2.54	0.11	0.00	4.58	1	453	1	1	1	1
3060	54.24	0.32	19.30	7.67	0.23	3.01	7.75	3.71	0.25	0.20	0.00	3.59	7	158	1	1	1	1
3063	68.30	0.23	16.31	3.77	0.12	0.67	3.42	4.11	1.59	0.10	0.22	3.15	1	674	1	1	1	1
3064	55.33	0.31	17.72	7.32	0.16	0.60	6.93	3.20	0.92	0.17	0.91	3.93	14	215	1	1	1	1
3065	55.90	0.37	13.11	7.17	0.19	2.31	6.14	3.51	0.30	0.18	0.00	4.55	20	159	8	1	1	21
3067	55.31	0.35	19.37	6.04	0.17	2.24	7.17	3.75	1.22	0.21	0.00	0.35	7	359	1	1	1	1
3069	61.03	0.32	16.76	4.41	0.11	2.40	6.37	1.65	0.47	0.12	0.00	5.09	1	321	1	1	1	65
3070	61.12	0.40	10.44	5.54	0.16	1.96	6.43	4.05	0.80	0.17	0.00	1.24	1	335	1	1	1	1
3072	52.94	1.50	14.34	10.27	0.21	0.70	5.84	4.39	0.21	0.38	0.22	2.61	11	239	1	49	28	1
3073	61.61	0.43	13.70	6.37	0.25	1.72	6.74	3.67	1.51	0.13	0.10	2.65	16	501	6	1	1	1
3074	61.51	0.42	13.17	4.78	0.10	1.69	5.84	4.23	1.54	0.16	0.01	1.21	1	539	1	1	1	1
3075	59.74	0.37	19.10	4.03	0.10	2.54	5.16	3.39	0.97	0.13	0.02	6.31	3	230	1	1	1	51
3077	60.75	0.37	19.37	4.38	0.09	1.30	6.17	3.51	1.06	0.12	0.07	4.20	5	318	1	1	1	60
3078	49.24	1.57	15.03	10.37	0.16	0.67	7.44	4.03	0.15	0.14	0.23	7.30	1	1	1	1	25	126
3079	60.07	0.30	17.72	3.31	0.17	1.34	5.66	3.34	1.22	0.18	0.15	1.55	13	275	7	1	1	1
3084	60.03	0.40	16.78	3.07	0.13	1.61	3.32	3.91	2.35	0.13	1.39	4.50	1	223	1	1	1	1
3088	60.93	0.41	15.15	5.43	0.13	1.40	6.04	3.47	1.49	0.16	0.57	2.45	1	288	1	1	1	1
3087	59.99	0.37	17.84	3.31	0.13	0.74	4.97	3.07	4.03	0.36	0.00	1.03	1	499	1	41	1	1
3053	57.01	1.58	19.01	10.37	0.26	2.27	4.39	4.71	3.61	0.67	0.00	0.84	23	374	7	56	1	1
3076	53.23	1.70	14.31	11.77	0.19	1.90	6.15	4.47	0.40	0.22	0.00	1.20	13	63	8	1	1	15

19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	AL
Ca	La	Yb	Mo	Ni	Pb	Rb	Se	Sn	Sr	Ta	Ti	U	V	W	Y	Zn	Zr	
121	1	1	10	13	7	47	27	1	607	1	1	1	27	1	25	157	100	506
143	51	1	22	1	1	11	27	1	356	1	1	1	10	1	24	77	283	2035
141	27	1	11	12	13	13	13	1	735	4	16	6	11	1	21	211	233	2044
138	27	1	11	13	13	13	13	1	1144	6	7	7	16	1	20	95	133	2045
124	13	1	10	13	8	13	13	1	1079	1	1	1	11	1	21	144	90	2047
32	7	1	10	13	3	14	7	1	1730	1	2	1	14	1	22	132	105	2046
112	24	1	10	13	3	14	7	1	777	1	1	1	15	1	25	87	168	2053
101	29	1	10	13	3	14	7	1	343	1	1	1	13	1	21	125	142	2057
37	31	1	10	13	1	17	13	1	1047	1	13	1	17	1	21	104	141	2116
174	23	1	10	13	1	17	13	1	247	1	12	1	21	1	27	102	140	2117
30	1	1	10	13	1	17	13	1	577	1	7	1	71	1	10	62	97	5051
98	1	1	10	13	1	17	13	1	416	1	7	1	147	1	16	74	75	5056
8	1	1	10	13	1	17	13	1	473	1	6	1	20	1	14	56	98	5059
37	24	1	10	13	1	17	13	1	597	1	7	1	210	1	20	93	53	5060
1	1	1	11	13	1	17	13	1	514	1	1	1	37	1	8	46	98	5063
103	1	1	10	13	1	17	13	1	399	1	1	1	144	5	18	78	76	5064
43	1	1	10	13	1	17	13	1	552	1	9	1	177	1	16	97	62	5065
44	1	1	10	13	1	17	13	1	580	1	1	1	131	1	13	84	85	5067
31	1	1	10	13	1	17	13	1	570	1	15	1	109	10	9	66	65	5068
37	1	1	10	13	1	17	13	1	543	1	9	1	101	10	16	85	86	5070
33	40	1	10	13	1	17	13	1	304	1	1	5	101	1	46	118	233	5072
10	1	1	10	13	1	17	13	1	560	1	1	1	107	8	10	35	65	5073
33	1	1	10	13	1	17	13	1	630	7	13	1	101	10	11	472	76	5074
14	1	1	10	13	1	17	13	1	640	1	1	1	111	6	11	58	67	5075
33	1	1	10	13	1	17	13	1	606	1	13	1	101	1	7	51	66	5077
39	1	1	10	13	1	17	13	1	612	1	10	1	101	1	18	107	80	5078
37	1	1	10	13	1	17	13	1	594	1	7	3	147	1	14	84	82	5079
37	30	1	10	13	1	17	13	1	379	1	11	6	99	1	18	630	83	5084
30	1	1	10	13	1	17	13	1	603	1	10	1	107	1	9	145	82	5086
43	30	1	10	13	1	17	13	1	1007	1	11	1	151	1	23	89	190	6057
102	27	1	10	13	1	17	13	1	740	6	9	5	385	1	32	160	167	6058
102	24	1	10	13	1	17	13	1	274	1	1	1	203	1	29	56	105	6078

RFA . 5

RFA . 5

19 00	20 01	21 02	22 03	23 04	24 05	25 06	26 07	27 08	28 09	29 10	30 11	31 12	32 13	33 14	34 15	35 16	36 17	AL
77	35	5	6	1	1	25	22	1	1124	1	12	1	214	1	5	25	80	302
26	1	1	11	1	1	5	7	1	466	1	1	1	100	6	1	14	119	421
37	1	1	11	57	12	4	73	1	715	1	0	1	281	1	26	39	97	905
30	1	1	1	12	1	22	32	1	650	6	1	1	320	1	20	77	62	907
22	1	1	10	1	11	34	10	1	3241	1	12	1	169	1	16	91	154	1108
03	1	1	13	1	25	65	7	395	1203	1	9	5	39	1	27	86	177	1203
50	25	1	13	2	7	44	71	1	189	1	1	5	241	1	12	22	103	1307
45	1	5	12	1	6	49	10	1	271	5	1	1	131	1	6	14	145	1308
92	25	1	2	1	6	33	15	1	1214	1	1	1	177	1	23	89	119	1606
51	25	1	1	10	1	5	35	1	200	6	1	1	299	1	21	92	55	1710
75	1	1	11	1	1	30	27	1	442	1	1	1	227	1	19	72	76	1803
99	1	1	5	17	2	27	27	1	497	1	1	1	227	1	16	83	60	1824
56	22	5	14	4	4	30	44	1	771	1	1	5	184	1	27	84	126	2002
57	22	1	13	1	7	52	17	1	1099	1	7	1	179	7	23	178	138	2033
24	1	1	1	4	42	20	11	1	1114	1	7	1	179	1	20	112	135	2043
52	24	1	17	1	17	64	8	1	577	1	1	1	102	1	19	109	150	2059
61	1	1	17	1	22	72	2	11	875	1	14	5	145	1	20	168	157	2102
81	1	1	5	1	11	0	71	1	30	5	1	1	114	9	44	123	114	5055
34	1	7	1	22	1	1	17	1	240	1	9	1	103	1	16	72	61	5062
40	1	1	11	12	1	7	75	1	270	6	5	1	220	2	21	724	130	5086
18	1	1	1	6	1	1	30	1	377	1	10	1	163	1	32	79	84	6079

RFA.6

RFA.6

30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359	360	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375	376	377	378	379	380	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	391	392	393	394	395	396	397	398	399	400	401	402	403	404	405	406	407	408	409	410	411	412	413	414	415	416	417	418	419	420	421	422	423	424	425	426	427	428	429	430	431	432	433	434	435	436	437	438	439	440	441	442	443	444	445	446	447	448	449	450	451	452	453	454	455	456	457	458	459	460	461	462	463	464	465	466	467	468	469	470	471	472	473	474	475	476	477	478	479	480	481	482	483	484	485	486	487	488	489	490	491	492	493	494	495	496	497	498	499	500	501	502	503	504	505	506	507	508	509	510	511	512	513	514	515	516	517	518	519	520	521	522	523	524	525	526	527	528	529	530	531	532	533	534	535	536	537	538	539	540	541	542	543	544	545	546	547	548	549	550	551	552	553	554	555	556	557	558	559	560	561	562	563	564	565	566	567	568	569	570	571	572	573	574	575	576	577	578	579	580	581	582	583	584	585	586	587	588	589	590	591	592	593	594	595	596	597	598	599	600	601	602	603	604	605	606	607	608	609	610	611	612	613	614	615	616	617	618	619	620	621	622	623	624	625	626	627	628	629	630	631	632	633	634	635	636	637	638	639	640	641	642	643	644	645	646	647	648	649	650	651	652	653	654	655	656	657	658	659	660	661	662	663	664	665	666	667	668	669	670	671	672	673	674	675	676	677	678	679	680	681	682	683	684	685	686	687	688	689	690	691	692	693	694	695	696	697	698	699	700	701	702	703	704	705	706	707	708	709	710	711	712	713	714	715	716	717	718	719	720	721	722	723	724	725	726	727	728	729	730	731	732	733	734	735	736	737	738	739	740	741	742	743	744	745	746	747	748	749	750	751	752	753	754	755	756	757	758	759	760	761	762	763	764	765	766	767	768	769	770	771	772	773	774	775	776	777	778	779	780	781	782	783	784	785	786	787	788	789	790	791	792	793	794	795	796	797	798	799	800	801	802	803	804	805	806	807	808	809	810	811	812	813	814	815	816	817	818	819	820	821	822	823	824	825	826	827	828	829	830	831	832	833	834	835	836	837	838	839	840	841	842	843	844	845	846	847	848	849	850	851	852	853	854	855	856	857	858	859	860	861	862	863	864	865	866	867	868	869	870	871	872	873	874	875	876	877	878	879	880	881	882	883	884	885	886	887	888	889	890	891	892	893	894	895	896	897	898	899	900	901	902	903	904	905	906	907	908	909	910	911	912	913	914	915	916	917	918	919	920	921	922	923	924	925	926	927	928	929	930	931	932	933	934	935	936	937	938	939	940	941	942	943	944	945	946	947	948	949	950	951	952	953	954	955	956	957	958	959	960	961	962	963	964	965	966	967	968	969	970	971	972	973	974	975	976	977	978	979	980	981	982	983	984	985	986	987	988	989	990	991	992	993	994	995	996	997	998	999	1000
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------

ALTERIERTES GESTEIN

RFA.72

PAPUA_JRJC

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
AL	SiO2	TiO2	Al2O3	Fe2O3	MnO	MgO	CaO	Na2O	K2O	P2O5	SO3	LOI	As	Ba	Si	Ce	Co	Cr
102	61.16	0.34	13.32	4.38	0.02	0.01	0.14	0.03	0.02	0.22	0.24	13.25	7	348	1	1	1	24
201	61.80	0.31	11.10	12.97	0.02	0.01	0.12	0.03	0.16	0.05	0.17	17.08	85	121	1	1	32	1
304	66.12	0.32	11.46	2.22	0.02	0.01	1.50	4.82	5.03	0.04	0.09	1.54	36	637	1	34	1	1
602	28.09	0.32	21.42	2.22	0.01	0.01	0.10	1.46	5.22	0.43	5.36	34.93	35	295	1	26	1	1
603	18.00	0.30	21.34	2.11	0.01	0.01	0.67	0.51	2.01	0.36	0.58	35.13	42	449	1	42	1	19
604	26.21	0.32	11.79	2.11	0.02	0.00	0.11	0.34	4.22	0.32	3.95	28.04	42	376	1	46	1	1
605	34.28	0.32	11.70	1.02	0.02	1.41	0.30	0.67	1.18	0.20	1.10	15.09	1	253	7	1	1	22
607	45.22	0.36	11.70	1.02	0.02	0.00	0.02	0.00	0.08	0.01	0.16	44.40	177	459	1	1	1	1
701	56.01	0.33	13.11	11.07	0.02	1.24	0.14	0.03	1.57	0.26	0.21	12.40	122	36	8	1	1	1
1002	41.12	0.31	20.24	3.03	0.02	1.37	13.93	0.03	0.02	0.14	0.31	5.35	1	1	1	1	1	83
1105	43.84	0.42	14.11	10.10	0.01	0.02	0.36	0.02	0.14	0.42	2.20	20.83	141	339	1	41	1	1
1305	13.10	0.37	21.67	1.02	0.01	0.02	0.68	0.02	7.18	2.45	3.31	37.38	43	417	1	124	1	37
1309	44.37	0.30	17.22	4.03	0.01	0.02	0.15	0.42	4.07	0.53	2.47	24.54	158	320	1	34	1	1
1601	51.00	0.32	0.45	20.17	0.02	0.02	0.10	0.00	0.05	0.03	0.09	15.41	102	1	17	1	1	1
1602	45.06	0.34	21.49	12.00	0.04	0.24	0.32	2.45	3.97	0.42	0.25	9.42	28	858	18	42	1	1
1805	40.72	0.30	11.75	2.36	0.01	0.01	0.75	1.33	2.08	0.44	1.55	15.73	11	223	1	22	1	1
2006	36.62	0.37	12.22	6.24	0.02	0.34	0.71	4.41	2.95	0.43	0.14	6.96	35	223	1	33	1	1
2009	42.11	0.39	10.81	13.24	0.19	0.34	0.37	1.11	5.11	0.67	0.19	10.79	1	332	8	23	1	1
2011	56.08	0.34	10.07	5.72	0.14	1.11	0.44	4.42	0.34	0.17	0.35	6.74	26	206	1	1	1	1
2012	56.10	0.35	10.16	1.74	0.03	0.00	1.60	0.02	2.01	0.26	0.31	17.09	1	267	1	35	1	31
2013	57.38	0.37	10.40	1.02	0.02	0.02	0.02	0.25	2.18	0.22	1.02	14.79	26	492	1	1	1	1
2017	52.52	0.31	11.60	3.04	0.14	1.11	4.51	1.02	3.07	0.23	0.00	1.66	15	449	1	1	1	1
2020	53.23	0.30	21.17	7.45	0.02	0.17	0.11	1.50	6.83	0.10	0.09	6.25	51	693	7	39	1	1
2023	34.00	0.37	20.30	7.77	0.01	0.07	0.02	0.11	7.45	0.04	0.09	11.34	34	103	1	57	1	1
2031	36.07	0.32	12.74	1.34	0.10	1.44	6.02	4.75	2.66	0.31	0.54	3.91	1	289	7	38	1	1
2032	51.07	0.30	11.00	3.71	0.14	0.47	0.27	6.82	5.54	0.04	0.12	2.63	16	352	1	32	1	1
2039	60.46	0.40	21.99	1.23	0.00	0.30	0.11	4.45	4.37	0.02	0.18	3.89	1	360	1	46	1	1
2039	41.02	0.31	11.84	1.02	0.02	0.00	0.34	0.40	2.43	0.31	10.40	17.31	15	134	1	1	1	1
2041	30.14	0.31	21.22	1.02	0.02	0.02	0.13	0.02	7.52	0.42	0.09	12.41	92	669	1	32	1	1
2042	60.03	0.30	11.00	3.71	0.01	0.00	0.42	0.27	1.76	0.27	1.31	14.03	162	484	1	1	1	1
2043	37.13	0.37	0.00	2.10	0.01	0.02	0.02	0.04	0.04	0.03	0.00	0.65	24	1	1	1	1	1
2044	37.00	0.30	11.17	0.79	0.02	0.02	0.02	0.04	0.62	0.09	0.35	5.35	166	41	1	1	1	1
2045	55.70	0.31	20.69	2.11	0.04	0.31	4.03	3.06	6.04	0.34	0.13	5.26	1	2039	1	41	1	1
2046	62.71	0.32	21.22	7.45	0.00	0.00	0.04	0.00	0.07	0.13	0.01	9.02	62	144	1	28	1	64
2077	62.77	0.32	20.01	0.87	0.00	0.00	0.10	0.00	0.10	0.27	0.00	7.85	35	464	1	43	1	1
2078	62.03	0.32	11.04	2.11	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	1.31	64	1	1	1	1	1
2079	35.33	0.30	0.11	1.12	0.02	0.02	0.11	0.15	1.86	0.20	1.54	9.82	83	476	1	1	1	28
2080	35.19	0.34	21.17	1.02	0.02	0.02	0.02	0.02	6.37	0.64	6.33	30.23	35	2133	1	147	1	55
2081	57.70	0.37	0.00	3.47	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.42	0.21	3.36	35	429	1	1	1	1
2082	35.22	0.32	11.04	2.11	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	1.24	32	1	1	1	1	1
2083	58.11	0.34	10.30	1.12	0.02	0.02	0.02	1.05	1.54	0.20	2.27	33.13	34	507	1	1	1	29
2084	41.00	0.30	11.79	1.12	0.02	0.02	0.02	0.02	0.14	0.46	0.04	12.70	20	225	1	59	1	62
2087	31.11	0.31	11.79	0.31	0.10	0.02	0.17	0.34	3.91	0.32	3.77	19.36	13	658	1	62	1	25
2088	31.13	0.37	10.70	1.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.65	0.10	0.14	16.24	43	165	1	1	1	1
2091	37.00	0.37	21.01	0.47	0.11	0.02	0.17	2.72	2.32	0.37	0.25	6.14	16	358	1	1	23	1
2111	64.00	0.30	11.04	1.12	0.11	1.34	0.40	1.10	7.17	0.33	0.24	4.33	1	331	1	38	1	1
2111	14.07	0.41	0.71	1.12	0.01	1.02	0.12	1.11	0.19	0.02	0.05	12.20	15	145	1	1	1	1
2121	64.00	0.30	11.04	1.12	0.01	0.02	1.02	1.02	1.02	0.04	0.09	13.04	20	434	1	1	1	1
2123	84.00	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.02	0.02	0.02	0.12	12.90	1	540	1	1	1	1
2124	28.71	0.30	11.04	2.11	0.02	0.02	0.04	0.42	0.05	0.02	0.06	58.58	43	440	1	1	1	1
2125	74.00	0.30	11.04	2.11	0.01	0.02	0.02	0.02	1.45	0.02	0.03	12.13	1	432	1	1	1	1
2126	74.00	0.30	11.04	2.11	0.02	1.02	0.02	0.02	1.50	0.26	0.17	15.35	13	233	11	1	140	1
2110	77.01	1.02	0.41	0.41	0.00	0.00	0.20	0.16	0.06	0.03	0.16	15.73	1	773	1	1	1	1
2112	31.31	1.37	1.02	0.14	0.02	0.02	0.10	0.10	0.05	0.02	0.12	13.15	1	949	1	1	1	1
2114	60.23	0.37	2.47	0.79	0.02	0.02	0.39	1.32	0.54	0.21	2.25	10.26	1	405	1	1	1	1
2115	73.03	0.37	0.34	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	24.54	14	1522	1	1	1	1
2116	39.33	0.37	0.11	0.02	0.00	0.00	0.04	0.16	0.06	0.03	0.06	62.34	1	206	1	1	1	1
2117	77.03	1.42	0.37	2.11	0.00	0.11	0.10	0.17	0.05	0.02	0.20	18.86	11	467	1	1	1	1
2118	41.07	0.30	24.00	8.70	0.01	1.14	0.40	0.12	1.75	0.35	0.11	16.80	15	174	1	1	1	28
2119	31.10	0.17	0.01	0.04	0.10	0.02	0.02	0.02	0.04	0.01	0.05	33.99	1	231	1	1	1	1
4247	28.13	1.02	11.04	0.44	0.01	0.02	0.11	0.14	1.02	0.04	0.02	5.92	1	415	1	1	1	1
4316	41.03	0.31	11.04	1.77	1.02	0.02	0.40	1.02	1.46	0.44	5.15	22.06	121	422	6	33	1	1
4412	17.30	0.37	24.10	2.11	0.01	1.02	0.04	0.00	0.02	1.02	0.15	12.20	38	844	1	22	1	1
4410	56.37	0.31	13.11	0.11	0.01	0.02	0.17	0.00	0.06	0.27	0.17	17.48	313	193	1	37	1	1
4414	41.07	0.44	11.79	0.39	0.00	0.00	0.02	0.04	4.06	0.56	7.14	25.22	162	572	1	66	1	1
4410	30.44	1.02	0.71	1.12	1.02	0.02	0.17	0.02	0.04	0.01	0.00	2.53	9	1	1	1	1	1
4411	61.06	0.30	22.13	0.17	0.02	0.02	0.16	0.04	0.09	0.42	0.07	10.70	32	474	1	32	1	1
4424	41.07	0.30	11.79	0.04	0.02	0.02	0.04	0.00	0.11	0.12	0.27	14.00	348	5443	20	63	21	1
4425	30.13	1.42	22.00	1.02	0.00	0.02	0.02	0.04	0.03	1.11	0.26	15.05	137	1307	57	152	1	11
4427	62.00	0.37	11.04	1.02	0.02	0.02	0.02	0.10	0.02	0.05	0.15	11.15	41	580	1	23	1	1
4440	47.11	0.37	11.40	2.44	0.01	0.02	0.02	0.02	0.79	0.06	0.21	14.20	30	724	1	71	1	1

ALTERIERTES GESTEIN

RTA. 7.6

19 Cu	20 Ls	21 Mo	22 Ni	23 V	24 Pb	25 Fe	26 Co	27 Mn	28 Sr	29 Zn	30 Th	31 U	32 V	33 W	34 Y	35 Zn	36 Zr	AL
51	1	1	1	1	1	10	1	1	792	1	6	3	143	1	1	17	114	102
95	31	10	1	10	1	1	1	1	60	1	1	3	31	1	1	78	152	201
97	1	1	1	1	1	76	1	1	301	1	1	1	5	1	1	29	156	504
51	1	10	1	1	1	21	17	1	1077	1	12	1	236	1	1	9	81	602
69	25	1	1	1	1	5	14	1	246	5	11	1	383	1	1	23	99	603
35	1	1	1	1	1	17	10	1	392	1	1	3	291	1	1	8	66	605
95	1	1	1	1	1	51	19	24	178	1	1	1	208	1	1	15	65	606
40	1	1	1	1	1	1	1	1	25	1	1	1	41	1	1	31	69	607
34	19	5	1	1	1	31	10	1	16	1	1	3	265	1	16	14	154	701
67	1	1	1	41	1	1	1	1	67	1	1	1	193	1	14	16	62	1002
50	1	155	1	1	1	1	1	1	75	1	1	1	109	1	1	1	76	1103
69	30	4	1	1	1	1	1	1	6855	1	36	1	892	1	1	1	1	1305
143	1	1	1	1	1	1	1	1	993	1	10	3	189	1	1	12	116	1309
136	1	1	1	1	1	1	1	1	8	1	1	1	53	1	30	1	1	1601
30	20	11	1	1	1	1	1	1	120	1	1	1	160	1	25	23	157	1602
102	40	1	1	1	1	1	1	1	271	1	10	1	251	1	18	93	104	2003
126	21	5	1	1	1	1	1	1	732	1	5	3	174	1	25	93	155	2006
468	1	1	1	1	1	1	1	1	351	1	6	1	202	1	18	168	87	2009
35	26	4	1	1	1	1	1	1	313	1	9	1	179	1	13	101	153	2011
27	1	1	1	1	1	1	1	1	467	1	1	1	58	1	5	9	156	2012
57	1	1	1	1	1	1	1	1	935	1	1	1	137	1	3	1	164	2013
120	21	1	1	1	1	1	1	1	678	1	10	1	158	1	26	65	163	2017
82	95	7	1	1	1	1	1	1	297	1	1	4	197	1	36	24	245	2022
122	27	12	1	1	1	1	1	1	64	1	12	4	137	1	24	28	191	2023
57	16	1	1	1	1	1	1	1	1109	1	6	1	125	1	20	77	131	2051
121	1	1	1	1	1	1	1	1	424	1	10	7	54	1	18	253	229	2052
145	1	1	1	1	1	1	1	1	182	1	1	1	113	1	17	20	151	2056
36	1	1	1	1	1	1	1	1	613	1	7	6	204	1	22	15	75	2059
91	20	21	1	1	1	1	1	1	977	1	12	5	95	1	9	11	189	2071
537	34	16	1	1	1	1	1	1	1278	1	11	1	73	1	4	8	162	2072
10	1	1	1	1	1	1	1	1	15	5	1	5	24	1	25	15	1324	2073
439	1	110	1	1	1	1	1	1	433	10	1	1	19	18	7	31	218	2074
256	32	5	1	1	1	1	1	1	899	1	5	1	139	13	25	95	197	2075
92	1	1	1	1	1	1	1	1	445	1	9	3	228	14	7	12	230	2076
7	22	17	1	1	1	1	1	1	614	1	17	1	164	1	17	15	184	2077
37	1	173	1	1	1	1	1	1	23	1	7	5	22	24	15	15	252	2078
31	1	1	1	1	1	1	1	1	923	1	10	1	130	1	1	1	219	2079
21	123	1	1	1	1	1	1	1	3182	1	33	1	64	13	1	1	695	2080
19	1	1	1	1	1	1	1	1	1694	1	7	1	78	1	1	11	147	2081
82	51	1	1	1	1	1	1	1	157	1	6	1	27	1	1	14	275	2082
405	1	1	1	1	1	1	1	1	443	1	6	1	78	1	1	12	165	2085
14	21	1	1	1	1	1	1	1	1697	1	10	7	158	1	1	6	162	2086
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1701	1	17	3	187	1	1	10	153	2087
87	1	1	1	1	1	1	1	1	417	1	12	1	92	1	1	32	123	2088
135	22	1	1	1	1	1	1	1	669	1	6	1	120	1	24	67	184	2091
117	1	1	1	1	1	1	1	1	307	1	11	5	117	1	24	64	184	2112
43	1	1	1	1	1	1	1	1	37	1	15	7	24	1	1	7	50	2601
170	1	1	1	1	1	1	1	1	291	1	9	5	57	7	4	38	189	2602
36	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	149	2603
3008	1	1	1	1	1	1	1	1	17	1	10	8	24	1	1	21	79	2604
111	1	1	1	1	1	1	1	1	111	1	1	1	1	1	1	9	130	2605
291	1	4	1	1	1	1	1	1	270	1	1	4	95	1	10	125	95	2606
313	1	1	1	1	1	1	1	1	47	1	1	1	67	1	1	13	214	2610
36	24	1	1	1	1	1	1	1	31	1	1	11	104	1	1	7	242	2612
43	1	1	1	1	1	1	1	1	539	1	1	6	1	1	5	16	193	2614
1	1	1	1	1	1	1	1	1	20	1	8	1	1	1	1	7	46	2615
206	1	1	1	1	1	1	1	1	29	1	19	7	1	1	1	1	71	2616
11	1	1	1	1	1	1	1	1	24	1	10	5	1	1	1	5	145	2617
82	25	1	1	1	1	1	1	1	327	1	5	1	387	1	6	38	74	2618
59	1	1	1	1	1	1	1	1	30	1	16	5	1	1	1	1	54	2619
1	1	1	1	1	1	1	1	1	27	7	14	6	1	1	12	11	213	4247
322	20	1	1	1	1	1	1	1	1234	1	13	1	261	1	1	1	62	4310
40	20	1	1	1	1	1	1	1	2078	1	27	1	190	1	1	12	153	4412
47	1	1	1	1	1	1	1	1	1197	1	7	1	170	1	1	18	94	4413
11	40	1	1	1	1	1	1	1	1473	1	12	1	108	1	1	14	236	4414
1	1	1	1	1	1	1	1	1	17	1	13	3	27	1	5	19	641	4415
40	1	1	1	1	1	1	1	1	1702	1	23	1	144	1	1	15	184	4432
206	30	1	1	1	1	1	1	1	751	1	24	5	151	1	9	26	663	4434
14	60	1	1	1	1	1	1	1	3024	1	32	1	267	6	1	12	212	4435
79	1	1	1	1	1	1	1	1	1597	1	21	1	181	1	3	13	98	4438
312	20	1	1	1	1	1	1	1	2704	1	22	1	167	1	1	24	119	4442

RTA.8

طاب ثوابه

[illegible]

Feldspatloesung Nr. 1

VULKANITNORM, TROCKEN

Analyse STRECKEISEN-Doppeldreieck

RF 103	FELD 10*: QUARZANDESIT
RF 601	FELD 9*: QUARZANDESIT
RF 608	FELD 10*: FOIDFUEHRENDER ANDESIT
RF 609	FELD 10: ANDESIT
RF 613	FELD 10: ANDESIT
RF 611	FELD 10*: FOIDFUEHRENDER ANDESIT
RF 612	FELD 9*: QUARZANDESIT
RF 1102	FELD 9: ANDESIT
RF 1301	FELD 9*: QUARZANDESIT
RF 1304	FELD 10*: QUARZANDESIT
RF 1604	FELD 9*: FOIDFUEHRENDER ANDESIT
RF 1805	FELD 10: ANDESIT
RF 1901	FELD 10: ANDESIT
RF 1902	FELD 9*: QUARZANDESIT
RF 1905	FELD 10: ANDESIT
RF 2001	FELD 9: ANDESIT

RF 2014	FELD 9: ANDESIT
RF 2054	FELD 9*: FOIDFUEHRENDER ANDESIT
RF 2061	FELD 8: LATIT
RF 2062	FELD 9: ANDESIT
RF 2064	FELD 9*: FOIDFUEHRENDER ANDESIT
RF 2065	FELD 9: ANDESIT
RF 2090	FELD 9*: QUARZANDESIT
RF 2110	FELD 9: ANDESIT
RF 2112	FELD 9*: FOIDFUEHRENDER ANDESIT
RF 2114	FELD 8: LATIT
RF 2122	FELD 10: ANDESIT
RF 4433	FELD 9: ANDESIT
PF 4601	FELD 9*: FOIDFUEHRENDER ANDESIT
RF 4701	FELD 9: ANDESIT
RF 6061	FELD 9: ANDESIT
RF 6062	FELD 9: ANDESIT

Mineralbestaende plutonischer und vulkanischer Gesteine
nach P.Mueller 1982, N. Jahrb. Geol., D 55

SERIE

VULKANITNORM, TROCKEN

Feldspatloesung Nr. 1 (Standardloesung)

	103	601	608	609	610	611	612	1102	1301	1304	1604	1805
QUARZ	= 13.41	6.35	0.00	0.58	0.00	0.00	6.46	0.60	4.64	5.68	0.00	1.73
ALKALIFELDSPAT	= 7.07	14.58	6.56	5.44	5.99	5.83	11.64	23.29	7.75	5.44	10.52	4.34
PLAGIOKLAS	= 66.23	61.05	61.36	66.09	65.99	64.40	61.73	58.38	66.90	64.99	63.11	63.46
NEPHELIN	= 0.00	0.00	1.56	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	4.31	0.00
CORDIERIT	= 0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DIOPSID	= 5.38	8.48	23.29	14.29	15.03	22.11	6.73	10.61	9.46	8.42	14.52	12.60
HYPERSTHEN	= 5.51	6.31	0.00	9.46	8.84	0.00	9.63	4.23	7.66	11.86	0.00	13.31
OLIVIN	= 0.00	0.00	3.14	0.00	0.03	3.70	0.00	0.00	0.00	0.00	3.39	0.00
AKZESSORIEN												
APATIT	= 0.44	0.61	0.63	0.63	0.61	0.61	0.63	0.57	0.68	0.57	1.04	0.79
ILMENIT	= 0.81	1.11	1.37	1.39	1.38	1.30	1.20	0.97	1.13	1.11	1.12	1.31
PYRIT	= 0.02	0.03	0.04	0.04	0.05	0.04	0.04	0.04	0.05	0.04	0.03	0.02
MAGNETIT	= 1.12	1.46	2.01	2.05	2.04	1.92	1.92	1.32	1.70	1.86	1.93	2.40
ZIRKON	= 0.01	0.02	0.03	0.03	0.04	0.03	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03
SUMME	= 100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

	1901	1902	1905	2001	2014	2054	2061	2062	2064	2065	2090	2110
QUARZ	= 3.07	7.84	1.15	0.00	3.04	0.00	0.77	0.72	0.00	0.00	4.21	0.00
ALKALIFELDSPAT	= 0.00	21.80	6.36	24.10	17.88	27.43	49.03	19.81	24.74	23.39	9.88	15.28
PLAGIOKLAS	= 71.30	52.87	65.22	58.56	62.73	54.46	38.04	64.40	51.93	59.57	69.44	60.61
NEPHELIN	= 0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.43	0.00	0.00	4.24	0.00	0.00	0.00
CORDIERIT	= 0.00	0.00	0.00	0.00	6.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.96	0.00
DIOPSID	= 8.77	9.34	12.98	10.76	0.00	8.49	3.57	9.10	13.56	8.49	0.00	11.87
HYPERSTHEN	= 12.63	4.83	10.16	1.30	6.32	0.00	6.06	3.37	0.00	2.89	11.68	0.57
OLIVIN	= 0.00	0.00	0.00	1.90	0.00	5.38	0.00	0.00	2.31	2.21	0.00	7.34
AKZESSORIEN												
APATIT	= 0.88	0.46	0.64	0.90	0.75	1.06	0.56	0.58	0.85	0.87	0.70	1.10
ILMENIT	= 1.21	1.03	1.42	0.91	0.96	1.05	0.66	0.67	0.89	0.95	1.01	1.11
PYRIT	= 0.00	0.00	0.00	0.02	0.03	0.03	0.07	0.27	0.00	0.01	0.10	0.02
MAGNETIT	= 2.12	1.33	2.02	1.52	1.42	1.63	1.22	1.07	1.46	1.57	1.99	2.06
ZIRKON	= 0.03	0.02	0.04	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03
SUMME	= 100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

FARBZAHL = 25.63 17.50 27.27 17.34 9.50 17.67 12.16 15.08 19.09 17.03 15.50 24.11

AN-Gehalt im PLAG. = 39.56 30.81 38.34 29.32 29.61 30.43 24.75 21.79 31.70 31.10 35.42 42.78

	2112	2114	2122	4433	4601	4701	6061	6062
QUARZ	= 0.00	0.44	0.63	0.00	0.00	0.00	0.27	3.40
ALKALIFELDSPAT	= 20.89	34.74	3.30	14.52	16.20	21.37	14.46	14.71
PLAGIOKLAS	= 53.96	52.29	70.71	63.83	57.12	60.83	71.99	61.87
NEPHELIN	= 3.79	0.00	0.00	0.00	3.28	0.00	0.00	0.00
CORDIERIT	= 0.00	0.00	7.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DIOPSID	= 15.84	7.33	0.00	13.41	17.14	8.67	5.66	7.62
HYPERSTHEN	= 0.00	2.35	12.84	4.36	0.00	0.06	4.69	8.64
OLIVIN	= 2.06	0.00	0.00	0.25	2.34	5.33	0.00	0.00
AKZESSORIEN								
APATIT	= 0.91	0.61	1.09	0.95	1.07	1.02	0.71	0.74
ILMENIT	= 0.92	0.71	1.21	0.90	1.18	1.03	0.84	1.22
PYRIT	= 0.06	0.05	0.07	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
MAGNETIT	= 1.54	1.07	2.46	1.76	1.64	1.66	1.35	1.77
ZIRKON	= 0.03	0.02	0.04	0.02	0.02	0.02	0.01	0.03

Feldspatloesung Nr. 1

VULKANITNORM, NASS

Analyse STRECKEISEN-Doppeldreieck

RF 105	FELD 10*: QUARZANDESIT	RF 2060	FELD 9*: FOIDFUEHRENDER ANDESIT
RF 112	FELD 10*: QUARZANDESIT	RF 2063	FELD 9: ANDESIT
RF 613	FELD 10*: QUARZANDESIT	RF 2066	FELD 8*: FOIDFUEHRENDER LATIT
RF 907	FELD 10*: QUARZANDESIT	RF 2067	FELD 10*: QUARZANDESIT
RF 1202	FELD 9: ANDESIT	RF 2068	FELD 9: ANDESIT
RF 1302	FELD 9*: QUARZANDESIT	RF 2069	FELD 9: ANDESIT
RF 1501	FELD 10: ANDESIT	RF 2070	FELD 8*: FOIDFUEHRENDER LATIT
RF 1603	FELD 9*: FOIDFUEHRENDER ANDESIT	RF 2089	FELD 10*: QUARZANDESIT
RF 1607	FELD 10: ANDESIT	RF 2111	FELD 13: PHONOTEPHRI
RF 1801	FELD 5: DAZIT	RF 2139	FELD 8*: FOIDFUEHRENDER LATIT
RF 1802	FELD 10*: QUARZANDESIT	RF 2146	FELD 8*: FOIDFUEHRENDER LATIT
RF 1806	FELD 10*: QUARZANDESIT	RF 2611	FELD 9*: QUARZANDESIT
RF 1903	FELD 9: ANDESIT	RF 3001	FELD 10*: QUARZANDESIT
RF 1904	FELD 9*: QUARZANDESIT	RF 3101	FELD 10*: QUARZANDESIT
RF 2004	FELD 9: ANDESIT	RF 3201	FELD 10*: QUARZANDESIT
RF 2005	FELD 9: ANDESIT	RF 3301	FELD 10*: QUARZANDESIT
RF 2008	FELD 10*: QUARZANDESIT	RF 3401	FELD 5: DAZIT
RF 2010	FELD 10*: QUARZANDESIT	RF 4467	FELD 10: ANDESIT
RF 2015	FELD 10*: QUARZANDESIT	RF 4478	FELD 9*: FOIDFUEHRENDER ANDESIT
RF 2016	FELD 8*: FOIDFUEHRENDER LATIT	RF 4501	FELD 9: ANDESIT
RF 2019	FELD 10*: QUARZANDESIT	RF 4602	FELD 9*: QUARZANDESIT
RF 2020	FELD 10*: QUARZANDESIT	RF 4604	FELD 9*: QUARZANDESIT
RF 2021	FELD 10*: QUARZANDESIT	RF 4609	FELD 9*: QUARZANDESIT
RF 2024	FELD 10*: QUARZANDESIT	RF 4705	FELD 10: ANDESIT
RF 2031	FELD 9: ANDESIT	RF 4709	FELD 10: ANDESIT
RF 2036	FELD 9: ANDESIT	RF 5089	FELD 8*: FOIDFUEHRENDER LATIT
RF 2055	FELD 9: ANDESIT	RF 5095	FELD 10*: QUARZANDESIT

Mineralbestaende plutonischer und vulkanischer Gesteine
nach P.Mueller 1982, N. Jahrb. Geol., D 55

SERIE

VULKANITNORM, NASS

Feldspatloesung Nr. 1 (Standardloesung)

	105	112	613	907	1202	1302	1501	1603	1607	1801	1802	1806
QUARZ	= 4.56	4.71	12.02	4.26	1.72	13.29	1.66	0.00	2.77	19.74	11.99	9.73
ALKALIFELDSPAT	= 0.00	2.15	0.00	0.00	10.84	16.36	1.24	19.44	0.00	0.00	0.00	0.00
PLAGIOKLAS	= 56.27	75.61	72.68	63.94	70.03	54.14	76.47	57.66	61.27	60.27	60.31	59.02
NEPHELIN	= 0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.10	0.00	0.00	0.00	0.00
CORDIERIT	= 0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
BIOTIT	= 18.33	11.28	10.38	11.98	7.97	6.09	8.14	0.00	7.64	14.03	5.21	15.32
WOLLASTONIT	= 0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.83	0.00	0.00	0.00	0.00
DIOPSID	= 16.59	1.95	2.07	15.23	6.20	0.00	8.71	14.79	23.21	3.31	19.69	11.44
HYPERSTHEN	= 0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.43
KORUND	= 0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
AKZESSORIEN												
APATIT	= 0.96	1.16	0.64	0.75	0.77	0.19	0.99	0.79	0.89	0.51	0.40	0.71
ILMENIT	= 1.11	1.05	1.05	1.43	0.96	1.15	1.02	0.82	1.95	0.76	0.82	1.18
PYRIT	= 0.08	0.11	0.04	0.06	0.03	0.16	0.01	0.13	0.15	0.01	0.05	0.00
MAGNETIT	= 2.10	1.95	1.10	2.34	1.47	1.14	1.73	1.42	2.07	1.37	1.51	2.14
ZIRKON	= 0.03	0.03	0.02	0.04	0.02	0.02	0.03	0.02	0.03	0.02	0.02	0.03
SUMME	= 100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

FARBZAHL = 39.17 17.53 15.30 31.30 17.41 8.74 20.63 20.79 35.96 20.00 27.70 31.25

AN-Gehalt im PLAG. = 39.92 32.21 34.74 49.71 30.89 29.05 31.17 37.54 42.53 44.80 42.00 48.75

	1903	1904	2004	2005	2008	2010	2015	2016	2019	2020	2021	2024
QUARZ	= 3.63	15.58	1.38	3.20	7.19	9.57	6.74	0.00	8.59	6.44	9.41	9.05
ALKALIFELDSPAT	= 17.07	21.03	14.42	9.50	0.00	0.00	5.29	26.55	3.76	4.52	0.00	0.00
PLAGIOKLAS	= 54.89	52.03	64.41	65.94	67.04	67.20	67.56	49.07	54.24	64.67	66.94	63.95
NEPHELIN	= 0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.62	0.00	0.00	0.00	0.00
CORDIERIT	= 0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
BIOTIT	= 0.00	6.91	4.93	7.89	18.67	16.18	11.40	0.00	9.03	6.57	10.48	15.37
WOLLASTONIT	= 0.48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.27	0.00	0.00	0.00	0.00
DIOPSID	= 21.01	2.17	11.20	10.02	2.81	0.00	5.73	16.45	10.97	14.53	9.71	7.56
HYPERSTHEN	= 0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
KORUND	= 0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
AKZESSORIEN												
APATIT	= 0.46	0.42	0.95	0.70	0.99	1.13	0.68	0.70	0.67	0.62	0.60	0.66
ILMENIT	= 1.05	0.96	0.98	1.09	1.03	1.05	0.99	0.90	1.10	1.07	1.14	1.25
PYRIT	= 0.00	0.00	0.13	0.03	0.02	0.04	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10
MAGNETIT	= 1.40	0.87	1.58	1.60	2.19	2.42	1.54	1.42	1.61	1.55	1.70	2.04
ZIRKON	= 0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
SUMME	= 100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

FARBZAHL = 24.41 11.36 19.80 21.35 25.77 22.77 20.41 19.76 23.41 24.36 23.65 27.00

AN-Gehalt im PLAG. = 33.30 33.25 31.71 31.40 36.21 42.93 31.48 35.35 31.31 28.26 31.22 37.16

Mineralbestaende plutonischer und vulkanischer Gesteine
nach P. Mueller 1932, N. Jahrb. Geol. D 55

SERIE

VULKANITNORM, NASS
Feldspatloesung Nr. 1 (Standardloesung)

	2031	2036	2055	2060	2065	2066	2067	2068	2069	2070	2089
QUARZ	= 2.98	2.48	0.00	0.00	0.02	0.00	4.23	2.08	2.06	0.00	4.80
ALKALIFELDSPAT	= 23.42	16.35	28.07	18.62	14.51	25.78	2.49	15.31	14.09	30.79	2.11
PLAGIOKLAS	= 56.68	63.01	47.04	55.72	65.43	47.14	74.46	62.67	66.24	48.35	66.01
NEPHELIN	= 0.00	0.00	3.72	2.68	0.00	4.82	0.00	0.00	0.00	2.98	0.00
CORDIERIT	= 0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
BIOTIT	= 6.52	6.04	0.00	0.00	5.82	0.00	7.69	5.32	4.72	0.00	7.34
WOLLASTONIT	= 0.00	0.00	3.92	0.69	0.00	1.03	0.00	0.00	0.00	0.94	0.00
DIOPSID	= 7.43	9.31	14.50	18.91	10.90	18.38	7.36	11.67	10.00	14.46	16.02
HYPERSTHEN	= 0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
KORUND	= 0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
AKZESSORIEN											
APATIT	= 0.68	0.70	0.59	0.82	0.89	0.53	0.77	0.56	0.58	0.58	0.74
ILMENIT	= 0.95	0.39	0.91	0.99	0.91	0.92	0.96	0.97	0.95	0.65	1.24
PYRIT	= 0.01	0.08	0.02	0.03	0.00	0.00	0.10	0.05	0.08	0.05	0.00
MAGNETIT	= 1.33	1.42	1.21	1.52	1.50	1.33	1.43	1.36	1.25	1.19	1.70
ZIRKON	= 0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.03
SUMME	= 100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
FARBZAHL	= 16.92	13.16	21.16	22.99	20.04	22.26	18.83	19.94	17.61	17.89	27.07
AN-Gehalt im PLAG.	= 29.91	30.73	30.50	34.73	27.31	31.44	28.37	27.48	27.82	27.41	37.54

	2111	2139	2146	2611	3001	3101	3201	3301	3401	4467	4478
QUARZ	= 0.00	0.00	0.00	8.28	7.44	16.09	15.72	15.20	15.65	1.35	0.00
ALKALIFELDSPAT	= 29.53	29.96	31.56	11.38	3.35	0.00	0.00	0.00	0.00	6.68	13.83
PLAGIOKLAS	= 39.23	53.32	44.94	60.66	61.42	66.11	66.39	65.51	61.78	65.59	53.19
NEPHELIN	= 8.99	0.69	5.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.45
CORDIERIT	= 0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
BIOTIT	= 0.00	1.86	0.44	4.26	3.70	8.41	8.39	9.06	10.66	6.02	6.02
WOLLASTONIT	= 3.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DIOPSID	= 16.09	11.33	14.49	12.42	20.75	6.93	6.93	2.69	8.91	16.62	18.62
HYPERSTHEN	= 0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
KORUND	= 0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
AKZESSORIEN											
APATIT	= 0.67	0.64	0.59	0.59	0.66	0.45	0.48	0.50	0.54	0.76	1.03
ILMENIT	= 0.87	0.90	0.89	0.95	0.94	0.71	0.71	0.68	0.85	1.15	1.04
PYRIT	= 0.04	0.12	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.01
MAGNETIT	= 1.23	1.16	1.22	1.42	1.70	1.28	1.35	1.34	1.60	1.77	1.79
ZIRKON	= 0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02
SUMME	= 100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
FARBZAHL	= 22.26	16.03	17.65	19.68	27.78	17.80	17.89	19.29	22.57	26.38	28.52
AN-Gehalt im PLAG.	= 34.72	27.61	33.17	33.28	42.21	34.22	33.08	34.73	41.16	34.96	37.46

	4501	4602	4604	4609	4705	4709	5089	5095
QUARZ	= 2.37	10.95	5.49	7.67	0.69	1.47	0.00	6.29
ALKALIFELDSPAT	= 10.40	21.44	23.49	7.96	7.15	0.00	26.32	3.09
PLAGIOKLAS	= 69.37	54.04	54.51	67.43	70.34	76.90	47.92	73.42
NEPHELIN	= 0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.93	0.00
CORDIERIT	= 0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
BIOTIT	= 3.56	5.09	1.89	5.83	9.35	7.45	0.00	8.68
WOLLASTONIT	= 0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.26	0.00
DIOPSID	= 11.36	5.87	11.48	8.11	8.35	9.98	15.71	5.26
HYPERSTHEN	= 0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
KORUND	= 0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
AKZESSORIEN								
APATIT	= 0.67	0.55	0.62	0.73	0.95	1.10	0.70	0.73
ILMENIT	= 0.89	0.89	0.94	0.90	1.01	1.13	0.90	0.93
PYRIT	= 0.00	0.02	0.29	0.00	0.00	0.07	0.05	0.23
MAGNETIT	= 1.37	1.12	1.25	1.35	1.64	1.87	1.17	1.34
ZIRKON	= 0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02
SUMME	= 100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
FARBZAHL	= 17.86	13.57	16.50	16.94	21.83	21.63	19.82	17.20
AN-Gehalt im PLAG.	= 27.43	34.85	36.42	30.95	28.69	35.78	34.40	32.02

JUNGE SUBVULKANITE [trocken]

SERIE

PROGRAMM MARIAWUZ (c) PETER MUELLER, TEST-Version 1986
Mineralbestaende nach P. MUELLER 1932, Geol. Jahrb., D 55
Klassifikation nach STRECKEISEN 1974 und 1982

Feldspatloesung, Nr. 2

PLUTONITNORM, EXTREM TROCKEN

Analyse	Farbzahl	STRECKEISEN-Doppeldreieck
RF 2044	CI 10	FELD 7: FOIDFUEHRENDER SYENIT
RF 2045	CI 16	FELD 2: QUARZMONZODIORIT
RF 2046	CI 12	FELD 3: MONZONIT
RF 2047	CI 12	FELD 9: MONZODIORIT
RF 2048	CI 12	FELD 2: MONZODIORIT
RF 2057	CI 16	FELD 3: MONZONIT
RF 2116	CI 22	FELD 9: FOIDFUEHRENDER MONZODIORIT
RF 2117	CI 17	FELD 2: QUARZMONZODIORIT
RF 6057	CI 12	FELD 9: FOIDFUEHRENDER MONZONIT
RF 6058	CI 27	FELD 3: FOIDFUEHRENDER MONZONIT

Mineralbestaende plutonischer und vulkanischer Gesteine
nach P. Mueller 1932, N. Jahrb. Geol., D 55

SERIE

PLUTONITNORM, EXTREM TROCKEN

Feldspatloesung Nr. 2 (Loesung fuer heisse Plutonite)

	2044	2045	2046	2047	2048	2057	2116	2117	6057	6058
QUARZ	= 0.00	6.33	2.72	0.01	1.34	0.00	0.00	5.14	0.00	0.00
ALKALIFELDSPAT	= 56.71	25.46	33.78	27.64	24.08	30.54	24.11	17.43	34.99	33.73
PLAGIOKLAS	= 28.73	51.12	40.06	60.31	51.98	53.92	52.09	50.70	52.59	34.33
NEPHELIN	= 5.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.11	0.00	0.35	5.36
DISTHEN	= 0.00	1.47	0.75	0.00	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DIOPSID	= 0.00	0.00	0.00	4.95	0.00	6.16	16.56	10.16	6.23	11.76
HYPERSTHEN	= 0.00	11.25	2.43	4.37	9.24	4.57	0.00	12.31	0.00	0.00
OLIVIN	= 7.73	0.00	0.00	0.00	0.00	1.46	1.68	0.00	2.71	8.26
AKZESSORIEN	= 0.55	0.84	0.79	0.54	0.73	0.87	0.86	0.88	0.76	1.41
APATIT	= 0.56	0.39	0.96	0.85	0.90	0.90	0.99	1.20	0.94	1.92
ILMENIT	= 0.05	0.05	0.06	0.03	0.04	0.02	0.05	0.09	0.00	0.01
PYRIT	= 1.24	1.81	1.44	1.27	1.57	1.54	1.54	2.04	1.40	3.16
MAGNETIT	= 0.01	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.05
ZIRKON	= 0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SUMME	= 100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
FARBZAHL	= 0.00	15.36	11.76	12.04	12.50	15.54	21.70	16.56	12.07	26.57
N-Gehalt in PLAG.	= 55.11	33.06	32.71	31.00	34.31	35.26	41.22	37.44	34.73	34.03

JUNGE SUBVULKANITE [nass]

N.4

SERIE

PROGRAMM MARIAWUI (c) PETER MUELLER, TEST-Version 1986
Mineralbestaende nach P.MUELLER 1982, Geol. Jahrb., D 55
Klassifikation nach STRECKEISEN 1974 und 1982

Feldspatloesung Nr. 2

PLUTONITNORM, NASS, BIOTIT VOR HORNBLENDE

Analyse	Farbzahl	STRECKEISEN-Doppeldreieck
RF 2035	CI 17	FELD 8': FOIDFUEHRENDER MONZONIT
RF 2053	CI 21	FELD 2': FOIDFUEHRENDER MONZONIT

Mineralbestaende plutonischer und vulkanischer Gesteine
nach P.Mueller 1982, N. Jahrb. Geol., D 55

SERIE

PLUTONITNORM, NASS, BIOTIT VOR HORNBLENDE
Feldspatloesung Nr. 2 (Loesung fuer heisse Plutonite)

	2035	2053
ALKALIFELDSPAT	= 46.15	31.45
PLAGIOKLAS	= 40.12	44.37
NEPHELIN	= 0.34	2.70
BIOTIT	= 1.40	0.14
DIOPSID	= 9.56	17.91
AKZESSORIEN		
APATIT	= 0.51	0.61
ILMENIT	= 0.81	0.91
PYRIT	= 0.01	0.03
MAGNETIT	= 1.02	1.31
ZIRKON	= 0.01	0.02
SUMME	= 100.00	100.00
FARBZAHL	= 13.32	20.23
AN-Gehalt in PLAG.	= 32.33	35.39

JUNGE PLUTONITE [trocken]

N.5

SERIE

PROGRAMM MARIAWU (c) PETER MUELLER, TEST-Version 1986
Mineralbestaende nach P. MUELLER 1982, Geol. Jahrb., D 55
Klassifikation nach STRECKEISEN 1974 und 1982

Feldspatloesung; Nr. 3

PLUTONITNORM, EXTREM TROCKEN

Analyse	Farbzahl	STRECKEISEN-Doppeldreieck
RF 1431	CI 25	FELD 9*: FELDUEHRENDER MONZODIORIT
RF 2026	CI 13	FELD 17: SYENIT
RF 2027	CI 7	FELD 8*: QUARZMONZONIT
RF 2028	CI 7	FELD 8*: QUARZMONZONIT
RF 2041	CI 32	FELD 9*: FELDUEHRENDER MONZODIORIT
RF 2049	CI 13	FELD 9*: QUARZMONZODIORIT
RF 2101	CI 17	FELD 9: MONZODIORIT
RF 2105	CI 21	FELD 9*: FELDUEHRENDER MONZODIORIT
RF 2109	CI 10	FELD 8: MONZONIT
RF 2123	CI 7	FELD 8*: QUARZMONZONIT

Mineralbestaende plutonischer und vulkanischer Gesteine
nach P. Mueller 1982, N. Jahrb. Geol., D 55

SERIE

PLUTONITNORM, EXTREM TROCKEN

Feldspatloesung; Nr. 3 (Standardloesung)

	1401	2026	2027	2028	2041	2049	2101	2105	2109	2123
QUARZ	= 0.00	3.65	7.24	4.52	0.00	5.92	1.52	0.00	1.55	15.95
ALKALIFELDSPAT	= 27.62	47.44	40.76	40.41	19.83	24.31	19.65	20.27	48.19	37.31
PLAGIOKLAS	= 44.39	13.36	45.25	45.95	46.38	56.83	51.45	56.17	40.16	39.23
NEPHELIN	= 6.91	0.00	0.00	0.00	1.46	0.00	0.00	2.36	0.00	0.00
NOLLASTONIT	= 0.00	3.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.59	2.97
DIOPSID	= 19.76	7.63	2.59	5.35	20.03	6.11	2.38	17.01	3.59	3.57
HYPERSTHEN	= 0.00	0.00	2.41	1.75	0.00	4.25	11.00	0.00	0.00	0.00
OLIVIN	= 1.20	0.00	0.00	0.00	7.03	0.00	0.00	0.92	0.00	0.00
AKZESSORIEN										
APATIT	= 0.94	0.26	0.24	0.35	1.41	0.51	0.98	0.77	0.12	0.09
ILMENIT	= 1.01	0.31	0.69	0.85	1.20	0.80	0.92	0.95	0.28	0.25
PYRIT	= 0.09	0.36	0.01	0.02	0.03	0.02	0.06	0.04	0.05	0.06
MAGNETIT	= 1.54	0.44	0.91	0.71	2.55	1.22	1.88	1.49	0.44	0.53
ZIRKON	= 0.02	0.01	0.01	0.01	0.03	0.01	0.02	0.02	0.00	0.00
SUMME	= 100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
FAPZLAHL	= 24.53	15.05	6.76	9.06	32.23	12.93	17.31	21.21	10.07	7.43
AN-Gehalt im PLAG.	= 33.12	40.10	26.93	28.23	47.50	32.68	40.12	34.45	17.13	9.65

JUNGE PLUTONITE [NASS]

SERIE

N.6

PROGRAMM MARIANUZ (c) PETER MUELLER, TEST-Version 1986
Mineralbestaende nach P.MUELLER 1982, Geol. Jahrb., D 55
Klassifikation nach STRECKEISEN 1974 und 1982

Feldspatloesung Nr. 3

PLUTONITNORM, NASS, BIOTIT VOR HORNBLENDE

Analyse	Farbzahl	STRECKEISEN-Doppeldreieck
RF 505	CI 23	FELD 9*: QUARZMONZODIORIT
RF 2029	CI 19	FELD 9*: FOIDFUEHRENDER MONZODIORIT
RF 2032	CI 17	FELD 9: MONZODIORIT
RF 2034	CI 9	FELD 9: TONALIT
RF 2037	CI 14	FELD 6*: FOIDFUEHRENDER ALKALIFELDSPAT-SYENIT
RF 2038	CI 25	FELD 10: DIORIT
RF 2039	CI 25	FELD 9*: FOIDFUEHRENDER MONZODIORIT
RF 2042	CI 19	FELD 9: MONZODIORIT
RF 2103	CI 17	FELD 10*: QUARZDIORIT
RF 2104	CI 13	FELD 9: MONZODIORIT
RF 2106	CI 35	FELD 9: MONZODIORIT
RF 2107	CI 3	FELD 3: MONZONIT
RF 2108	CI 20	FELD 9: MONZODIORIT
RF 2115	CI 14	FELD 9: MONZODIORIT
RF 2119	CI 14	FELD 9*: QUARZMONZODIORIT
RF 2120	CI 15	FELD 9: MONZODIORIT
RF 2132	CI 12	FELD 9*: QUARZMONZODIORIT
RF 4704	CI 21	FELD 9: MONZODIORIT
RF 6066	CI 15	FELD 3*: FOIDFUEHRENDER MONZONIT
RF 6067	CI 27	FELD 9*: FOIDFUEHRENDER MONZODIORIT
RF 6071	CI 21	FELD 9*: FOIDFUEHRENDER MONZODIORIT
RF 6072	CI 6	FELD 8*: QUARZMONZONIT
RF 6074	CI 25	FELD 13: FOIDMONZODIORIT
RF 6075	CI 13	FELD 3*: QUARZMONZONIT

Mineralbestaende plutonischer und vulkanischer Gesteine
nach P.Mueller 1982, N. Jahrb. Geol., D 55

SERIE

PLUTONITNORM, NASS, BIOTIT VOR HORNBLENDE
Feldspatloesung Nr. 3 (Standardloesung)

	505	2029	2032	2034	2037	2038	2039	2042	2103	2104	2106	2107
QUARZ	= 4.89	0.00	3.51	17.89	0.00	3.45	0.00	0.65	6.08	1.88	3.14	4.52
ALKALIFELDSPAT	= 8.52	21.23	14.75	0.00	40.89	6.67	11.67	17.50	6.63	22.78	14.12	38.30
PLAGIOKLAS	= 63.56	59.33	64.27	35.30	43.03	65.12	62.47	62.94	59.92	57.31	47.59	49.92
NEPHELIN	= 0.00	0.62	0.00	0.00	2.09	0.00	1.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MUSKOVIT	= 0.00	0.00	0.00	26.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CORDIERIT	= 0.00	0.00	0.00	10.61	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
BIOTIT	= 12.77	2.12	9.47	0.00	0.00	13.39	8.86	9.60	8.68	0.19	13.61	3.26
KOLLASTONIT	= 0.00	0.00	0.00	0.00	4.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DIOPSID	= 6.77	13.39	4.74	0.00	3.21	6.68	12.00	5.75	5.54	15.01	15.46	3.34
HYPERSTHEN	= 0.00	0.00	0.00	6.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
AKZESSORIEN												
APATIT	= 0.76	0.61	0.76	0.40	0.20	1.10	1.05	0.95	0.65	0.59	1.40	0.28
ILMENIT	= 1.01	0.91	0.92	0.99	0.43	1.10	0.96	1.11	0.87	0.83	1.66	0.49
PYRIT	= 0.11	0.00	0.01	0.11	0.02	0.01	0.03	0.02	0.04	0.04	0.05	0.12
MAGNETIT	= 1.73	1.26	1.55	1.33	0.36	1.96	1.74	1.47	1.57	1.34	2.93	0.77
ZIRKON	= 0.02	0.02	0.02	0.02	0.00	0.03	0.02	0.02	0.02	0.01	0.04	0.01

SUMME = 100.00 100.00 100.00 100.00 100.00 100.00 100.00 100.00 100.00 100.00 100.00 100.00 100.00

FARBZAHL = 23.03 13.81 17.47 8.89 11.95 24.77 24.66 18.91 17.37 12.02 35.15 8.26

AN-Gehalt im PLAG. = 30.62 28.35 32.01 11.23 4.19 35.20 32.39 30.55 33.12 30.83 31.77 16.63

	2106	2115	2119	2120	2132	4704	6066	6067	6071	6072	6074	6075
QUARZ	= 0.99	1.33	6.26	2.80	7.89	3.12	0.00	0.00	0.00	17.19	0.00	6.25
ALKALIFELDSPAT	= 17.73	24.94	25.30	20.29	43.47	9.55	43.77	15.92	24.34	32.86	30.95	31.70
PLAGIOKLAS	= 59.51	59.59	53.23	51.79	53.26	56.31	34.36	61.24	50.71	43.93	33.98	49.46
NEPHELIN	= 0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.41	2.82	4.10	0.00	10.03	0.00
MUSKOVIT	= 0.00	0.00	0.76	0.00	3.63	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CORDIERIT	= 0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
BIOTIT	= 9.34	4.48	10.72	7.72	7.13	7.36	0.00	5.06	0.00	1.63	0.29	8.10
KOLLASTONIT	= 0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.25	0.00	0.49	0.00	0.00	0.00
DIOPSID	= 6.00	7.11	0.00	4.47	0.00	10.02	9.74	11.89	17.47	5.16	21.24	1.83
HYPERSTHEN	= 0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
AKZESSORIEN												
APATIT	= 1.10	0.62	0.76	0.79	0.53	0.86	0.35	0.92	0.69	0.14	0.86	0.57
ILMENIT	= 1.01	0.72	0.70	0.81	0.84	1.04	0.58	0.91	0.87	0.48	1.05	0.81
PYRIT	= 0.05	0.04	0.07	0.02	0.01	0.01	0.03	0.01	0.00	0.00	0.01	0.02
MAGNETIT	= 1.55	1.16	1.23	1.30	1.17	1.70	1.02	1.42	1.32	0.60	1.57	1.25
ZIRKON	= 0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.01	0.02	0.01

SUMME = 100.00 100.00 100.00 100.00 100.00 100.00 100.00 100.00 100.00 100.00 100.00 100.00 100.00

FARBZAHL = 19.77 14.13 13.80 15.12 11.75 21.02 14.96 20.23 20.86 6.02 25.04 12.60

VULKANITE [kv]

N.7

SERIE

PROGRAMM MARIAWUZ (c) PETER MUELLER, TEST-Version 1986
Mineralbestaende nach P. MUELLER 1982, Geol. Jahrb., D 55
Klassifikation nach STRECKEISEN 1974 und 1982

Feldspatloesung Nr. 1

VULKANITNORM, TROCKEN

Analyse STRECKEISEN-Doppeldreieck

RF 501	FELD 9*: QUARZANDESIT
RF 503	FELD 9*: FOIDFUEHRENDER ANDESIT
RF 507	FELD 10: ANDESIT
RF 1001	FELD 10: LEUKOBASALT
RF 1006	FELD 10: LEUKOBASALT
RF 1807	FELD 10*: LEUKOQUARZBASALT (DIKE)
RF 2720	FELD 10*: LEUKOQUARZBASALT
RF 5078	FELD 10: LEUKOBASALT

Mineralbestaende plutonischer und vulkanischer Gesteine
nach P. Mueller 1982, N. Jahrb. Geol., D 55

SERIE

VULKANITNORM, TROCKEN

Feldspatloesung Nr. 1 (Standardloesung)

variabel

501 503 507 1001 1006 1807 2720 5078

QUARZ	=	8.32	0.00	0.00	0.00	0.74	4.85	4.17	0.00
ALKALIFELDSPAT	=	7.58	16.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PLAGIOKLAS	=	53.54	55.34	71.36	61.16	63.05	59.44	57.06	66.49
NEPHELIN	=	0.00	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DIOPSID	=	13.12	21.12	16.24	10.36	13.47	16.59	12.21	11.42
HYPERSTHEN	=	7.45	0.00	3.47	12.86	16.62	13.03	21.68	5.33
OLIVIN	=	0.00	2.72	4.06	9.44	0.00	0.00	0.00	11.42
AKZESSORIEN									
SPATIT	=	0.70	0.53	0.87	0.67	0.64	0.64	0.30	0.33
ILMENIT	=	2.41	1.82	1.26	2.70	3.06	3.00	1.94	2.10
PYRIT	=	0.03	0.27	0.03	0.26	0.05	0.07	0.11	0.11
CHROMIT	=	0.01	0.01	0.00	0.04	0.01	0.03	0.03	0.02
MAGNETIT	=	1.83	1.36	2.21	1.99	2.34	2.32	2.49	2.77
ZIRKON	=	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01

SUMME = 100.00 100.00 100.00 100.00 100.00 100.00 100.00 100.00 100.00

FARBZAHL = 25.57 27.84 23.14 38.84 36.22 35.72 28.77 33.51

AN-Gehalt im PLAG. = 32.45 22.98 32.97 46.50 43.77 57.09 65.25 38.04

DIKES [kv]

N.8

SERIE

PROGRAMM MARIAWUZ (c) PETER MUELLER, TEST-Version 1936
Mineralbestaende nach P. MUELLER 1982, Geol. Jahrb., D 55
Klassifikation nach STRECKEISEN 1974 und 1982

Feldspatloesung Nr. 2

PLUTONITNORM

Analyse	Farbzahl	STRECKEISEN-Doppeldreieck
RF 1006	CI 39	FELD 10*: QUARZDIORIT
RF 1709	CI 36	FELD 10*: QUARZDIORIT
RF 2706	CI 25	FELD 10*: QUARZDIORIT
RF 2716	CI 15	FELD 10*: QUARZDIORIT
RF 5054	CI 60	FELD 14: FOIIDDIORIT
RF 5059	CI 6	FELD 4: GRANODIORIT
RF 5072	CI 32	FELD 10*: QUARZDIORIT
RF 5078	CI 35	FELD 10: DIORIT

Mineralbestaende plutonischer und vulkanischer Gesteine
nach P. Mueller 1982, N. Jahrb. Geol., D 55

SERIE

PLUTONITNORM

Feldspatloesung Nr. 2 (Loesung fuer heisse Plutonite)

	1006	1709	2706	2716	5054	5059	5072	5078
QUARZ	= 4.04	9.98	11.32	15.54	0.00	26.25	7.51	0.00
ALKALIFELDSPAT	= 0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.32	0.00	0.00
PLAGIOKLAS	= 57.35	54.07	63.36	69.58	34.51	52.29	60.97	65.20
NEPHELIN	= 0.00	0.00	0.00	0.00	5.40	0.00	0.00	0.00
MUSKOVIT	= 0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	3.83	0.00	0.00
BIOTIT	= 9.02	2.99	12.43	2.36	0.93	5.14	8.09	1.59
DIOPSID	= 13.80	0.00	9.32	7.01	38.64	0.00	8.94	13.22
HYPERSTHEN	= 9.68	23.06	0.00	3.71	0.00	0.00	8.01	3.68
OLIVIN	= 0.00	0.00	0.00	0.00	10.43	0.00	0.00	11.00
AKZESSORIEN								
APATIT	= 0.64	0.63	0.64	0.26	0.33	0.24	0.85	0.33
ILMENIT	= 3.06	3.14	1.12	0.79	5.16	0.32	2.35	2.10
PYRIT	= 0.05	0.17	0.00	0.01	0.00	0.00	0.08	0.10
CHROMIT	= 0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
MAGNETIT	= 2.35	3.87	1.79	0.73	4.43	0.60	3.19	2.76
ZIRKON	= 0.03	0.04	0.02	0.01	0.11	0.00	0.01	0.03
SUMME	= 100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
FARBZAHL	= 38.61	35.91	25.32	14.89	60.10	6.30	31.52	34.80
AN-Gehalt im PLAG.	= 48.08	45.94	41.96	34.54	42.21	32.36	31.84	38.62

SUBVULKANITE [KV]

N.9

EXIE

PROGRAMM MARIAWUI (c) PETER MUELLER, TEST-Version 1986
Mineralbestaende nach P. MUELLER 1982, Geol. Jahrb., D 55
Klassifikation nach STROCKEISEN 1974 und 1982

Feldspatloesung Nr. 1

PLUTONITNORM, NASS, HORNBLLENDE VOR BIOTIT

Analyse	Farbzahl	STRECKEISEN-Doppeldreieck
2717	CI 3	FELD 5: TONALIT
5051	CI 12	FELD 5: TONALIT
5056	CI 12	FELD 5: TONALIT
5063	CI 7	FELD 5: TONALIT
5064	CI 27	FELD 10*: QUARZDIORIT
5066	CI 23	FELD 10*: QUARZDIORIT
5067	CI 25	FELD 10*: QUARZDIORIT
5069	CI 39	FELD 10: PYROXENHORNBLLENDEGABBRO
5070	CI 19	FELD 10*: QUARZDIORIT
5076	CI 22	FELD 10*: QUARZDIORIT
5084	CI 14	FELD 5: TONALIT
5088	CI 19	FELD 4: GRANODIORIT
5077	CI 40	FELD 10: PYROXENHORNBLLENDEGABBRO
6078	CI 44	FELD 10: DIORIT

QUARZ	=	0.00	1.12
ALKALIFELDSPAT	=	1.51	0.00
PLAGIOKLAS	=	52.63	54.37
MUSKOVIT	=	0.00	0.00
BIOTIT	=	0.00	0.00
HORNBLLENDE	=	3.52	22.72
PARGASIT	=	16.21	0.00
DIOPSID	=	11.57	15.78
HYPERSTHEN	=	0.00	0.00
AKZESSORIEN			
APATIT	=	0.12	0.42
ILMENIT	=	1.14	2.41
PYRIT	=	1.04	0.00
MAGNETIT	=	1.97	2.63
ZIRKON	=	0.02	0.04
SUMME	=	100.00	100.00

Mineralbestaende plutonischer und vulkanischer Gesteine
nach P. Mueller 1982, N. Jahrb. Geol., D 55

FARBZAHL	=	79.71	44.05
AN-Gehalt im PLAG.	=	57.06	20.67

PLUTONITNORM, NASS, HORNBLLENDE VOR BIOTIT
Feldspatloesung Nr. 2 (Loesung fuer heisse Plutonite)

	2717	5051	5056	5063	5064	5066	5067	5069	5070	5076	5084	5088
QUARZ	= 27.83	21.04	12.27	27.38	9.91	10.35	7.82	0.00	15.77	12.48	26.67	17.47
ALKALIFELDSPAT	= 0.00	4.22	0.00	0.00	3.57	0.00	5.29	0.00	0.00	2.44	0.00	9.19
PLAGIOKLAS	= 44.80	62.50	51.52	62.46	57.76	61.20	62.24	61.00	65.00	63.25	48.31	54.44
MUSKOVIT	= 12.73	0.00	0.00	3.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.37	0.00
BIOTIT	= 1.02	2.42	11.21	5.63	0.00	2.99	0.00	0.00	5.64	0.00	11.55	0.00
HORNBLLENDE	= 0.00	7.96	1.72	0.00	22.27	21.35	8.11	16.29	11.13	7.55	0.00	15.91
PARGASIT	= 0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.41	0.00	0.00	0.00	0.00
DIOPSID	= 0.00	0.00	0.00	0.00	3.13	0.00	13.80	6.09	0.00	11.97	0.00	0.49
HYPERSTHEN	= 5.23	0.00	3.36	0.00	0.00	0.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
AKZESSORIEN												
APATIT	= 0.35	0.29	0.70	0.22	0.36	0.41	0.43	0.27	0.36	0.37	0.29	0.34
ILMENIT	= 0.70	0.51	0.75	0.32	0.92	0.91	0.76	1.72	0.70	0.64	0.60	0.59
PYRIT	= 0.01	0.00	0.00	0.11	0.33	0.00	0.00	0.02	0.00	0.01	0.52	0.21
MAGNETIT	= 0.33	0.25	1.56	0.69	1.77	1.83	1.53	2.17	1.39	1.30	1.17	1.34
ZIRKON	= 0.01	0.01	0.02	0.00	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01
SUMME	= 100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

FARBZAHL	=	5.15	12.14	18.61	6.97	23.76	28.45	24.65	39.00	19.23	21.83	14.15	18.91
----------	---	------	-------	-------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

AN-Gehalt im PLAG.	=	17.75	33.30	34.50	32.05	43.84	45.35	41.51	51.87	40.99	44.59	41.35	39.76
--------------------	---	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

N

PROGRAMM MARIAWUZ (c) PETER MUELLER, TEST-Version 1986
Mineralbestände nach P. MUELLER 1982, Geol. Jahrb., D 55
Klassifikation nach STRECKEISEN 1974 und 1982

PLUTONITNORM, NASS, HORNBLENDE VOR BIOTIT

Mineralbestaende plutonischer und vulkanischer Gesteine
nach P. Mueller 1972, N. Jahrb. Geol., D 55

FARBZAHL = 21.63 21.31 18.31 18.56 1

AN-Gehalt im PLAG. = 41.33 30.37 36.47 30.45 41

PLUTONITNORM, NASS, HORNBELENDE VOR BICHTIT
Feldspatlösung Nr. 3 (Standardlösung)

	104	170	2707	2709	2711	2715	5060	5061	5068	5073	5074	5075
QUARZ	= 20.97	15.58	1.73	12.45	0.47	8.75	5.35	41.01	19.80	15.34	13.70	13.32
ALKALIFELDSPAT	= 0.00	4.35	2.84	10.03	6.75	0.64	0.00	17.23	1.34	8.74	8.25	4.82
PLAGIOKLAS	= 61.40	67.08	46.91	53.73	48.17	46.92	62.79	32.08	56.45	55.74	60.69	58.65
MUSKOVIT	= 1.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.56	0.00	0.00	0.00	0.00
BIOTIT	= 13.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.13	0.00	0.00	0.43	0.00
HORNBLENDE	= 0.00	1.26	24.97	18.54	31.63	38.73	17.84	0.00	20.19	9.26	14.93	7.55
DIOPSID	= 0.00	14.14	15.12	1.40	5.32	1.72	10.66	0.00	0.23	8.65	0.00	13.75
AKZESSORIEN	= 0.27	0.27	0.95	0.58	0.46	0.33	0.44	0.17	0.26	0.28	0.34	0.28
APATIT	= 0.35	0.64	4.42	1.50	4.11	1.23	0.99	0.23	0.56	0.61	0.59	0.53
ILMENIT	= 0.01	0.10	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.07	0.00	0.04	0.00	0.01
PYRIT	= 1.42	1.04	2.95	1.72	3.03	1.64	1.91	0.47	1.15	1.32	1.06	1.08
MAGNETIT	= 0.00	0.01	0.04	0.01	0.06	0.02	0.03	0.00	0.01	0.02	0.01	0.01
ZIRKON	= 100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
SUMME	= 16.24	17.40	42.47	23.74	44.61	43.70	31.36	5.13	22.41	20.13	17.36	23.22
AN-Gehalt in PLAG.	= 44.22	50.11	35.94	22.38	40.83	26.39	43.43	64.70	35.57	40.22	35.14	36.13

Tabella P.1

Erläuterung zu den Geländebüchern

Map	Area	Location	Reference points	Rock Sample Nr	Stream Sed/Water	Foto Nr	Page in field book
W	1	Togaraue-E	101 - 117	101 - 104			
W	2	Togaraue-S	201 - 203	201	002K-003K	slides	2-4, 26
W	3	Gisaibi R.	301	301 - 304			4
W	4	Ururva Br.	401	401 - 403			5
W	5	Ururva R.	501 - 503	501 - 507			5
W	6	Red Riv.-N	601 - 611	601 - 607		501	6-7, 20
		Red Riv.-S	612 - 615	608 - 613	movie, R&W, slide		7-11
Ba	7	Ples Moses	701 - 707	701 + 27.xxBg		601 - 630	12, 118-119, 208-213
Ba	8	Tekan-Korib	801 - 803	801		701 - 706	12-13, 185-191
W	9	Takopopor	901 - 903	901 - 907			14
W	10	Ururvi R.	1001-1004	1001-1006		901 - 902	15-17
Ku	11	Metu-Kuapo	1101-1105	1101-1109	W1101	1001	17, 177
Ku	12	Tewa	1201-1204	1201-1203	W1201	1101-1106	21-24
Ku	13	upper Aita	1300-1308	1301-1309	Duguman		25
		hot spring	1309-1315	4460-71Bg	W4461-2Bg	1301-1304	18, 27-31
W	14	lower Ururvi	1401	1401-1403	Duguman	1305-1306	202-204
		Puspa	1102-1408	66-75D6	Duguman		32
W	15	Baiano	1500-1512	1501	Duguman		178-179
		Siribia-S	1513-1514	4472-798g	Kästner	1501-1504	33-37, 66
Ku	16	Tofu-Ramazo	1601-1616	1601-1606		1505-1507	205-208
Ba	17	Karato Mine	1701-1713	1701-1711			37-44
Ba	18	Numa Numa	1801-1802	1801-1807		1701-1702	52-61
Ku	19	Dalvi top	1901-1904	1901-1905			62-63
Ku	20	Siribia-N	2001-2011	2001-2004	2001-2002	movie	63-65
		upper Ururvi	2012-2025	2005-2012	2003-2008		67-71
		Aiope	2026-2033	2013-2020	2009-2013	2001-2002	71-73
		Sarime-S	2032-2041	2021-2023	2014-2016	2003-2005	76-78
			2081-2097	2071-2091	2032		78-81
		Ramazon	2042-2068	2024-2054	2017-2028	2006-2010	142-148
		Irung	2069	2055			81-95
		Kuapo	2070-2080	2056-2070	2029-2031		95
Ku	21	Eric's R.	2101-2126	2101-2111	2101	2101-2105	76-98
			2125-2126	2144-2146			102-107
		Ururvi-N	2127-2143	2112-2119	2102-2104	2106-2109	207
		Ururvi trib.	2144-2151	2120-2122	2105-2106		107-109
		Ururvi-S	2152-2160	2123-2125	2107		109-110
		upper Ururvi	2161-2172	2126-2143		2110-2112	110-111
Ba	22	Atamo Kwin	2201-2205	51-52Sumajang5		2201	120-128
		" Bitero	2206-2216	53-66Su5			129-130
		Geophysics	2222-2232	106-112Su6+76-80D6			131-134
		Tributaries	2217-2221	67-77Su5			171-172, 192-196
Ba	23	Kopani	2301-2322	78-88Su5			136-141
Ku	24	Sarime-N	2401-2432	89-105Su6		2401-2406	136-141
Ku	25	Baniu Plat.	2501-2520	59-62D6	133D6	2501	151-165
W	26	Pokoia Aita	2601-2611	2601-2619			166-170
							180-181
B/K	PM	Panguna	PM 1-18	PM 1-15		PM 1-18	173-176
NE	WD	Wild Dog		WD 1-7		WD 1-10	112-117
PNG	POR	Porgera		POR 1-14		POR 1-7	216-218
PNG	MV	MT.Victor		MV 1-2		MV 1-14	219-221

Field book I pp 1-50, II pp 51-100, III pp 101-150, IV pp 151-200, V pp 201-250
 Topographisches Blatt: Ba Bagana, K Kiata, Ku Kunua, W Wakunai, NB New Britain,
 PNG Papua Niugini Mainland

Tabelle P.2

Petrographische Übersicht: Junge Vulkanite
(Billy Mitchell, Numa Numa, Balbi, Tore, Emperor Range)

Einsprenglinge

Pl	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Op	+	+	+	+	+	o/+	+	+	+	+	+	+
Qp		o	o	o/+	o/+						?	
Hb			+	+/?		+	+/?			+		
Bi				+	+		+	+	+			
Sanidin									+			

101	109	103	1302	105	3001	1801	907	4604	1707	1605	1805
1102	608	612	1806	112	3101	2004	1202		1302		
1604	609	1607	2018	601	3301	2016	1501		2050		
2014	610	1903	2019	613	3401	2706	2005		3201		
2061	611		2020	1603		4609	2010				
2062	1301		2021	1904			2015				
2110	1304		2024	2008			2031				
2122	1701		2063	2039			2036				
#2716	1902		2609	2611			2055				
#2717	1905			2613			2060				
4601	2001			4467			2066				
	2064			4701			2067				
	2065			4705			2068				
	2090			4709			2069				
	2112			6062			2070				
	4433						2144				
	4468						2139				
							2146				

Erläuterung:	+	vorhanden	4479
	o	gepanzertes Relikt	4501
	?	fraglich	4602
	#	Kieta Vulkanit	6061

Abkürzungen in Tabelle P.3 Teil II

Tabelle P.3 Teil I

Petrographie: Junge Vulkanite

Probe	GE	EINSPRENGLINGE										MATRIX				Umwandlung
		Pl	Cp	Op	Ol	Hb	Bi	Om	Ap	Zr		gl.sm	Pl	Px	Om	
101Ka ER	+	>>>	+					+	+				+	+	+	Sm
103Ra MB	+	+	o			+		+	+			+	+	+		Kf?
105Ka ER	+	+	? /?				+						+	+	+	Ab, Om, Cc, Ph, Sm
109Ka ER	+	+	o					+	+				+	+	+	
112Ka ER	+	+	?				+	+	+				+	+	+	Ab, Cc, Sm
601Ra MB	+	+	o				o	+	n				+	+	+	Ab, Ep, Sm
608Ra MB	+	+	o					+					+	+	+	
609Ra MB	+	+	o					+					+	+	+	
610Ra MB	+	+	o					+					+	+	+	
611Ra ME	+	+	o					+					+	+	+	
612Ra MB	+	+	o			+		+	+				+	+	+	var
613Ra MB	+	+	o				+	+	+			+	+	+	+	Ep, Cc, Zs, Sm
907Ra MB	+	+	?				+	+					+	+	+	Kf?, Sm
1102Ra ER	+	+						+					+	+	+	Tuff/Sand
1202Ra ER	+	+					+	+	+				+	+	+	
1301Ra TV	+	+						+					+	+	+	Bi
1302Ra TV	+	>>>	o		?	+	+	(+)				+	+	+	+	Sm
104Ra MB	+	+	?	?				+				+	+	+	+	Ab, Chl, Ep, Sm
1501Ra ER	+	+					+	+	+				+	+	+	
1603Ra ER	+	?					+	+	+				+	?	+	Bi
1604Ra ER	+	+						+	+				+	?	+	Qz
1607Ra ER	+	+	o			+		+	+				+	+	+	Bi
1801Ra NN	+	+				+	(+)	+	+				+	+	+	var
1802Ra NN	+		?			+	+	+	+				+	+	+	Ep, Cc, Ze, Sm
1805Ra NN		TIA						+	+	Rt			+	+	+	Hb
1806Ra NN	+	+	n			+	(+)	+	+				+	+	+	Kf, Ab, Tc
1701Ra MB	+	+	o					+	+				+	+	+	Ser, Cc, Sm
1902Ra MB	+	+	o					+					+	+	+	Om, Ser
1903Ra MB	+	+	o					+					+	(+)	(+)	Ab, Ser
1904Ra MB	+	+	+				+	+	+				+	+	+	Ab
1705Ra MB	+	+	o					+					+	+	+	Ab
2001Ra ER	+	+					+	+	+				+	+	+	Ep, Cc
2004Ra ER	+	(+)			?		+	+	+				+	+	+	Vac
2005Ra ER	+	+					+	+	+				+	+	+	Qz, Pu, Cc
2008Ra ER	+	+	?				?	+	+				+	+	+	Bi
2010Ra ER	+	?					?	+	+				+	+	+	Ab, Chl, Cc
2014Ra TV	+	(+)						+	+				+	+	+	Qz, Chl, Om, Ser, SM
2015Ra TV	+	+						+	+				+	+	+	Ab, Act, Sm
2016Ra ER	+	+						+	+			+	+	+	+	Fs, Act, Bi, Om, Ep, Tit, Sm
18Ra ER	+	+	o		?		+	+	+				+	+	+	Ab, Ep, Om, Cc
2019Ra TV	+	+	o			+	+	+	+				+	+	+	Ab, Fe-Hydroxide
2020Ra ER	+	+	o			+	+	+	+				+	+	+	Ab, OM frisch
2021Ra TV	+	+	?			+	?	+	+	met. Einschl.			+	+	+	Ab, OM frisch
2024Ra ER	+	+	?			+	+	+	+				+	+	+	Bi, Act, Sm
2031Ra ER	+	+					+	+	+				+	+	+	Qz
2036Ra ER	+	+					+	+	+				+	+	+	Bi
2050Ra ER	+					+	+	+	+	Fragment			+	+	+	Ab, Ep
2055Ra ER	+	+				+	+	+	+	Fragment			+	+	+	Ab, Chl, Ep, Cc
2060Ra ER	+	+				+	+	+	+	Fragment			+	+	+	Chl, Ep, Om, Tit, Cc
2061Ra ER	+	?					+	+	+				+	+	+	Kf/Ab, Chl, OM, Cc
2062Ra ER	+	?					+	+	+				Kf (met)			Qz, Bi, Mu, Chl, Cc
2063Ra ER	+	+	?		?	?	+	+	+				Kf (met)			Qz, Kf, Chl, OM, Cc
2064Ra ER	+	+	?				+	+	+				+	+	+	Bi
													+	+	+	Ab, Cc, Sm
																Ab, Cc, Sm

Fortsetzung Tabelle P.3 Teil II

Tabelle P.3 Teil II

Probe	GE	E I N S P R E N G L I N G E										M A T R I X				Umwandlung
		Pl	Cp	Op	Ol	Hb	Bi	OM	Ap	Zr	gl.	sm	Pl	Px	OM	
2065Ra	ER	+	+	?				+	+				+	+	+	Ab, Cc, Sm
2066Ra	ER	+	+				+	+	+				+	+	+	Ab, Sm
2067Ra	ER	+	(+)				+	+	+				+		+	Qz, Chl, OM, Cc
2068Ra	ER	+	>	+			+	+	+				+	+	+	Ab
2069Ra	ER	+	+				+	+	+				+	+	+	Ab, OM
2070Ra	ER	+	?				?	+	+				+		+	Qz, Ab, Chl, Ep, Cc
2089Ra	ER	+	+	?			+	+	+				+	+	+	Sm
2090Ra	ER	+	(+)	?				+	+				+		+	Chl, Cc, Sm st. alt.
2110Ra	ER	+	>	+				+	+				+			Kf, Chl, Ep, OM "
2111Ra	ER	+	+				+	+	+				+	+	+	Bi
2112Ra	ER	+	>	+		?		+	+				+			Ab
2122Ra	ER	+	?					+	+				+			Kf, Act, Chl
2139Ra	ER	+	+				+	+	+				+		+	Qz, Bi, OM, Sm
2146Ra	ER	+	>	+	o		+	+	+				+	+	+	Bi
2609Ra	MB	+	>	+	o		+	+	+	met. Einschl.	+	(+)	+			Ab
2611Ra	MB	+	>	+	?		+	+	+				+	+	+	Ab, OM
2613Ra	MB	+	>	+			+	+	+				+	+	+	Bi
2706Bg	MB	+	+				+	+	+				+	+	+	Sm
3001Bg	BM	+	+				+	+	+				+	+	+	OM
3101Bg	BM	+	o				+	+	+				+	+	(+)	Ser
3201Bg	BM	+					+	+	+				+	+		Cc, blasig (Bims)
3301Bg	BM	+	o				+	+	+				+	+	+	
3401Bg	BM	+	+				+	+	+				+	+		Ab, Sm
4433Bg	ER	+	>	+	?			+	+				+	+	+	Ab, Act, Pr, Ep, OM, Cc, Sm
4467Bg	ER	+	>	+	?		+	+	+				+	+	+	Ab, Chl, Tit, Cc, Sm
4468Bg	ER	+	>	+				+	+	+			+	+	+	Sm
4478Bg	ER	+	+	?	/?		+	+	+				+	+	+	OM, Cc
4501Bg	ER	+	+				+	+	+				+	+	+	Ab, Mu, Sm
4601Bg	ER	+	>	+				+	+				+	+	+	Sm
4602Bg	ER	+	(+)				+	+	+				+		+	Ab, Pu, Qz, OM, Cc
4604Bg	ER	+	+				+	+	+	Sanidin			Kf		Qz	Ab/Kf, Qz, OM, Cc
4609Bg	ER	+	+				+	+	+				+	(+)	+	OM, Cc
4701Bg	ER	+	+	?			+	+	+				+	+	+	alt? Ab/Kf
4705Bg	ER	+	+	o	?		+	+	+				+	+	+	alt? Ab/Kf, Sm
4709Bg	ER	+	+	?			+	+	+				+	+	+	Ab, Cc, Sm
5089Su	ER						kein Dünnschliff vorhanden									
5095Su	ER						kein Dünnschliff vorhanden									
6061D	ER	+	+				o	+	+				+	(+)	+	Ab/Kf, Fe-Oxid, Sm
6061D	ER	+	+	o		(+)	+	+	+				+	+	+	Ab/Kf, Chl, Tit, Cc, Sm

Proben 5089 und 5095Su entsprechen 89Su und 95Su vom Sarima-N. Proben 6061-6062D entsprechen 61-62D vom Baniu-Plateau.

Erläuterungen: + vorhanden, o gepanzertes Relikt, () umgewandelt, ? möglich, r Reaktion, > mehr als.

Geologische Einheit: BM Billy Mitchell, ER Emperor Range, NN Numa Numa, MB Mount Balbi, TV Tone Vulkan.

Abkürzungen: Ab Albit, Act Aktinolit, Ap Apatit, Bi Biotit, Cc Kalzit, Chl Chlorit, Cp Klinopyroxene, Ep Epidot, Fs Feldspat, GE Geologische Einheit, gl glasig, Hb Hornblende, Hm Hämatit, Kf Kalifeldspat, met metamorph, Mu Muskovit, Mt Magnetit, Ol Olivin, Op Orthopyroxene, oph ophitisch, OM Opake Minerale, Ph Phlogopit, Pl Plagioklas, Pr Prehnit, Pu Pumpellyit, Px Pyroxen, Qz Quarz, Rt Rutil, Ser Serizit, Serp Serpentin, sm submikroskopisch, SM Smeaktit, Sp Spinell, Tc Talk, Tia Titanagut, Tit Titanit, var variolitisch, Ze Zeolith, Zr Zirkon

Tabelle P.4

Petrographische Übersicht: Junge Intrusivgesteine
(Uruai, Ramazon, Irung, Aruai)

Pl	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Kf		r	r	r	rzv	rzv	rz	rxv	rx	rv
CP	x			m	xz	x	x	x		x
Bi	?		xm	e		xz		x	(x)	
Hb	?							x/?	x	x
Qz	z	xz		xzv	zv	(z)		zp		z

#2719	2107	2037	2028	#1708	2039	1704	1401	2034	2104
	2123			2026	2054	2041	2029	#2709	#2707
				2027	2103	2101	2032	2132	#2711
				2049	2108	2105	2038		
				2114	2119		2042		
					4704		2106		
							2107		
							2115		
							2120		
							#2715		

Kieta Intrusivgesteine (post-Kieta?)

#2715

kürzungen und Erläuterung in Tabelle P.5 Teil II und Tabelle P.5.

Tabelle P.5

Petrographie: Junge Intrusivgesteine

Probe	GE	Magmatische und postmagmatische Minerale							Umwandlungen						
		Pl	Kf	Cp	Hb	Bi	OM	Ap	Qz	gV	Act	Chl	Ep	Tit	CC OM
505Ra	MB	z	r	x	x				z		+	+	+	+	Bi
1401Ra	ER	x	rv	x		x	x	x	z	Kf	+	+	+	+	
2026Ra	ER	x	r	x			x	x	zv						+
2027Ra	ER	x	r	?			x	x	z	Kf	+		+		
2028Ra	ER	x	rA	m		m	xv	x	xvz		+	+			
2029Ra	ER	x	rv	x		x	x	x	z	Kf	+		+	+	
2032Ra	ER	x		x	x	x	x	x			Bi, Kf				
2034Ra	ER	x			x				z		Qz, st. Ser, Qz-OM	Py-vein			
2037Ra	ER	x	r			xm			zv		+	Rt, Hm			
2038Ra	ER	x	zv	x		x	xz	x			+				
2039Ra	ER	x	zv	x		x	x	x			+	+	+		
2041Ra	ER	x	zv	x			x	x			+	+	+		
2042Ra	ER	x	zv	x		x	x	x	z		+	+	+		
2049Ra	ER	x	rA	x			x	x	z		+	+	+		
2054Ra	ER	x	zvA	x		xz	x	x	z		+	+	+	Piemontit	
2101Ra	ER	x	z	x			x	x			+	+	+		
2103Ra	ER	x	r	?	?	x	x	x	z		+	+	+	+	
2104Ra	ER	x	rv	x	x		x	x	z		+	+			
2105Ra	ER	x	r	x			x	x			Hb		+	Kf	+
2106Ra	ER	x	r	x		x	x	x	z		+	+	+	+	
2107Ra	ER	x	r	(x)		xz	x	x	z		+	+		+	
2108Ra	ER	x	zv	xz		xz	x	x	z		+	+	+		
2109Ra	ER (x)	A				x	x		z		+	+	+	+	Pr-vein
2114Ra	ER	x	zv	x		x	x	x	z		+	+	+		Qz
2115Ra	ER	x	zv	x	?	x	x	x	z		+	+	+	+	
2119Ra	ER	x	r	?	?	x	x		z		+			+	Ser
2120Ra	ER	x	rzA			x	x	xn	z		+	+	+	+	Pu
2123Ra	ER	x	r	?		x	?		z	Kf	+				
2132Ra	ER	x	r		x	x	x		z		+				
4704Bg	ER	x	z	x		x	x		z		+		+	+	
6066D	ER	x	xA			x	x		z		+				Bi
6067D	ER	x	rz	xzp		x	x	x	z		+		+		
6071D	ER	x		x	x	x	x	x	z		+	+	Ab		
6072D	ER	x	r	?	?				z		+	+	Ser		v Dike
6074D	ER	x	rz	xz		xz	x				Hb	+	+	+	
6075D	ER	x	r	?		x	xz		z		+	+	Hm, Bi		

Proben 6066D-6075D entsprechen 66D-75D vom Uruai

A Adular, e Einschluß, gV graphische Verwachsung von Quarz mit Kalifeldspat, m metamorph, n nadelig, p poikilitisch, r Reaktion, v "Veinlet", x idiomorph / hypidiomorph, z Zwickelfüller.

Abkürzungen in Tabelle P.3 Teil II.

Tabelle P.6

Petrographie: Junge Intrusivgesteine, Randfazies
(Urui, Ramazon)

Probe	GE	Einsprenglinge							Matrix	Umwandlungen								
		Pl	Cp	Hb	Bi	Qz	OM	Ap		Kf	Hb	Bi	Qz	Ep	Chl	Tit	Cc	OM
506Ra	MB	+	(?)				+	+	umgewandelt	+			+	+	+	+		+
2035Ra	ER	+	+					+	+	umgewandelt	+	+	+	+	+			
2045Ra	ER								K-Metasomatose	+	Ser			+			+	
2044Ra	ER								total umgewandelt	+		+	+	+	+	+		+
2046Ra	ER	+	+			+	+	+	K-Metasomatose	+	Ser, Py					+		+
2047Ra	ER	+	+				+	+	umgewandelt	+	+v		+v	+v	+			+
2048Ra	ER	+	+			+	+		umgewandelt	+	+		+	+	+			+
2053Ra	ER	+	+	+	+	z	+	+	Pl, Qz, Bi, OM, Ap, Kf	+	+		+	+	Sm			
2057Ra	ER	+	(+)				+	+	Kf, OM, Ap					+	+		+	+
2116Ra	ER	+	+				+	+	Pl, Qz, OM		+	+		+				+
2117Ra	ER	+	(+)				+	+	Qz, st. umgew.									+
6057D	ER	+	+		+		+	+	Pl, OM, z(Glas)							+	Hm	+

Probe 6057D entspricht 57D aus dem Aruai

Erläuterungen und Abkürzungen in Tabelle P.3 Teil II und Tabelle P.5.

Tabelle P.7

Petrographie: Kieta Vulkanite

Probe	GE	Einsprengl.					Matrix				Gefüge oph.	Myiarolen				Umwandlungen					
		Pl	Cp	Ol	:	gl	sm	Pl	Cp	OM		Ze	Cc	Ep	Chl	Act	Chl	Ep	Cc	OM	
501Ra	KV	+	+					+	+		+	2	+	+	groß		+	+	+	Hm	
503Ra	KV	aphyrisch							+	feink.	+			+	klein			+	Fe-hydrox		
507Ra	KV	+	+					+	+	grob granular								+		+	Hm
905Ra	KV	+	+	/	+		+	+			+	Sm	wenig				+	Sm	+	Serp	
1001Ra	KV	+	+	(+)				+	+		+	+	+			+	Sm, Serp		+		
1006Ra	KV	+				(Dike)		+	+		+										
1402Ra	KV	aphyrisch							+								+	+			
1704Ra	KV	aphyrisch							+	+	+	+	grob				+	+			
1708Ra	KV	aphyrisch							+	+	+	+	grob				+	+	+		
1709Ra	KV	?							+	+	+	+						+	tv	+	
1807Ra	KV	+		?				+	+	+	+							Sm	+	tv	
2113Ra	KV	+	(+)					+	+	+	Ap	+					Kf	+	+		
2720Bg	KV	+	(+)					+	(+)			+						Sm	+	tv	

Probe 2720Bg von "Ples bilong Moses"

Erläuterungen und Abkürzungen in Tabelle P.3 Teil II und Tabelle P.5.

Tabelle P.8

Petrographie: Kieta Intrusivgesteine
(Ples bilong Moses, Karato)

Probe	GE	Magmatische und postmagmatische Minerale							Umwandlungen				
		Pl	Kf	Cp	Hb	Bi	OM	Ap	Qz	gV	ActChl	EpTit	Cc OM
104Ra KI	x				x		x	x	Pl, Kf		Ab, Kf, Sm	(?BM-Auswurf)	
1708Ra KI	x	zr	xz				xz	n		z	+	+	+
2707Bg KI	x	Rand	x	e			x	x		z	Kf	+	+
2709Bg KI	x	zr			x		x	x		xz	Kf	+	+
2711Bg KI	x	rv			x	r	xp	x		z	Kf	Hb	+
2715Bg KI	x	zrv	x	Rand	xz	xz	x	x		zp		+	+
2719Bg KI	x		x	?	?		x	x		z		+	+
2721Bg KI	x		?	?			x	x		+		+	

KI Kieta Intrusivgesteine

Erläuterungen und Abkürzungen in Tabelle P.3 Teil II und Tabelle P.5.

Tabelle P.9

Petrographie: Kieta Intrusivgesteine
(Atamo, Kopani)

Probe	GE	Einsprenglinge					Matrix	Umwandlungen					Anmerkungen
		Pl	Qz	Cp	Hb	OM		Ap	SerChl	EpTit	Cc	OM	
5054Su	KI	x			Pi		Mt	gr.ophitisch	+	+	+	+	
5055Su	KfQ	x	x		r		x	submikrosk.	+	+		+	Breccie
5056Su	KfQ	x			r		x	submikrosk.	+	+	+	+	
5058Su	KI	x			x		(Ol?)	gr.ophitisch	+	+		+	
5062Su	KfQ	x	x				x	Qz-reich	+	+		+	Dike, gesichert
5068Su	KgQ	x	x		n		(x)	Pl & umgew.	+	+		+	
5070Su	KfQ	x	x		r		x	submikrosk.	+			+	
5071Su	KI	x			Pi		Mt	gr.ophitisch	+	+	+	+	Ze.?
5073Su	KgQ	x	x		n		x	Pl, submikr.	+	+	+		
5074Su	KgQ	x	x				x	Pl & ?		+			
5075Su	KgQ	x	x				(x)	Pl & ?	+	+	Sm	+	
5076Su	KfQ	x	x		l		x	Pl, rel.gr.	+	+	+	+	
5078Su	KI	x			?		(Ol?)	gr.ophitisch	+	+	+	+	
5079Su	KgQ	x	x		l		x	Pl & submik.	Ab	+		+	
5083Su	KI	x			x		(Ol?)	oph. & v(Pl, Cc)	+			+	
5084Su	KfQ	x	x				x	umgew., v	+		+	+	Py
5088Su	KgQ	x	x				x	Pl & submik.	+	+	+	+	
6077D	KI	x			(x)			oph.Pl, C(p), OM	+	+	Hb	+	
6080D	KI	x						oph.Pl, (Cp), OM		+	v Hb, Ab	+	

Proben 5054-5076Su entsprechen 54-76Su aus Atamo, 5078-5088Su = 78-88Su aus Kopani, 6077D und 6080D = 77D und 80D aus Atamo.

KI Kieta Intrusivgesteine, Kf(g)Q Kieta fein(grob)körnige Quarzporphyr - Intrusionen

Erläuterungen und Abkürzungen in Tabelle P.3 Teil II und Tabelle P.5.

Tabelle B.1

Red River North Einzelproben
P.N.G. Analytical Laboratories Pty. Ltd.

Element	Ag	As	Hg	Gesteinsbeschreibung
Einheit	PPm	PPm	PPm	
Nachweis	0.1	1	0.01	
Methode	AAS	Hyd	C.V.	
Probennr.				
1800 Bg	1.1	50	0.10	massives Erz (Pyrit), porph. Brecc.
1900 Bg	0.4	10	0.01	feines vererztes Material (Tuff ?)
2100 Bg	0.4	40	0.03	Sulfid-reiche Partien (Mischprobe)
2200 Bg	0.3	17	0.02	alteriertes Material (Pyrit)
602 Ra	1.9	5	0.02	vererzte Störung 90/80, 1890m
603 Ra	1.0	21	0.02	alt. pyrit. Andesit ("chip sample")
604 Ra	0.1	19	0.02	weiß alt. brecciert, Geröll
606 Ra	0.1	10	0.05	st. alt. Tuff + grünl.-bläul. Mineral
607 Ra	1.0	40		Block aus dichtem S-reichem Material

blanc = Wert unter Nachweisgrenze

Tabelle B.2

Red River South (Einzelproben)
P.N.G. Analytical Laboratories Pty. Ltd.

Element	Au	Ag	As	Hg	Sb	Gesteinsbeschreibung
Einheit	PPm	PPm	PPm	PPm	PPm	
Nachweis	0.01	0.1	1	0.01	1	
Methode	Fa25	AAS	Hyd	C.V.	AAS	
Probennr.						
4203 Bg	0.35	2.5	16		1	stark silifiziert (Opal) + Pyrit
4204 Bg	0.05		8			dunkles Gestein mit Pyritgängen
4205 Bg			26	8	1	dkl. stark alt. Gest., Pyrit Veins
4206 Bg	0.35		74	32	4	dkl. Opal in feiner Matrix
4207 Bg	0.05		42	80	2	Pyrit mit Quarz
4208 Bg			16	40	1	etwas mehr Pyrit
4209 Bg	0.05		16	16	1	silifizierende Konkretionen
4210 Bg	0.05		34	14		weißes poröses SiO ₂

blanc Wert unter Nachweisgrenze

Tabelle B.3 Red River South ("Pick"-Proben von je 10m Länge)
P.N.G. Analytical Laboratories Pty. Ltd.

Element	Au	Ag	As	Hg	Te	
Einheit	PPM	PP	PPM	PPM	PPM	
Nachweis	0.01	0.1	1	0.01	1	
Methode	FA25	AAS	Hyd	C.V.	Hyd	
Probennr.						Gesteinsbeschreibung
4211 Bg	0.02		18	2		Lavaflow alt. (sil.+arg.) brecciös
4212 Bg			30			dito (eventuell Lage bei 11.2)
4213 Bg		-1	32			"
4214 Bg		-1	22			" brecciös, z.T. splittrig
4215 Bg	0.14	0.6	28	0.4		" z.T. mehr brecciös
4216 Bg	0.02	-1	18			" stärker brecciös + sil.
4217 Bg		0.4	28			"
4218 Bg		-1	12	0.4		" st. br., sil., porös, gebändert
4219 Bg	0.02	-1	14			" Knollen, Replacement, wenig Qz.
4220 Bg		1.2	24	1.0		weiß, Qz. Replacement, total alt.
4221 Bg			22	0.4		st.sil.+gebändert.Qz. (2m frisch)
4222 Bg		0.1	18			dito
4223 Bg		0.3	6	8		s.porös.Qz./Opal, mehr.brecc.Zonen
4224 Bg			10			rel. festes, z.T. brecc. Material
4225 Bg		0.2	14	0.4		z.T. grauer Opal, z.T. roter Opal
4226 Bg		9.5	10			weiß, unauffällig, z.T. etwas S
4227 Bg	0.02	2.3	4	1.0		dito
4228 Bg		12.0	2	0.4		weiß, viel Opal
4229 Bg	0.08	0.4	48			dito, noch mehr Opal
4230 Bg			10	1.0		dito, z.T. Opal, ehemem Breccie
4231 Bg		0.2	10	0.4		intensiv sil.+ brecc., ehem. Aggl.?
4232 Bg		0.3	14	10		dito, im ob. Teil gebändert, V-Falten
4233 Bg		0.2	6	1.0		dito, dunkle silifizierte Bänder
<hr/>						
Einzelproben						
4234 Bg			24	0.4		2100m, Brec.+Replacement, S-Seite
4235 Bg			12	4	0.4	2115m, Replacement, Quarzstringer (alterierte Bänderung fällt 0/95)

Abkürzungen: alt alteriert, arg argillitisch, sil silifiziert, Qz Quarz
blanc Wert unterhalb der Nachweisgrenze, -1 nicht analysiert

Togarau - Uruavi (Geröllproben)
P.N.G. Analytical Laboratories Pty. Ltd.

Element	Au	Ag	As	Hg	Te
Einheit	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Nachweis	0.01	0.1	1	0.01	1
Methode	FA25	AAS	Hyd	C.V.	Hyd
Probennr.	Gesteinsbeschreibung				
<hr/>					
Gerölle aus dem Uruavi/Wakunai River					
101 Bg	0.02	0.6	27		Breccie, Matrix: sil. pyr. z.T. Opal
102 Bg	0.08	1.0	31		helle Breccie in dkl. Matrix + Pyrit
103 Bg	0.02	0.9	12		dkl. poröser Vulkanit + Py. + helles Min.
104 Bg	0.03	1.1	32	1	gebändertes opakes Material
105 Bg	0.01	1.4	16		stark silifiziert, etwas pyritisiert
106 Bg	0.14	0.7	6	2	st. sil. + alt. Breccie, porös + viel Pyrit
107 Bg	0.16	1.7	4		heller stark silifizierter Diorit?
108 Bg	0.10	1.0	34	1	kavernöse Breccie, rötl. + Pyrit und S
109 Bg	0.14	52.5	16		Breccie mit weiß. Material in Zwickel
					Silika, S, Sulfide
110 Bg	0.10	2.7	46	2	stark sulfidische Breccie
111 Bg	0.01	18.0	43		dkl. porös, sulfidreich, weißes Min.
<hr/>					
Gerölle aus dem linken Nebenfluß des Uruavi, Togarau-E					
201 Bg	0.01	1.7	6	1	Breccie + grünlichem Jasper + Pyrit
202 Bg	0.01	1.5	20	1	grobe helle Breccie + Pyrit + S
203 Bg	0.01	0.9	21	1	dkl. Vulkanit + Sulfid
300 Bg	0.01	1.0	39	1	Sulfidreiche, sil. Breccien Gerölle
400 Bg	0.01	0.7	18	1	Kalk? + Sulfid Geröll aus Seitenarm
500 Bg	0.01	5.2	18	3	alteriertes Material + Pyrit
501 Bg	0.01	1.0	30		dito
<hr/>					
Togarau-W					
101 Ra		0.9	12	0.04	dito, silifiziert, brecciert
<hr/>					
blanc Wert unter Nachweisgrenze					

Tabelle B.5

Solfatara bei Pokoia (Einzelproben)
P.N.A. Analytical Laboratories Pty. Ltd.

Element	Au	Ag	As	Cu	Zn		
Einheit	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm		
Nachweis	0.01	0.1	1	1	1		
Methode	FA50	AAS	Hyd	AAS	AAS		
Probennr.						Gesteinsbeschreibung	
2601	Ra	0.14	L	80	56	177	S-Lamellen / Sulfat-Lamellen
2602	Ra	0.01	0.1	100	107	120	disseminierter Pzrit + veinlets, Quarz
2603	Ra	0.04	1	60	15	26	Silica veinlets und -sinter
2604	Ra	0.03	0.6	70	3500	960	"black coating" und ?-salz
2605	Ra	0.01	0.3	60	20	80	argillitisch alterierter Laharstrom
2606	Ra	0.04	0.3	150	95	132	Flußschotter mit Pyritmatrix
2607	Ra	0.07	1.0	850	8	33	Kalkfloat (micritisch)
2608	Ra	0.02	0.2	150	84	41	rote Breccie mit roter Jaspermatrix
2610	Ra	0.02	0.2	170	143	24	disseminierter Pyrit in arg. alt. Gest.
2612	Ra	0.02	0.5	90	14	15	alt. Plagioklas-Clinopyroxen-Andesit
2614	Ra	0.01	0.7	110	8	37	Silicaausblühung
2615	Ra	0.01	0.3	150	12	38	arg. alt., silifiziert
2616	Ra	0.01	2.6	150	112	31	S-Veinlets
2617	Ra	0.02	5	50	7	33	arg. alt., Pyrit, dunkle Veinlets
2618	Ra	0.01	0.3	180	101	53	Breccie mit Fe-Hydroxiden
2619	Ra	0.10	0.3	120	86	92	"black coating" (Kohle)

blanc Wert unter Nachweisgrenze auffallend ist, daß manche Fragmente der Agglomerate eventuell auf ein metamorphes Basement hindeuten könnten (Probe 2609Ra).

Tabelle E.1.1

Siribia - oberer Uruai - Aiope
Astrolabe Analytical, Madang, PNG (Au, Ag, As, Hg, Te)
X-Ray Laboratories, Ontario, Canada (B)

Element	Au	Ag	As	Hg	Te	B	
Einheit	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	
Nachweis	0.01	0.1	1	0.01	1	10	
Probennr.	Gesteinsbeschreibung						
2003 Ra	0.02		2	60	2.2	20	Kluftletten (westlich Siribia)
2006 Ra	0.06	1.0	22		2.2	20	Kluft 90/45 (r. Seite des Uruai)
2007 Ra	0.06	3.5	4		2.0	-1	alt. (ob.Uruai)
2009 Ra	0.04		6	75	2.4	10	dito
2011 Ra	0.06		4		2.4	40	dito
2012 Ra	0.16	1.0	12		3.0		dito
2013 Ra	0.06		4		2.8	20	alt. (Aiope)
2017 Ra	0.12	1.5	24	12	1.4	20	dito

blanc unter der Nachweisgrenze

Tabelle E.1.2

Oberer Uruai Geophysikprofile
P.N.G. Analytical Laboratories Pty. Ltd.

Element	Au	Ag	As	Cu	Zn	
Einheit	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	
Nachweis	0.01	0.1	1	1	1	
Methode	FA25	AAS	Hyd	AAS	AAS	
Probennr.	Gesteinsbeschreibung					
2126 Ra	0.02	8.1	290	310	30	arg.alt. + Pyrit (Profil 300W/275S)
2127 Ra	0.02	0.2	300	8	24	arg. + dkl.Qz-veinlets
2128 Ra	0.03	0.2	190	166	20	Pyrit-"Float"
2129 Ra	0.01	0.5	70	14	42	silizif. "Float"
2130 Ra	0.01	0.1	150	8	45	arg. alt.
2131 Ra	0.01	0.8	70	57	122	st.brecciert, Pyrit-Veinlets
2133 Ra	0.04	1.0	60	20	39	Quarzgang
2134 Ra	0.01	0.8		3	46	dito
2135 Ra	0.01	1.4	20	52	60	"
2136 Ra		1.8	40	9	46	"
2137 Ra	0.02	1.0	30	4	37	"
2138 Ra	0.03	0.7	200	27	23	"
2140 Ra	0.02	0.1	230	23	44	arg.alt
2141 Ra	0.03	0.6	200	258	72	"
2142 Ra	0.03	0.2	130	14	35	"
2143 Ra	0.07	1.0	360	17	170	arg. sil.

blanc unter der Nachweisgrenze

Tabelle E.4.1

Alterierte Gesteine aus Sarime-S (Einzelproben)

P.N.G. Analytical Laboratories, Pty. Ltd.

(Hg, Sb und Te unter der Nachweisgrenze von 0,1, 1 und 1ppm)

Element		Au	Ag	As	Cu	Zn	
Einheit		PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	
Nachweis		0.01	0.1	1	1	1	
Methode		FA50	AAS	Hyd	AAS	AAS	
Probenr.		Gesteinsbeschreibung					
2071	Ra	0.03	0.1	150	80	43	polybrecciert, Veins, Malachitanflüge
2072	Ra	0.02	0.1	180	185	28	silizifiziert, Pyrit (dissem. + Veins)
2073	Ra	0.03	0.1	90	11	32	cavernöses "Replacement Silica"
2074	Ra		0.2	190	393	111	argillitisch, teils silizif., Pyrit + S
2075	Ra	0.02	0.1	130	135	136	argillitischer - propylitischer Andesit
2076	Ra		0.1	130	77	99	arg. alt. mit fleckig verteiltem Pyrit
2077	Ra		0.1	90	14	36	grob fleckig vert. Pyrit mit Qz-Veinlet
2078	Ra		0.1	100	37	26	Pyritflecken in "Replacement Silica"
2079	Ra	0.03	0.1	110	19	45	arg. alt. + SiO ₂ , Pyrit+Cu Veinlets
2080	Ra	0.03	0.1	130	30	38	brecciös, silizif. mit Baryt-Rasen
2081	Ra	0.01	0.1	90	32	34	brecc. "Repl. Sil." mit dkl. br. + weiß. Vein
2082	Ra	0.01	0.1	100	50	42	"Repl. Sil.", arg. Plag., Py (diss. + Vein)
2083	Ra	0.01	0.1	870	10	216	gebänderter Kalksinter (heiße Quelle)
2084	Ra		0.1	900	5	130	Stalaktit (Aragonit, heiße Quelle)
2085	Ra		0.1	140	140	46	alt. diss. Py+S, mit Py-Vein, Chalcosin
2086	Ra		0.1	110	11	46	arg. alt. brecc. + grüne SiO ₂ -Veinlets
2087	Ra	0.01	0.1	60	4	22	arg. alt. + Chalcosin-Veinlets
2088	Ra		0.1	180	24	238	breccierte Breccie, Matrix Py-reich
2089	Ra	0.02	0.1	220	91	81	rel. frischer Andesit
<hr/>							
		Au	Ag	As	Hg	Te	(Astrolab Analytical)
2022	Ra	0.10		20	20	0.8	Hangrutsch, arg. alt., pyritisiert, 1540m
2023	Ra	0.10	1.0	24		0.8	alt. pyritis. weich, an Sulfataren, 1650m

blanc unter der Nachweisgrenze

PROJECT: GSPNG-BGR Rock SAMPLE SURVEY OF BOUGAINVILLE
 TOPO SHEET: WAKUNAI
 SAMPLER: RAMMLHAIR
 Book I

SAMPLE NO			GRID REFERENCE		ELEV	SAMPLE SITE DESCRIPTION	DIAGNOSTICS					FIELDBOOK REFERENCE	REMARKS	LOCALITY						
①			GR		⑦	②	③	④	⑤	⑥	⑧	⑨	⑩	⑫	⑬					
Year	NUMBER	QTR.	EAST X-COOR	NORTH Y-COOR.	METRES	Overlapp Elev	Stratigraphic Unit	Rock type	ORE	pyrite	argill	Silic. feld	SULPHIDE	UNALTERED						
P 87	101RA		07298	93400	500	+	KUB			+			+			107	Togaru W	X		
P 87	102RA		298	401	500	+	KVA	+		+			+			107	W	✓		
P 87	103RA		296	401	500	+	KVA	+		+						109	W	✓		
P 87	104RA		288	339	500	+	KVD	+								110	W	✓		
P 87	201RA		313	388	390	+	KVA	+		+			+			202	SW	✓		
P 87	301RA		335	390	300	+	KL	L					+			201	S	✓X		
P 87	302RA		335	390	300	+	KVB	+					+			301	S	✓		
P 87	303RA		335	390	300	+	KVB	+		+			+			301	S	✓		
P 87	304RA		335	390	300	+	KVA	+					+			301	S	✓		
P 87	401RA		419	517	20	+	BAB	+					+			401	URURVA Bilga	✓		
P 87	402RA		419	517	20	+	BAB	+		+			+			401	URURVA Bilga	✓		
P 87	403RA		419	517	20	+	BAB	+					+			401	URURVA Bilga	✓		
P 87	501RA		404	504	40	+	KVP	+		+			+			501	URURVA Bilga	✓		
P 87	502RA		404	504	40	+	KL	B					+			501	URURVA Bilga	✓X		
P 87	503RA		404	504	40	+	KVP	+								501	URURVA Bilga	✓		

Book I

①

SURVEY OF BOUGAINVILLE

TOPO SHEET: URURVA

SAMPLER: RAHMLHAIR

Limestone
 altered, mineralized
 unknown protolith
 Sulfate

GSPNG - BGR Rock SAMPLE
SURVEY OF BOUGAINVILLE

TOPO SHEET: WAKKANAI
SAMPLER: RATHINBAR

BAGANA
BOOK I

②

SAMPLE NO			G R			ELEV	SAMPLE SITE DESCRIPTION			DIAGNOSTICS			FIELDBOOK REFERENCE	REMARKS	LOCALITY	THIN SEC		
TYPE	YEAR	NUMBER	EAST		NORTH	METRES	Drill core	Stratigraphic Unit	Rock type	ore	argill.	Silicified	SULPHIDE	UNALTERED				
P 87		504	KA	0740	9350	40		+ KV	A+				+		501		✓	CHEN AMM. (fssd)
P 87		505	KA	404	504	40		+ KV	A				+		501		X	PALY
P 87		506	KA	404	504	40		+ KV	A				+		501		X	THIN SEC
P 87		507	KA	404	504	40		+ KV	P				+		501		X	
P 87		601	KA	216	475	1560		+ BA	A				+		605		X	RED RIVER N
P 87		602	KA	215	474	1890		+ BA	X				+		605		X	
P 87		603	KA	220	473	1750		+ BA	A+				+		605		X	
P 87		604	KA	227	478	1600		+ BA	B+				+		605		X	
P 87		605	KA	227	478	1600		+ BA	B				+		605		X	
P 87		606	KA	228	479	1550		+ BA	A				+		605		X	
P 87		607	KA	228	479	1550		+ BA	B				+		610		X	
P 87		701	KA	276	357	690		+ KV	A+				+		702		X	SISIBI (W)
P 87		801	KA	514	334	370		+ KV	A				+		801		X	TEKAN (IKAM) (p. 20)
P 87		901	KA	416	487	160		+ KL	L				+		901		✓	Mt. TAKOPOR
P 87		1001	KA	416	487	160		+ KL	L				+		901		✓	Limestone and Volc intercalation

02410

THIN SEC
PALY
CHEN AMAL

[illegible]

8-17

PROJECT: GSPNG-BGR Rock SAMPLE
SURVEY OF BOUGAINVILLE

TOPO SHEET: WAKUNAI
SAMPLER: 1/11/11/11/11

WUNNA
BOOK I

③

SAMPLE NO		G R		ELEV	SAMPLE SITE DESCRIPTION		DIAGNOSTICS				FIELDBOOK REFERENCE	REMARKS	LOCALITY	THIN SEC	PALY	CHEM ANAL.				
TYPE	YEAR	NUMBER	SAMPLER	EAST	NORTH	METRES	Outcrop	Stratig. Unit	Rock type	Prep. Mtd	Argill.	Gr. Mtd	SULPHIDE	UNALTERED						
P 87		903RA	07	416	93	487	160 +	KL L						+	901	Sandy congl. + Limestone frags	MT TAKOPOPO	+	+	1/5549
P 87		904RA		416		487	160 +	KL L							901	Polymict Congl. Cal. b. Matrix	"	+	+	
P 87		905RA		416		487	160 +	KL C						+	901	And. Pillow fragments	"	+	+	
P 87		906RA		415		488	190 +	KL L						+	902	Limestone layers w. volc. clast. frags	"	+	+	
P 87		907RA		415		488	190 +	KL B						+	902	Volc. Sandstone	"	+	+	
P 87		1001RA		400		462	100 +	KVP						+	1001	Pillows	URUAVI	+	+	
P 87		1002RA		400		462	100 +	KVP						+	1001	Silica in thin-grained in Allow	"	+	+	
P 87		1101RA		148		721	1020 +	ERA			+	+			1101	Little Landslide material	METU/KUEPO			+
P 87		1102RA		147		722	1000 +	ERA						+	1102	Fresh Pt. Gne. - porph. Lithom. frags	METU/KUEPO			+
P 87		1103RA		147		723	900 +	ER2 +			+	+			1104	Qtz + Py	"			+
P 87		1104RA		147		723	900 +	ERH						+	1104	Hornfels veins	"			+
P 87		1105RA		147		723	900 +	ERB						+	1104	Full breccia	"			+
P 87		1106RA		147		723	900 +	ERA			+	+			1104	Sulf. veins g/so	"			+
P 87		1107RA		147		723	900 +	ERA						+	1104	* Chips sample	"			+
P 87		1108RA		147		723	860 +	ERB						+	1105	Lapilli tuff	"			+

31

35

203-06

41

42

43

44

45

PROJECT: GSPNG-BGR <u>Rock</u> SAMPLE SURVEY OF BOUGAINVILLE										TOPO SHEET: <u>WAKUNA</u> SAMPLER: <u>KALIMAR</u>				<u>WAKUNA</u> <u>Book I</u>					
SAMPLE NO			G R			ELEV	SAMPLE SITE DESCRIPTION			DIAGNOSTICS			FIELDBOOK REFERENCE	REMARKS	LOCALITY	THIN SEC			
YEAR	NUMBER	SAMPLER	EAST	NORTH	METRES	Outcrop	Stratig. Unit	Rock type	propyl.	argill.	Silicified	SULPHIDE	UNALTERED				PALY	CHEM ANAL.	Other
P 87	1108	KA	0714793723		860	+	ERH					+	+	1105		METU/KUEPO	✓	✓	✓
P 87	1201	KA	130	730	900	+	ERA			+		+		1202	Chip sample	TEWE	✓	✓	✓
P 87	1202	KA	128	737	910	X	ERA						+	1203			✓	✓	✓
P 87	1203	KA	129	740	900	+	ERB						+	1204	11/10 Tuff		✓	✓	✓
P 87	1301	KA	187	546	930	+	TOA						+	1302	Landslide	AITA TRIB 1 (RIRIGO running)	✓	✓	✓
P 87	1302	KA	187	546	930	+	TOA					+	+	1302	PL Opx Biotite And ~30% (14.6% tuff)		✓	✓	✓
P 87	1303	KA	187	546	930	+	ERA			+		+		1303	Chip sample		✓	✓	✓
P 87	1304	KA	191	538	1030	+	BA A						+	1306	50/65 Lineation	AITA TRIB. 2 (Crossion's Cold)	✓	✓	✓
P 87	1305	KA	191	539	1030	+	BA 2+			+		+		1306	Alunite		✓	✓	✓
P 87	1306	KA	191	539	1030	+	BA H				+			1306	red hornfels		✓	✓	✓
P 87	1307	KA	191	539	1030	+	BA B							1306	polymict breccia + Py		✓	✓	✓
P 87	1308	KA	191	539	1030	+	BA B				+			1306	polymict br. + Calcedony		✓	✓	✓
P 87	1309	KA	192	544	970	+	BA 2+			+		+		1307	Chip sample	AITA	✓	✓	✓
P 87	1401	KA	256	656	420	+	ERD						+	1401		URUA 1 (push)	✓	✓	✓
P 87	1402	KA	256	656	420	+	ERH					+		1401	Ep Py veins		✓	✓	✓

46 KU
-
50 KU
-
55 KU
60 KU

TOPO SHEET: WAKKANAI
SAMPLER: WAKKANAI

SAMPLE NO			G R		ELEV	SAMPLE SITE DESCRIPTION	DIAGNOSTICS				FIELDBOOK REFERENCE	REMARKS	LOCALITY	THIN SEC	PALY	CHEM ANAL				
TYPE	YEAR	NUMBER	SAMPLER	EAST	NORTH	METRES	Outcrop	Stratigraphic Unit	Rock type	propyl.	argill.	silicified	SULPHIDE	UNALTERED						
P 87	1501	RA	07233	93591	910	+	ERA							+	1511	Under 45m Waterfall	BAIANO (E)	✓	✓	✓
P 87	1601	RA	156	762	265	+	ERA								1604	massiv	TEWE (TOFU)			✓
P 87	1602	RA	156	762	265	+	ERA								1605	Ring Py	RAMAZON			✓
P 87	1603	RA	157	758	285	+	ERA							+	1606	Bi Craple pond	" ls			✓
P 87	1604	RA	152	757	290	+	ERA							+	1607	Rockslide big blocks	" ls			✓
P 87	1605	RA	163	747	345	+	ERA								1610	Flow over tufts 20/55-0/30	" ls			✓
P 87	1606	RA	158	761	315	+	ERA								1615	Lapilli, tuft 1108 Rd	" v.t.			✓
P 87	1701	RA	158	761	315	+	ERA								1615	And (20m)	" v.t.			✓
P 87	1702	RA	575	101	255	+	KLL							+	1703	Flaser limestone bitum. + foss	MERATA			✓
P 87	1703	RA	575	101	255	+	KLL							1	1703	N S. silt + dark lenses	" O.M.			✓
P 87	1704	RA	575	101	255	+	KLL							+	1703	fossils + Py	" "			✓
P 87	1705	RA	575	101	255	+	KVD							+	1703	Mt Pl. Crpex sp. gr. in	" "			✓
P 87	1706	RA	575	101	255	+	KLL								1703	Matern. Limestone	" "			✓
P 87	1707	RA	575	101	255	+	KLL							+	1703	Fragm. of L bitum + Py	" "			✓
P 87	1708	RA	583	096	410	+	KVA							+	1706	Pl. Crpex dissp	" ET			✓

PROJECT: GSPNG -BGR <u>Rock</u> SAMPLE SURVEY OF BOUGAINVILLE										TOPO SHEET: <u>KUNUA</u> SAMPLER: <u>RA PILLON 112</u>										ISAGUNA BOOK II									
SAMPLE NO			G R			ELEV	SAMPLE SITE DESCRIPTION			DIAGNOSTICS			FIELDBOOK REFERENCE	REMARKS	LOCALITY	THIN SEC			PALLY			CHEM ANAL.							
TYPE	YEAR	NUMBER	SAMPLER	EAST	NORTH	METRES	Quiver	Floot	Stratig.	Unit	Rock type	propyl.	argill.	adv. argill.	Silicified	SULPHIDE	UNALTERED												
P87	17	1708	RA	0753	393	096	355	+	KVB								1	1706		PILLON bi Comp				✓					
P87	17	1709	RA	585	097		370	+	KVB								+	1707		Contact 240/30				✓					
P87	17	1710	RA	587	098		545	+	KVB								+	1710		massiv. flow interval at Tuff				✓					
P87	17	1711	RA	588	104		703	+	KVC								+	1711		Chert				✓					
P87	18	1801	RA	455	353		630	+	NNA								+	1801		PLCpx Hb.				✓					
P87	18	1802	RA	455	353		630	+	NNA								+	1801		?oe				✓					
P87	18	1803	RA	455	353		630	+	NNB								+	1801		Lapillituff				✓					
P87	18	1804	RA	455	353		630	+	NNB								+	1801		red. congl. polymict br.				✓					
P87	18	1805	RA	455	353		630	+	NNA								+	1801		Angite				✓					
P87	18	1806	RA	455	353		630	+	NNA								+	1801		+ Fode fragm				✓					
P87	18	1807	RA	455	353		630	+	NNA								+	1801		260/10 PILLON				✓					
P87	18	1808	RA	455	353		630	+	NNA								+	1801		/And				✓					
P87	18	1809	RA	455	353		630	+	NNA								+	1801		Doeile				✓					
P87	18	1810	RA	455	353		630	+	NNA								+	1801		And				✓					
P87	18	1811	RA	455	353		630	+	NNA								+	1801		And + Bi				✓					

PROJECT: GSANG-BGR ROCKS SAMPLE SURVEY OF BOUGAINVILLE										TOPO SHEET: KUNUA SAMPLER: RAMTHAN				Book 2			
SAMPLE No		G R		ELEV		SAMPLE SITE DESCRIPTION		DIAGNOSTICS		FIELDBOOK REFERENCE		REMARKS		LOCALITY			
YEAR	NUMBER	SAMPLER		EAST		NORTH		METRES		Oxide float		Stratigraphic Unit		Rock type		Diag.	
P 8719	151	07	208	93	439	2430	+	15A									
P 8720	001	1	204	570	970	+	ERA										
P 8720	021	1	204	570	970	+	ERA										
P 8720	031	1	202	574	1000	+	ERA										
P 8720	041	1	196	592	7470	+	ERA										
P 8720	051	1	177	596	1730	+	ERA										
P 8720	061	1	173	603	1535	+	ERA										
P 8720	071	1	168	611	1370	+	ERA										
P 8720	081	1	168	611	1370	+	ERA										
P 8720	091	1	162	608	1425	+	ERA										
P 8720	101	1	159	599	1535	+	ERA										
P 8720	111	1	158	596	1655	+	ERA										
P 8720	121	1	151	595	1840	+	ERA										
P 8720	131	1	142	600	1700	+	ERA										
P 8720	141	1	142	600	1695	+	TOA										

CHEN AM
Paly
THIN SEC
15544
Other

Ku

Ku

Ku

Ku

Ku

Ku

Ku

Ku

Ku

Ku

Ku

Ku

Ku

Ku

Ku

Ku

Ku

no sample ref

PROJECT: GSPNG-BGR ROCK SAMPLE SURVEY OF BOUGAINVILLE										TOPO SHEET: KUNUA SAMPLER: RAINULTIAIN					Back 2				
SAMPLE NO			G R		ELEV	SAMPLE SITE DESCRIPTION			DIAGNOSTICS			FIELDBOOK REFERENCE	REMARKS	LOCALITY	THIN SEC			CHEM ANAL	
TYPE	YEAR	NUMBER	SAMPLER	EAST	NORTH	METRES	Outcrop	Stratig. Unit	Rock type	propyl.	argill.	silicified	SULPHIDE	UNALTERED				PALY	AS44
P 8770301		1	KA	1116	936	2315	20	+	ERH	x					2047	Hornfels Breccia	RAMAZON	✓	✓
P 8772011		1	KA	125	631	1400		+	ERA	✓					2048	PL Cpx Bi	"	✓	✓
P 8772012		2	KA	127	647	1200		+	ERD	-					2049	PL Cpx	"	✓	✓
P 8772013		3	KA	133	650	1190		+	ERB	+					2051	Green polymic breccia	"	✓	✓
P 8772014		4	KA	133	650	1180		+	ERA		+	+			2051	X	"	✓	✓
P 8772015		5	KA	132	654	1170		+	ERM				+		2052	fg. PL Cpx mic. di. s	"	✓	✓
P 8772016		6	KA	143	666	920		+	ERA				+		2053	PL Cpx mic. di. s	"	✓	✓
P 8772017		7	KA	143	667	910		+	ERD				+		2051	+ Chalc + Di. s	"	✓	✓
P 8772018		8	KA	143	667	910		+	ERD	+					2051	+ Chalc	"	✓	✓
P 8772019		9	KA	145	677	775		+	ERD				+		2051		"	✓	✓
P 8772020		10	KA	142	684	755		+	ERA				+		2058	PL + Chalc	"	✓	✓
P 8772021		11	KA	148	683	590		+	ERD				+		2058	Coarse Di. s + Chalc	"	✓	✓
P 8772022		12	KA	148	693	589		+	ERD				+		2058	V. Coars. Bi	"	✓	✓
P 8772023		13	KA	148	693	588		+	ERB	+					2058	Agglom/poly	"	✓	✓
P 8772024		14	KA	148	697	587		+	ERM	+			+		2058	dike micro d. s	"	✓	✓

121
122
123
124
125
126
127
128
129
130
131
132
133
134
135
136
137
138
139
140
141
142
143
144
145
146
147
148
149
150
151
152
153
154
155
156
157
158
159
160
161
162
163
164
165
166
167
168
169
170
171
172
173
174
175
176
177
178
179
180
181
182
183
184
185
186
187
188
189
190
191
192
193
194
195
196
197
198
199
200

PROJECT: GSPNG-BGR ROCKS SAMPLE TOPO SHEET: KUNUVA BOOK 2, 3
 SURVEY OF BOUGAINVILLE SAMPLER: KAPILLIAN

SAMPLE NO			G R		ELEV	SAMPLE SITE DESCRIPTION	DIAGNOSTICS				FIELDBOOK REFERENCE	REMARKS	LOCALITY	THIN SEC	PALY	CHEM ANAL																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
TYPE	YEAR	NUMBER	SAMPLER	EAST	NORTH	METRES	Outcrop	float	Stratig. Unit	Rock type	propyl.	argill.	adv. argill.	SILICIFIED	SULPHIDE	UNALTERED																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												

151 KU
155 KU
165 KU

1067-1070

100

165

PROJECT: GSPNG ROCK SAMPLE SURVEY OF BOUGAINVILLE										TOPO SHEET: KUNUR SAMPLER: RAMMIR										BOOK 3												
SAMPLE NO			G R			ELEV		SAMPLE SITE DESCRIPTION			ALTERATION DIAGNOSTICS					FIELDBOOK REFERENCE		REMARKS		LOCALITY		THIN SEC					CHEM ANAL		ASSAY		OTHER	
TYPE	YEAR	NUMBER	SAMPLER	EAST	NORTH	METRES	OUTCROP	FLOAT	STRATIGR	UNIT	ROCK TYPE	PROPYL.	ARGILL.	ADV ARG.	SILICIFIED	SULPHIDE	UNALTERED															
P 87	2109	R2	67164	93664	1210	+	FRD				FRD						+	2120	apite in dio		ERICS RIVER											
P 87	2110	R2	165	659	1300	+	ERA				ERA	+					+	2122	And in contact to hornfels													
P 87	2111	R2	166	652	1440	+	ERA				ERA						+	2124	vc. PL-Gpx per And = Hefu													
P 87	2112	R2	184	644	1465	+	ERA				ERA						+	2129	PL Gpx And		URUAI C.T											
P 87	2113	R2	185	647	1450	+	FRD				FRD						+	2130	Diorite over And 190/70													
P 87	2114	R2	201	653	1060	+	FRD				FRD	+						2135	diorite													
P 87	2115	R2	206	656	1020	+	FRD				FRD	+						2137	dio + ER + Mt + festin													
P 87	2116	R2	207	654	980	+	ERM				ERM						+	2140	dio + Mt													
P 87	2117	R2	211	656	960	+	ERM				ERM	+						2141	mic dio platy													
P 87	2118	R2	212	657	940	+	ERD				ERD						+	2142	X dio fine platy 130/15													
P 87	2119	R2	214	658	910	+	ERD				ERD	+					+	2143	dio + Gpx + dio 15													
P 87	2120	R2	214	646	900	+	FRD				FRD						+	2146	dio + block													
P 87	2121	R2	217	643	800	+	ERD				ERD	+					+	2149	X dio													
P 87	2122	R2	218	643	790	+	ERA				ERA						+	2151	PL And													
P 87	2123	R2	214	637	790	+	ERD				ERD						+	2156	dio + Gpx + Mt		URUAI											

166

170

175

180

PROJECT: GSPNG - ROCK SAMPLE TOPO SHEET: KUNUA
SURVEY OF BOUGAINVILLE SAMPLER: RATHLENAIR

SAMPLE NO			G R		ELEV	SAMPLE SITE DESCRIPTION				ALTERATION DIAGNOSTICS						FIELDBOOK REFERENCE	REMARKS	LOCALITY	THIN SEC				PALY	CHEM ANAL	ASSAY	OTHER
TYPE	YEAR	NUMBER	SAMPLER	EAST	NORTH	METRES	OUTCROP	FLOAT	STRATIGR	UNIT	ROCK TYPE	PROPYL	ARGILL	ADV ARGL	SILICIFIED	SULPHIDE	UNALTERED									
P 87	21	24	RA	07206	93628	860	+		ERD		ERD	+	+	+	+	+		2158	diorite + Ht + B	URUA1	✓			✓	+	+
P 87	21	25	RA	204	628	905	+		ERA		ERA	+	+	+	+	+		2159	X And	"				✓	+	+
P 87	21	26	RA	165	608	1520	+		ERA		ERA	+	+	+	+	+		2164	bleached Gossan	UPPER URUB1					+	+
P 87	21	27	RA	170	605	1540		+	ERA		ERA	+	+	+	+	+		2166	" PITS	"					+	+
P 87	21	28	RA	170	605	1540		+	ERA		ERA	+	+	+	+	+		2166	X And	"					+	+
P 87	21	29	RA	170	605	1540		+	ERA		ERA	+	+	+	+	+		2166	"	"					+	+
P 87	21	30	RA	164	609	1480	+		ERA		ERA	+	+	+	+	+		2168	bleached	" P3005					+	+
P 87	21	31	RA	164	609	1510	+		ERA		ERA	+	+	+	+	+		2168	grey + black +	"					+	+
P 87	21	32	RA	163	611	1490	+		ERD		ERD	+	+	+	+	+		2169	Bi diorite	"	✓		✓		+	+
P 87	21	33	RA	162	612	1490	+		ERA		ERA	+	+	+	+	+		2170	base replacement	"					+	+
P 87	21	34	RA	162	612	1490	+		ERA		ERA	+	+	+	+	+		2170	grey repl. SiO2	"					+	+
P 87	21	35	RA	162	612	1490	+		ERA		ERA	+	+	+	+	+		2170	grey repl. SiO2	"					+	+
P 87	21	36	RA	162	612	1490	+		ERL		ERL	+	+	+	+	+		2170	wh. Ht + grey SiO2	"					+	+
P 87	21	37	RA	162	612	1480	+		ERL		ERL	+	+	+	+	+		2170	white SiO2	"					+	+
P 87	21	38	RA	162	612	1480	+		ERL		ERL	+	+	+	+	+		2170	propyl alt.	"					+	+

181 KU

185

190

195

SAMPLE NO			G R			ELEV	SAMPLE SITE DESCRIPTION				ALTERATION DIAGNOSTICS					FIELDBOOK REFERENCE	REMARKS	LOCALITY				
TYPE	YEAR	NUMBER	SAMPLER		EAST	NORTH	METRES	OUTCROP	FLOAT	STRATIGR	UNIT	ROCK TYPE	PROPYL	ARGILL	ADV ARGL	SILICIFIED	SULPHIDE	UNALTERED	THIN SEC	PALY	CHEM ANAL	ASSAY
P 87	2081	RA	07	11	09	35	94	1440	+	ERB	+	ERB			+	+						+
P 87	2082	RA			11	0	59	4144	+	ERB	+	ERB		+	+	+						+
P 87	2083	RA			12	2	60	81500	+	ERB		ERB										+
P 87	2084	RA			12	2	60	81500	+	ERB		ERB										+
P 87	2085	RA			11	9	60	51495	+	ERA		ERA		+	+	+						+
P 87	2086	RA			11	9	60	51495	+	ERB		ERB		+	+	+						+
P 87	2087	RA			11	7	61	21580	+	ERB		ERB		+	+	+						+
P 87	2088	RA			11	7	61	31620	+	ERB		ERB		+	+	+						+
P 87	2089	RA			11	6	61	41650	+	ERA		ERA					+					+
P 87	2090	RA			12	7	60	61600	+	ERA		ERA		+								+
P 87	2091	RA			12	7	60	61600	+	ERA		ERA		+		+						+
P 87	1403	RA			23	5	66	2665	+	KL		KL			+	+						+
P 87	2144	RA			14	1	64	71600	+	ERC		ERC										+
P 87	2145	RA			16	8	65	01520	+	ERB		ERB										+
P 87	2146	RA			17	2	64	61610	+	ERA		ERA										+

211 KU

215 KU

219 KU

220 KU

225 KU

PROJECT: GSPNG - BGR Rock SAMPLE TOPO SHEET: WAKUNA 16
 SURVEY OF BOUGAINVILLE SAMPLER: RAHILANAR

YEAR	TYPE	SAMPLE NO		G R		ELEV	SAMPLE SITE DESCRIPTION		ALIGATION DIAGNOSTICS				FIELDBOOK REFERENCE	REMARKS	LOCALITY				
		NUMBER	SAMPLER	EAST	NORTH	METRES	Overcrop	Stratig. Unit	Rock type	propyl. argill.	Silicified	SULPHIDE	UNALTERED			THIN Sec	PALY	CHEM ANAL.	OTHER
P 8	W	608	RA	0222993	4512150	+	RA	RA	RA				+	614	Red River S	✓			
P 8	W	608	RA	228	4512150	+	RA	RA	RA				+	614	"	✓			
P 8	W	610	RA	228	4522150	+	RA	RA	RA				+	613	"	✓			
P 8	W	611	RA	228	4522150	+	RA	RA	RA				+	613	"	✓			
P 8	W	612	RA	233	4502050	+	RA	RA	RA				+	615	"	✓			
P 8	W	613	RA	233	4502050	+	RA	RA	RA				+	615	"	✓			
P 8	W	614	RA	230	4502025	+	RA	RA	RA	++				612	Reference piece Replacement	✓			
P 8	W	2067	RA	161	721	460	+	RA	RA				+	2070	KUEPO	✓			W/hv
P 8	W	2068	RA	161	721	460	+	RA	RA				+	2070	"	✓			W/hv
P 8	W	2069	RA	161	721	460	+	RA	RA				+	2070	"	✓			W/hv
P 8	W	2070	RA	161	721	460	+	RA	RA				+	2070	"	✓			W/hv
P 8	W	1003	RA	361	432	200	+	KL	KL					1002	URUAVI	✓			
P 8	W	1004	RA	363	437	210	+	KL	KL					1002	"	✓			
P 8	W	1005	RA	363	438	215	+	KL	KL					1002	"	✓			
P 8	W	1006	RA	386	453	120	+	KVA	KVA				+	1003	very fine gr.	✓			W/hv

226 W

230 W

235 W

240 W

PROJECT: GONG STREAM SEDIMENT SAMPLE
 SITE: SOUTHERN OF BOUGAINVILLE
 TOPO SHEET: WAKUMAI
 SAMPLER: RAMMLER

SAMPLE NO			ELEV			COORDINATE			ALTERATION DIAGNOSTICS							FIELDBOOK REFERENCE				REMARKS		LOCALITY		THIN SEC				CHEM ANAL		ASSAY		OTHER																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
TYPE	YEAR	NUMBER	SAMPLER			EAST			NORTH			METRES			OUTCROP	FLAT	STRATIGR	UNIT	ROCK TYPE	PROPYL	ARGILL	ADV ARGL	SILICIFIED	SULPHIDE	UNALTERED																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															

241 W
 245 W
 250 W
 255 W

PROJECT: GSPNG STREAM SEDIMENT SAMPLE
SURVEY OF BOUGAINVILLE

TOPO SHEET: WAKUNAI
SAMPLER: RAMMLHAIR

(18)

SAMPLE NO			G R			ELEV	SAMPLE SITE DESCRIPTION				ALTERATION DIAGNOSTICS				FIELDBOOK REFERENCE				REMARKS	LOCALITY																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
TYPE	YEAR	NUMBER	SAMPLER			EAST		NORTH		METRES		OUTCROP	FLOAT	STRATIGR	UNIT	ROCK TYPE	PROPYL	ARGILL	ADV ARGL	SILICIFIED	SULPHIDE	UNALTERED																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					

256

W

260

W

265

W

270

W

Anhang: Abbildungen

Geographischer Überblick

Geographische Orientierung der Arbeitsgebiete

Verteilung der Arbeitsgebiete

1 Streckeisendoppeldreieck (junge Vulkanite, Kieta Vulkanite)

2 Vulkanite: $K_2O - SiO_2$ (Gew.%)

3a-c Vulkanite: a) SiO_2 -, b) FeO^* -, c) $TiO_2 - FeO^*/MgO$ (Gew.%)

4 Vulkanite: $Na_2O + K_2O - FeO^* - MgO$

5 Vulkanite: $K_2O - TiO_2 - P_2O_5$

6 Vulkanite: $Na_2O - K_2O - CaO$

7 Vulkanite: $TiO_2 - Zr$ (Gew.% - ppm)

8 Vulkanite: $Zr - Ti/100 - 3Y$

9 Vulkanite: $Zr - Ti/100 - Sr/2$

10 Plutonite: $Na_2O - K_2O - CaO$

11 Streckeisendoppeldreieck (junge Plutonite, Kieta-Intrusionen)

12a-c Magmatite: $Na_2O + K_2O - SiO_2$ (Lokalität)

1 Stratigraphie im Bereich um Atamo

2 Luftbildinterpretation: Talkessel von Atamo

3 Profil "side line" Nordteil

1 Luftbildinterpretation: Mt. Balbi SW-Flanke

2 Lineamentkarte: Balbi E-Seite mit Rundstrukturen

3 Bruchtektonik: Balbi S-Seite und Uruavi

4 Idealisierte Stratigraphie: Balbi - Uruavi

1.1 Luftbildinterpretation: Oberer rechter Uruai

1.2 Rutschblock: Oberer rechter Uruai

1.3 Geophysikprofile: Oberer rechter Uruai

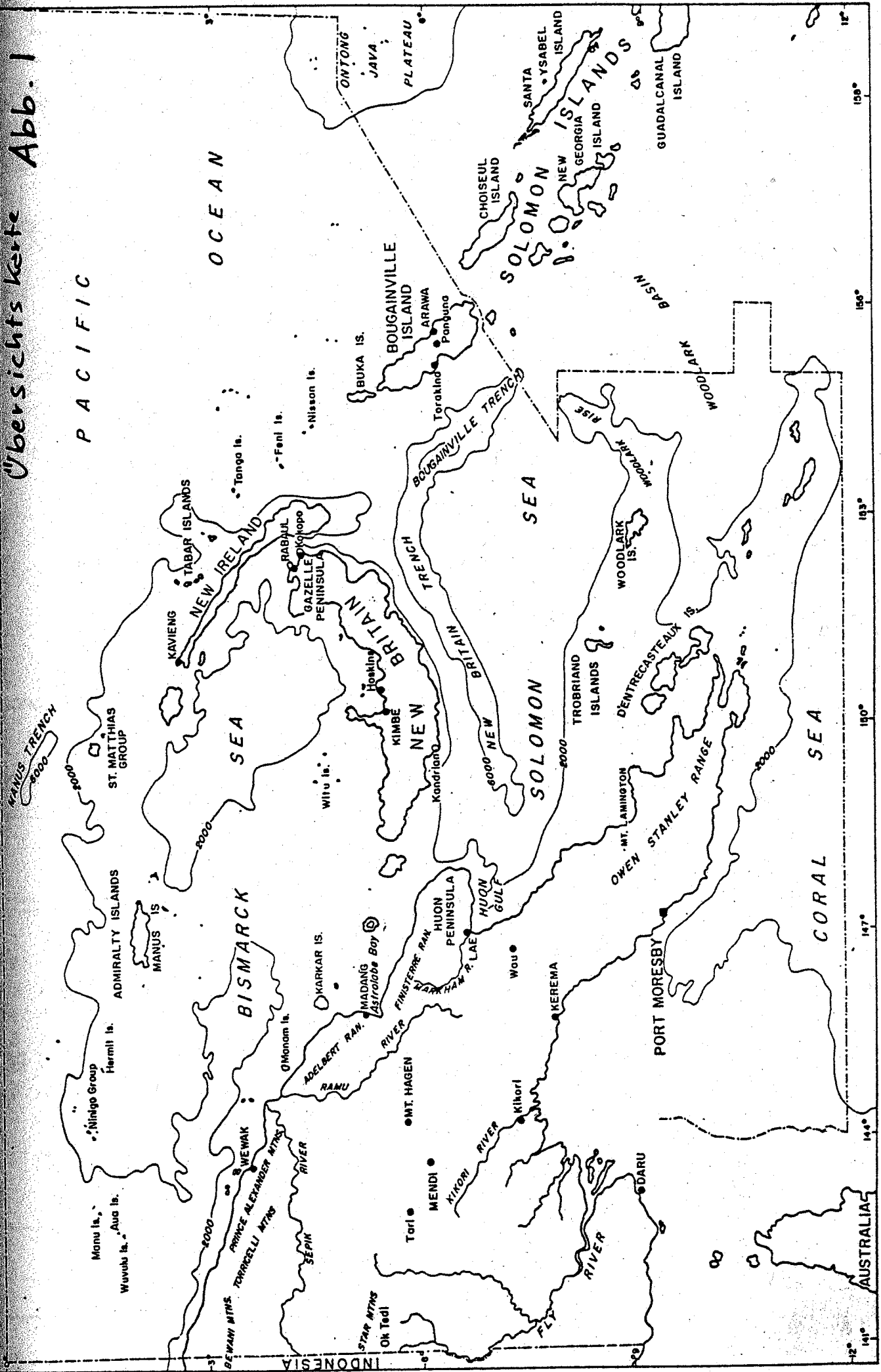
1.4 Alterationskarte: Oberer rechter Uruai

2.1 Luftbildinterpretation: Uruai - Ramazon (Intrusionen, Kuepo)

2.2 Modell der Calderabildung: Kuepo - Eric's River

3.1 "Bulk Stream Sediment" Karte, N-Bougainville

Übersichts karte Abb. 1





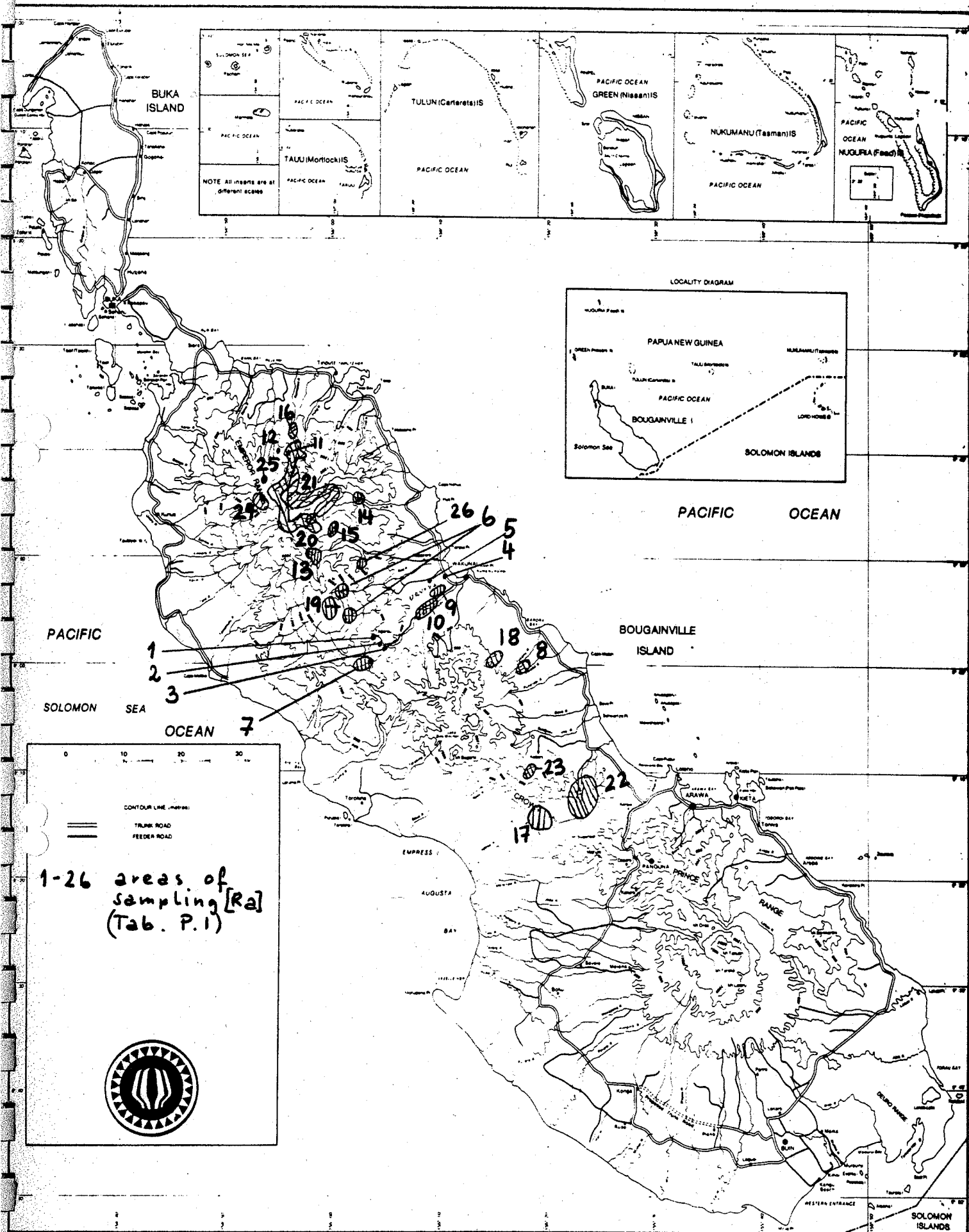
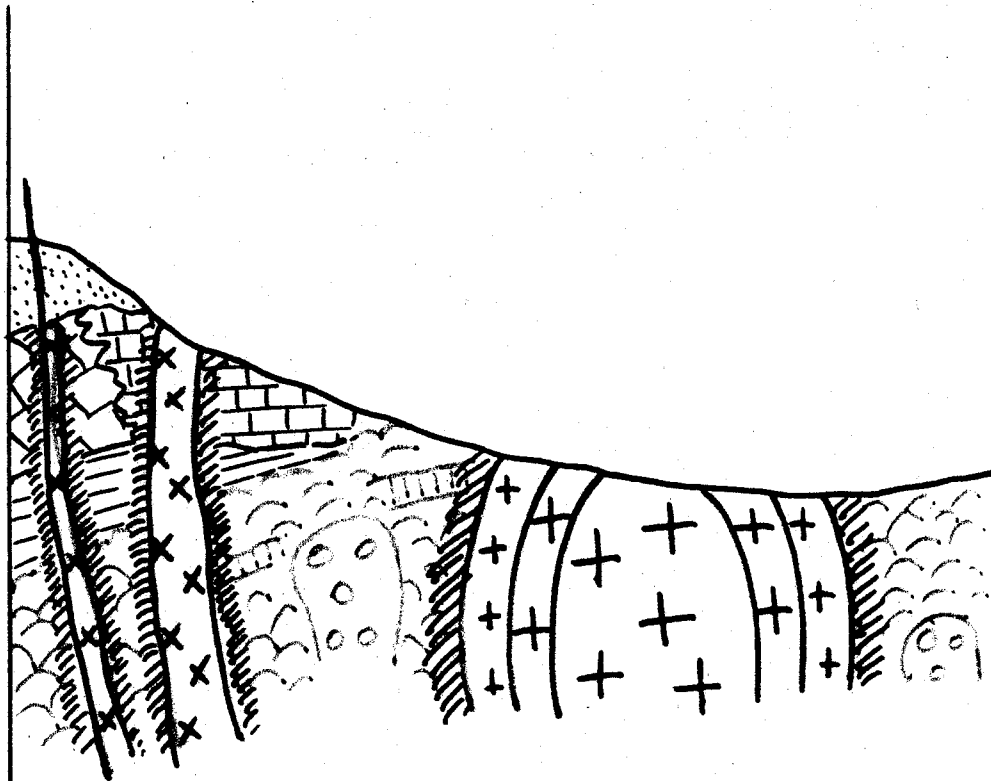


Abb. A.1

Stratigraphy of the Atamo area



KEY



AGGLOMERATE & TUFF

HORNFELS

Q+Z-PL-PORPHYRY

MICRODIORITE

LATE

INTRUSIVES

LAGUNAL LIMESTONE

REEFAL LIMESTONE

KERIAKA

LIMESTONE

TUFF

PILLOW LAVAS + FLOWS

INTRUSIVE DIORITE/GABBRO

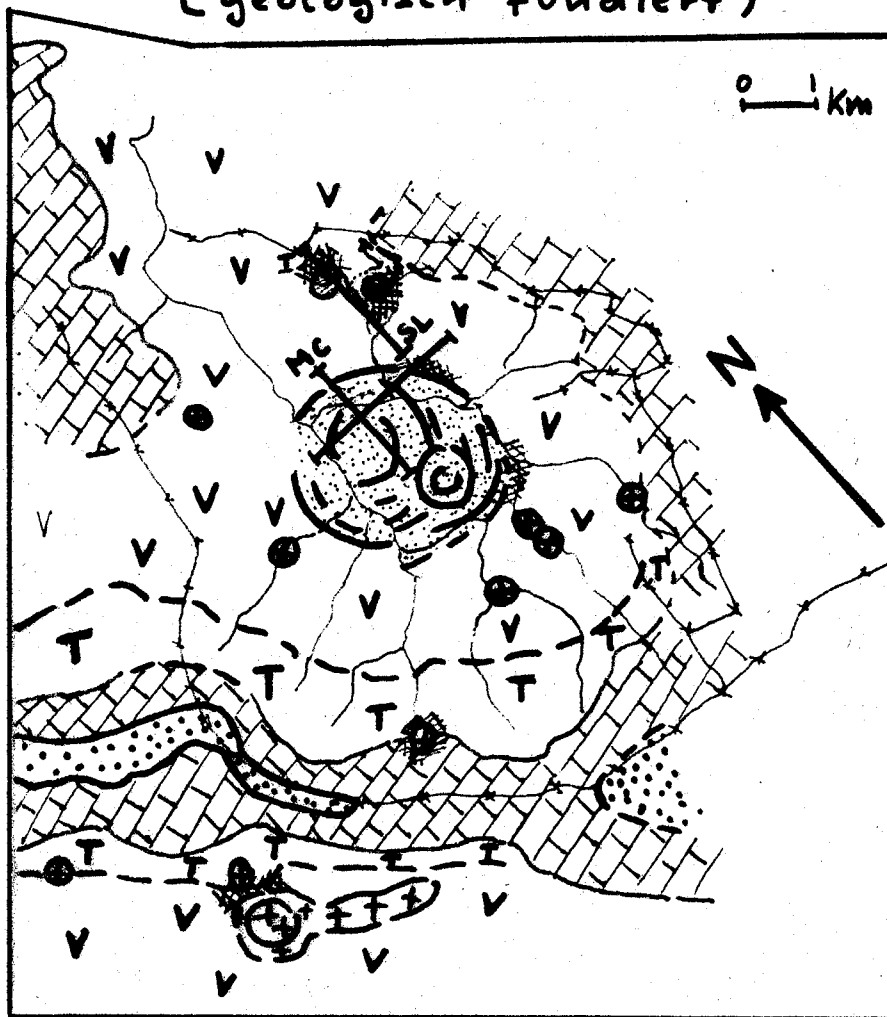
KIETA

VOLCANICS

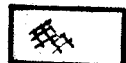
RING FRACTURE

Abb. A.2

Luftbildinterpretation Atamo (geologisch fundiert)



Agglomerate



Hornfels



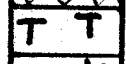
Microdiorite



Quartz-plagioclase porphyric
intrusion



Keriaka Limestone



Kieta Tuffs



Kieta Pillows



Geophysik profile

MC = Main Cross

SL = Side Line



River



Ridge

Geophysik profile "side Line"-N

Abb. A.3

Proben:

77 D 6 PL-Cpx-OM-porph, oph. Gef. f.k.
 78 D 6, 80 D 6 PL-Grx-OM-porph, oph. Gef. g.k.
 79 D 6 Hornfels

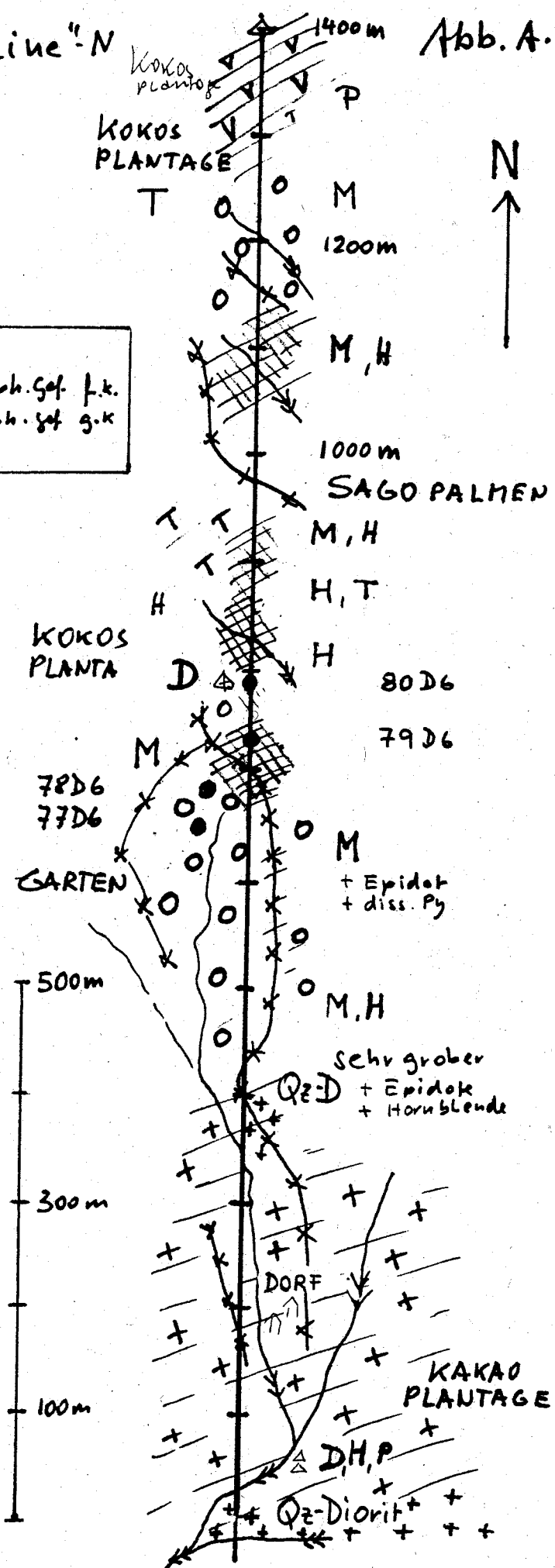
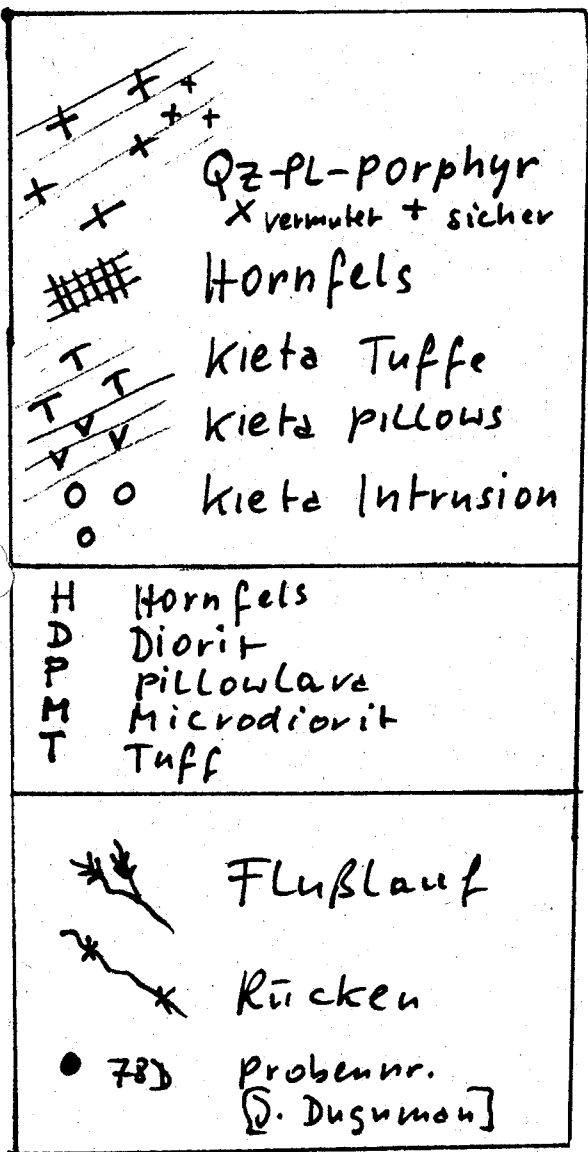
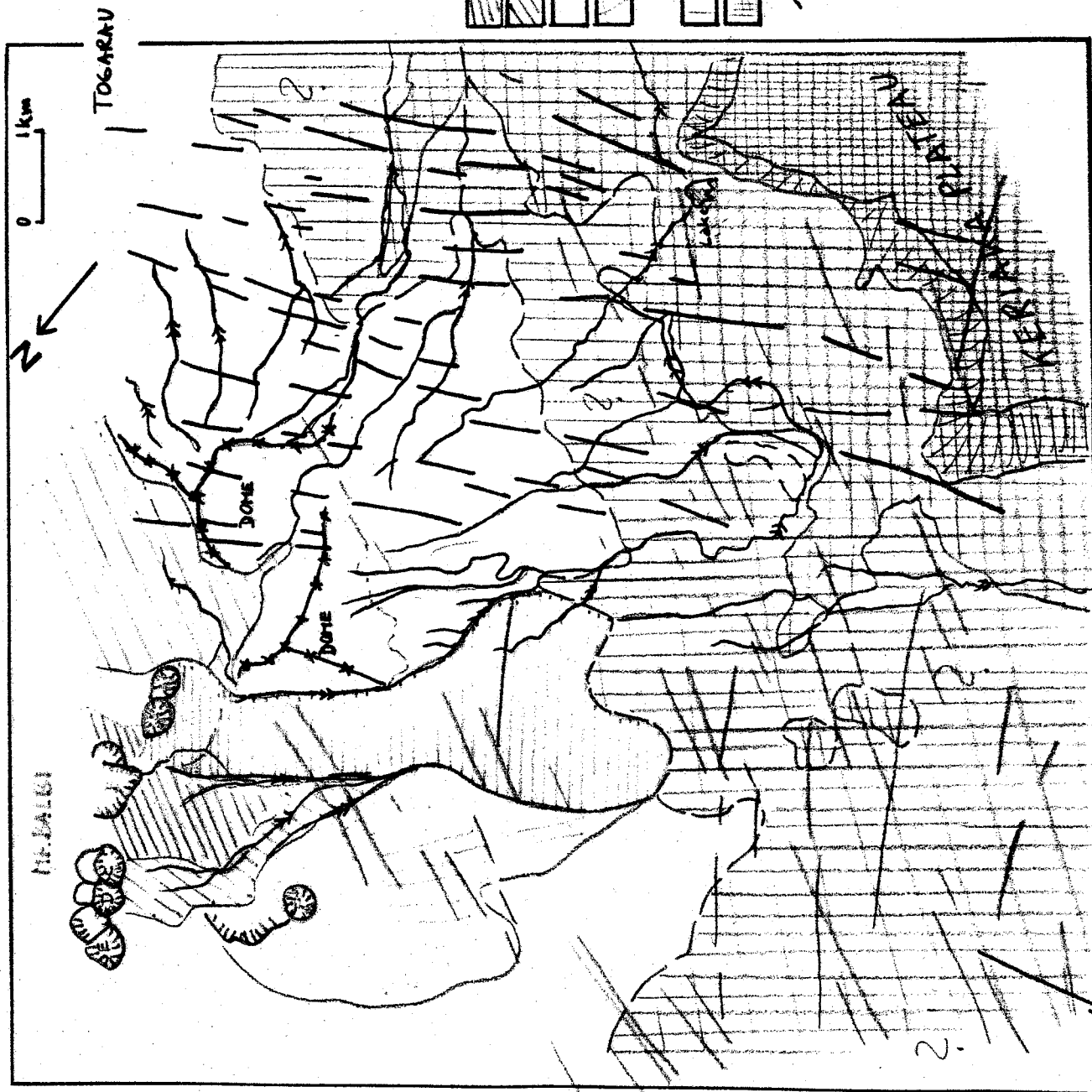


Abb.B.1 FOTC INTERPRETATION Mt. BA SW-SIDE

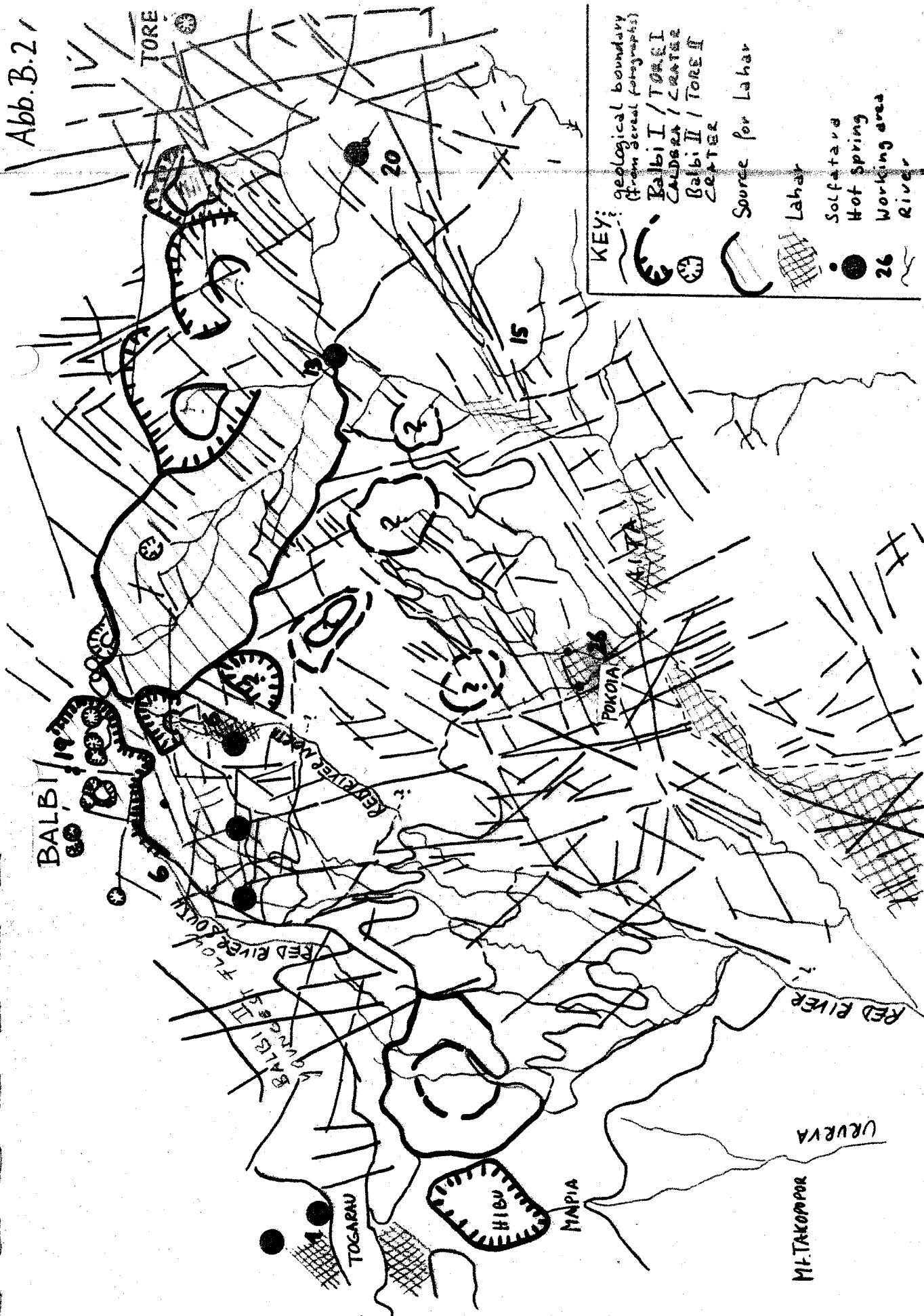
Side Looking
Aerial Photographs
(3-17 116) (1 V 10)(2)
(1 V 11)(2)
(1 V 12)(2)



Key:

- Sulfate coating
- youngest flows
- Ash, Agglomerate, flow
- Kerika Limestone
- under ash cover
- Kerika Limestone
- laguna facies
- reefal facies
- Ash cone (F)
- Crater
- A-F Blake & Mietzitis, 1962
- Ridge
- River

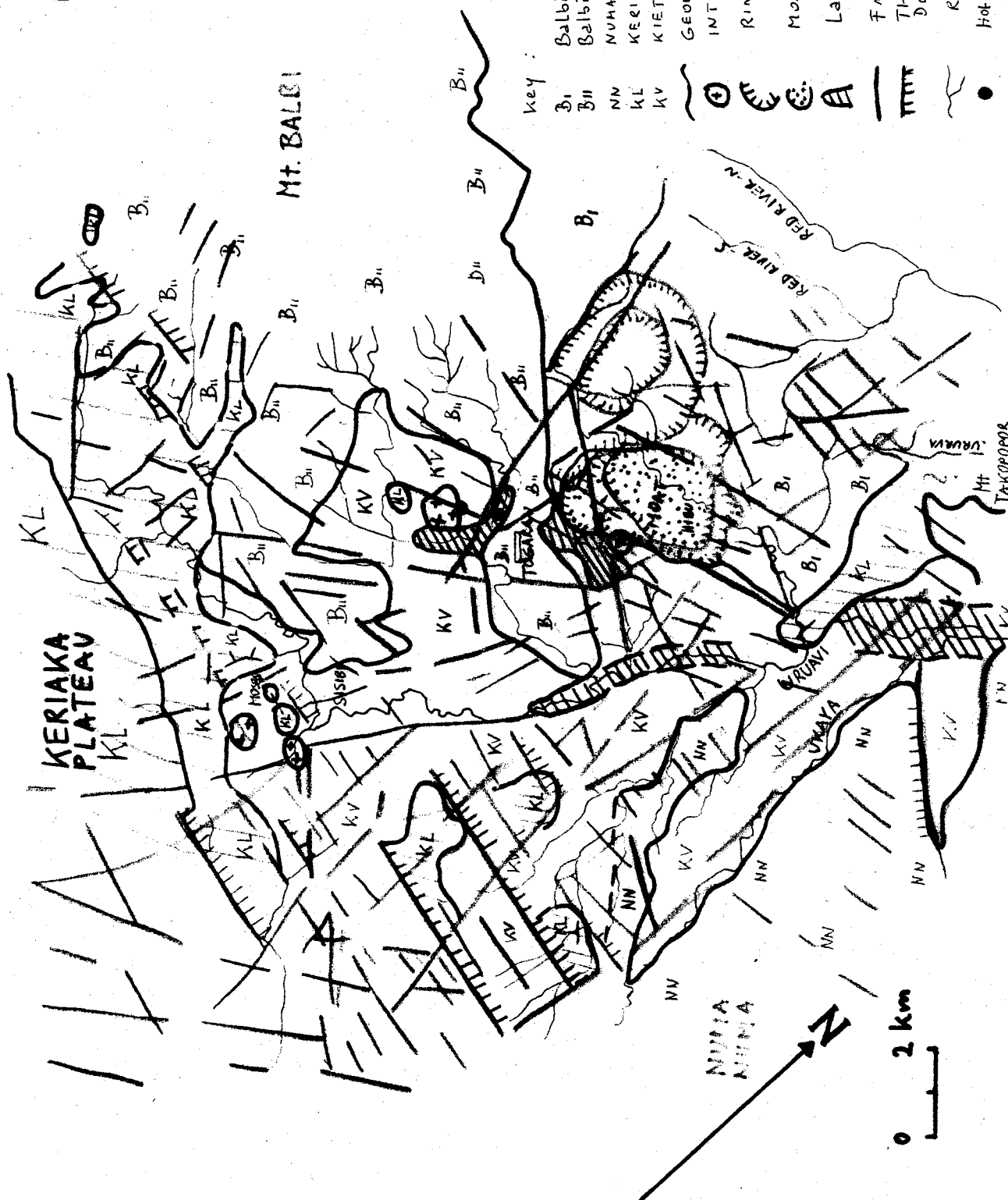
Abb.B.21



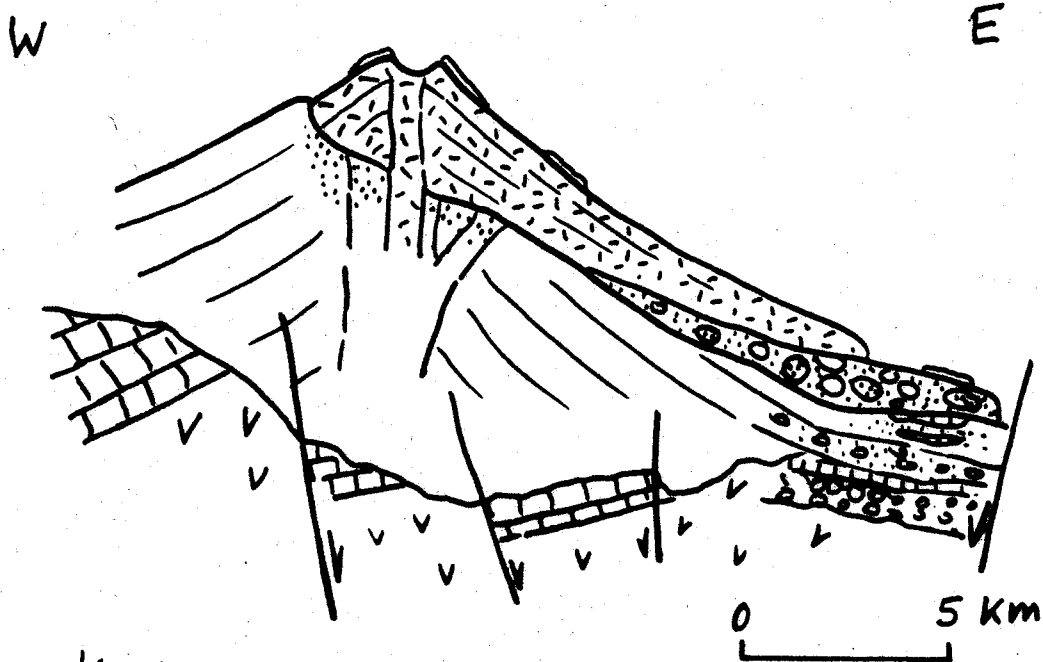
KEY:

- geological boundary (from aerial photographs)
- Balbi I / TORE I
- CALDERA / LAKE
- Balbi II / TORE II
- CENTER
- Source for Lahar
- Lahar
- Solfatara
- Hot Spring
- Working area
- River

Mount Balbi S-Seite
[BRUCHTEKTONIK]



Idealized stratigraphic section (Mt. Balbi - Urnari river)



Key:



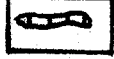
Billy Mitchell ash



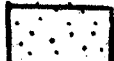
Balbi II volcanics



Balbi I Lahar (altered fragments)



Pliocene carbonate/tuff intercalation



Balbi I alteration



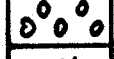
Balbi I Lahar (fresh fragments)



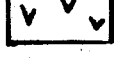
Balbi I volcanics



Keriaka Limestone



Kieta (volcanic beach conglomerate)



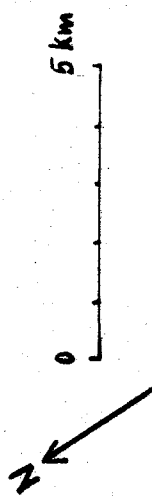
Kieta volcanics



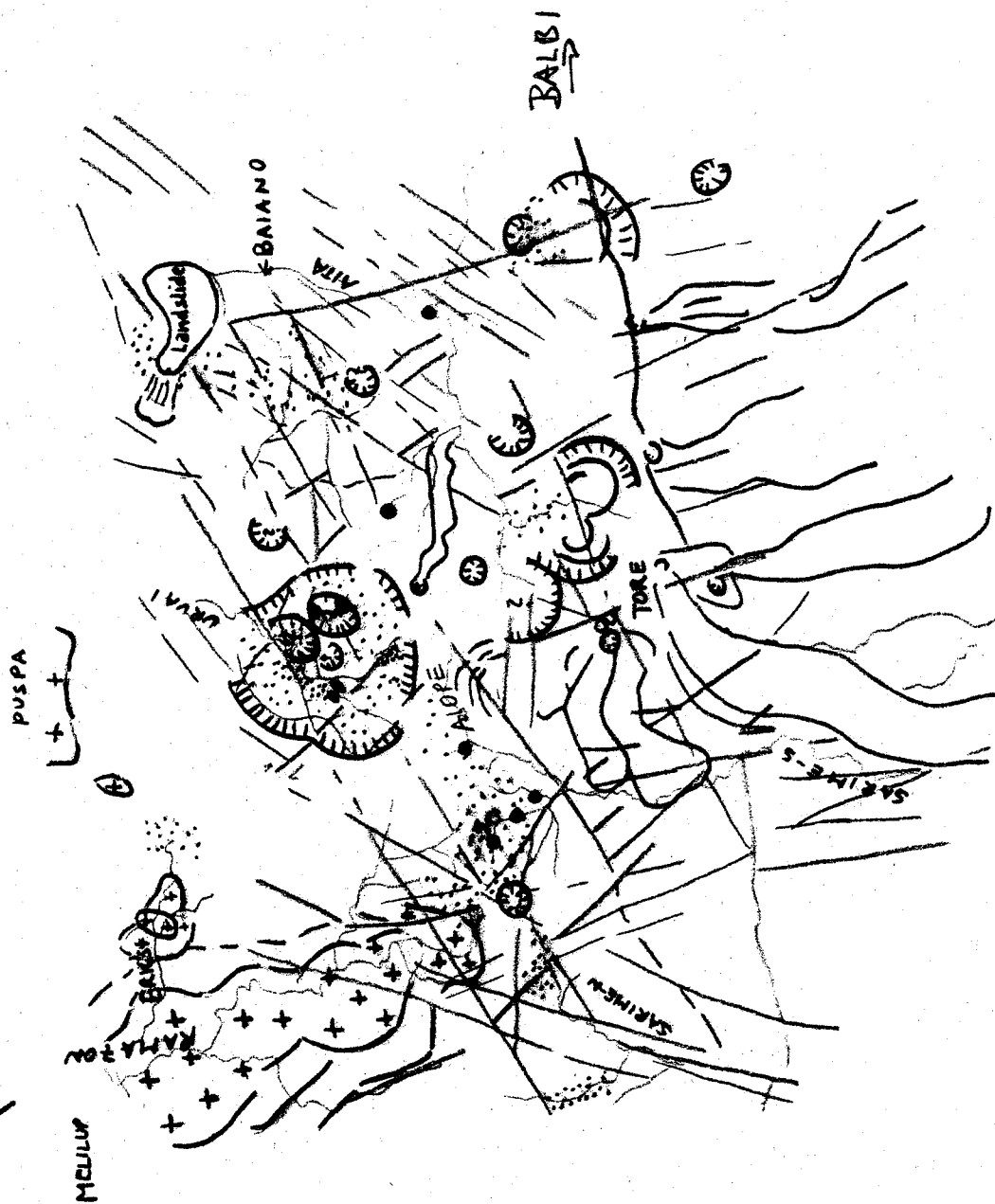
Thrust

Abb. E.1.1

Luftbildinterpretation
[Raum: Aita, Aiopo, Savime,
oberer Uruzi, oberer Ramazon]

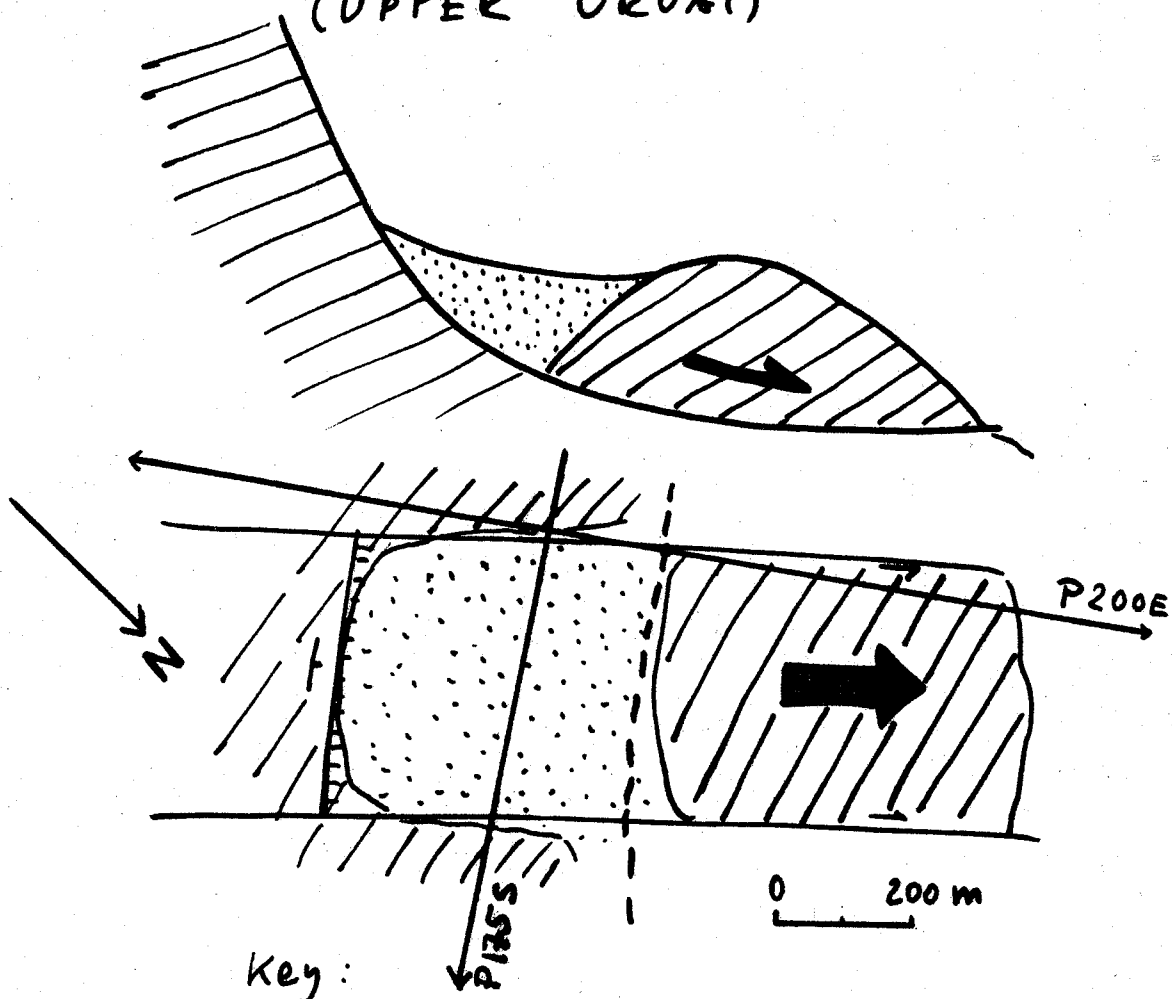


- ALTERATION
- CRATER/
CALDERA
- FLOW
- INTRUSION
- FAULTS
- RIVERS
- HOT SPRING









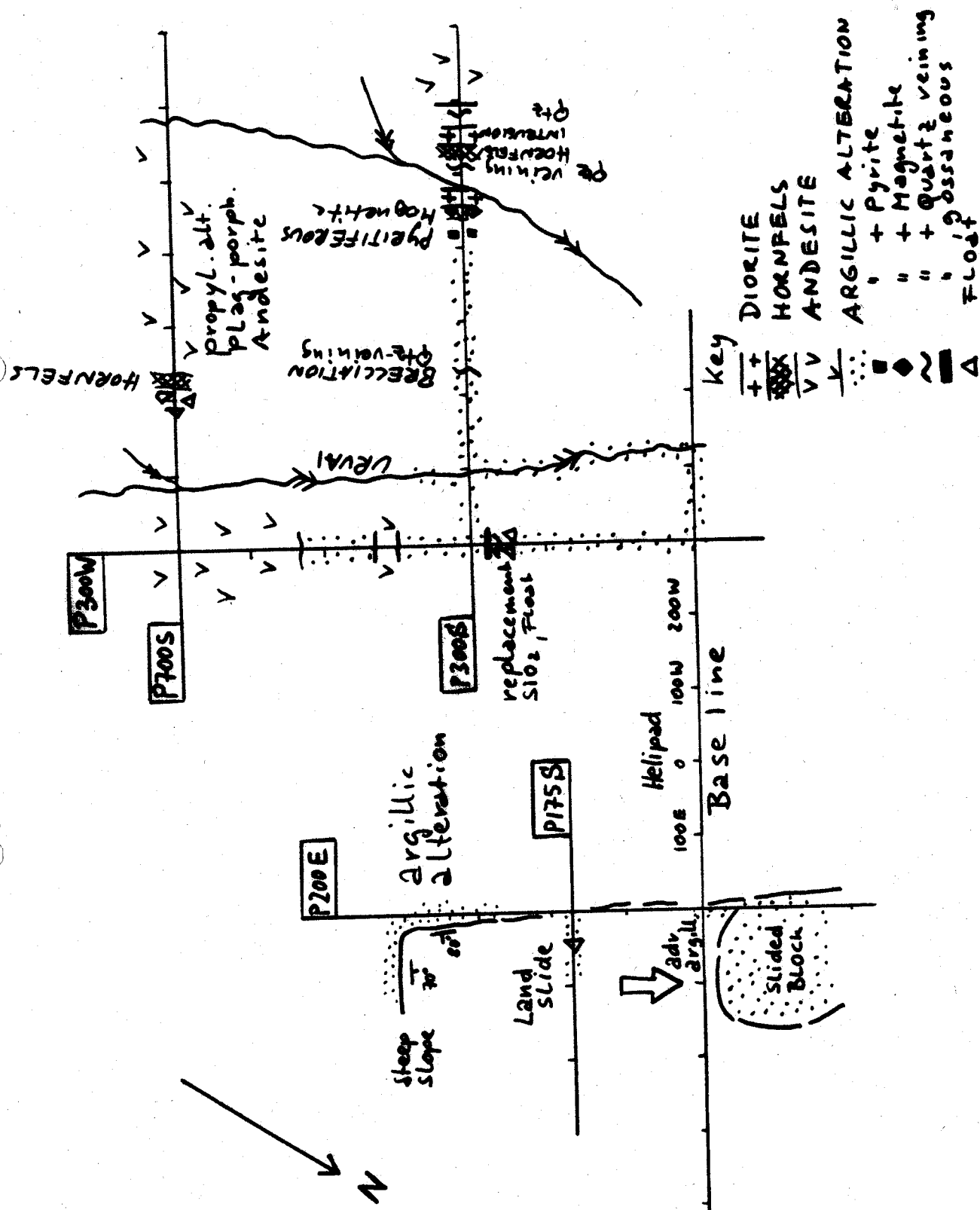
ROCK SLIDE (UPPER URVAI)

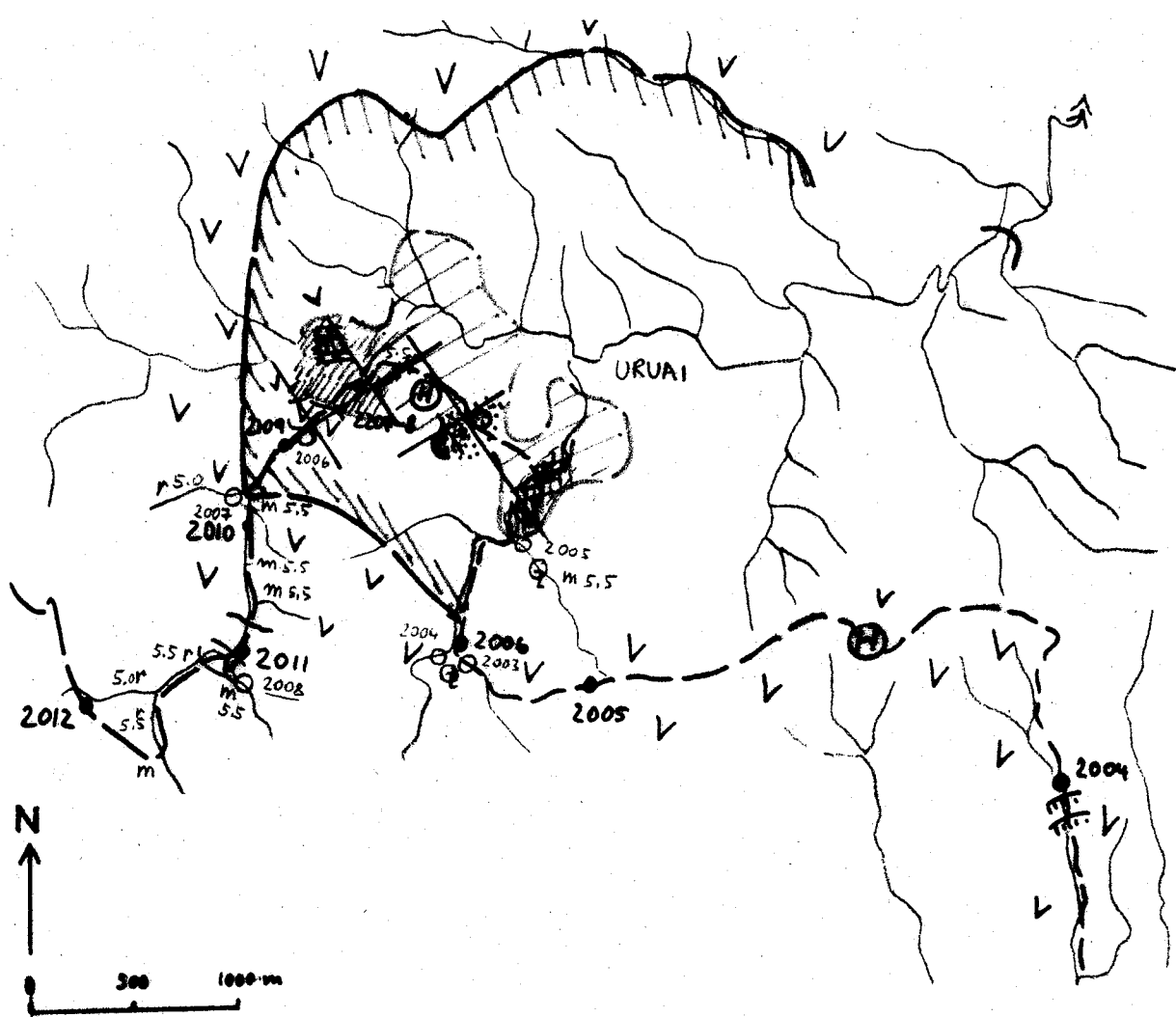
Abb.E.1.2



Key:

-  argillic alteration
-  high water content
-  fault
-  listric plane
-  geophysical profile
-  road





key :



Areas of alteration from
photo interpretation
(propylitic and argillic)



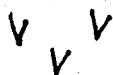
Argillic alteration



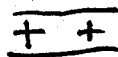
Intensive argillic alteration



Silicic alteration



Andesite (fresh + propylitic)



Diorite dike



Geophysical profile from E.1.3



Road of investigation



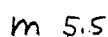
Rock sample



Stream sediment sample



Hot spring activity



Milky river with pH



Clear water, rocks are red (coated)



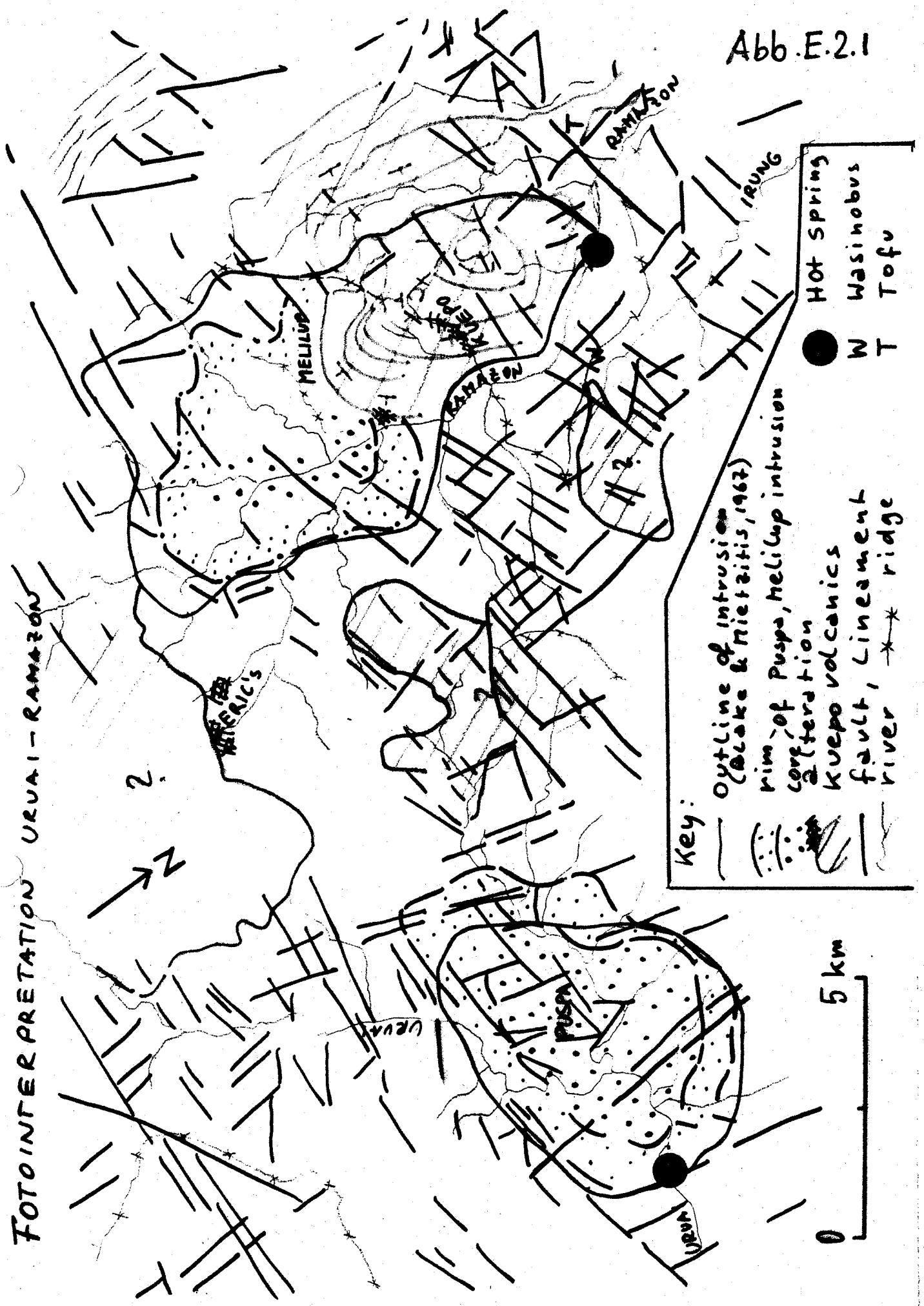
Helipad



River

FOTOINTERPRETATION URVAI - RAMAZON

Abb.E.2.1



Key:

Outline of intrusion
(Blake & Nietzitis, 1967)

rim of Puspa, Meliup intrusion

core of Puspa, Meliup intrusion

alteration

Kuepo volcanics

fault, lineament

river

ridge

Hot Spring

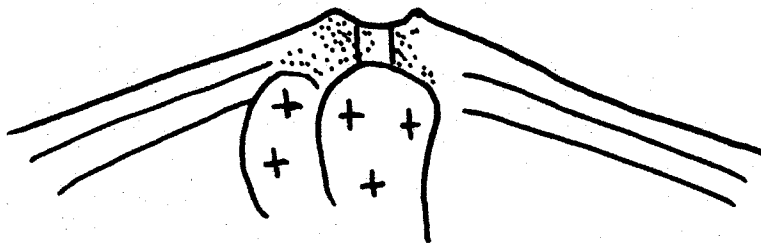
Wasinobus

Tofu

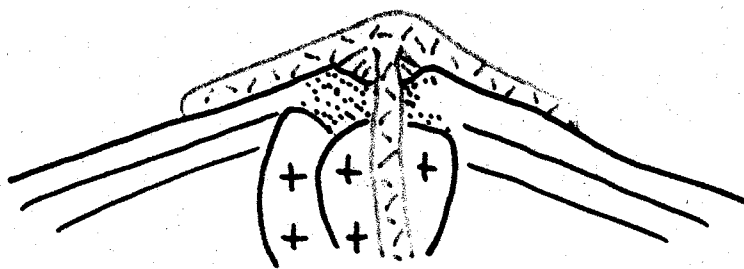
5 km

Caldera formation [Kuepo - Eric's River]

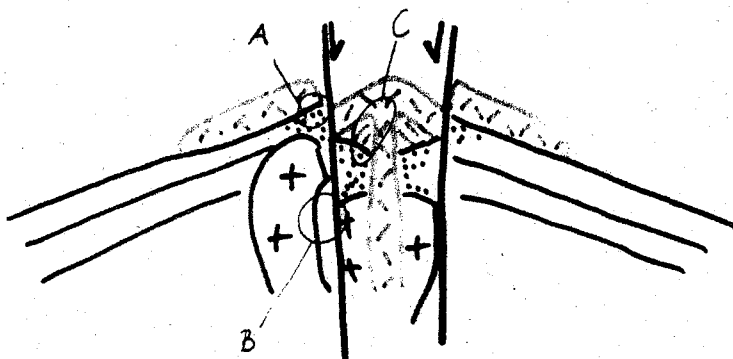
Abb. E.2.2



KUEPO I
> .95 Ma



KUEPO II
= .954 Ma



CALDERA -
FORMATION

0 5 km

- A ERIC'S RIVER
- B UPPER RAMAZON
- C KUEPO

Key:

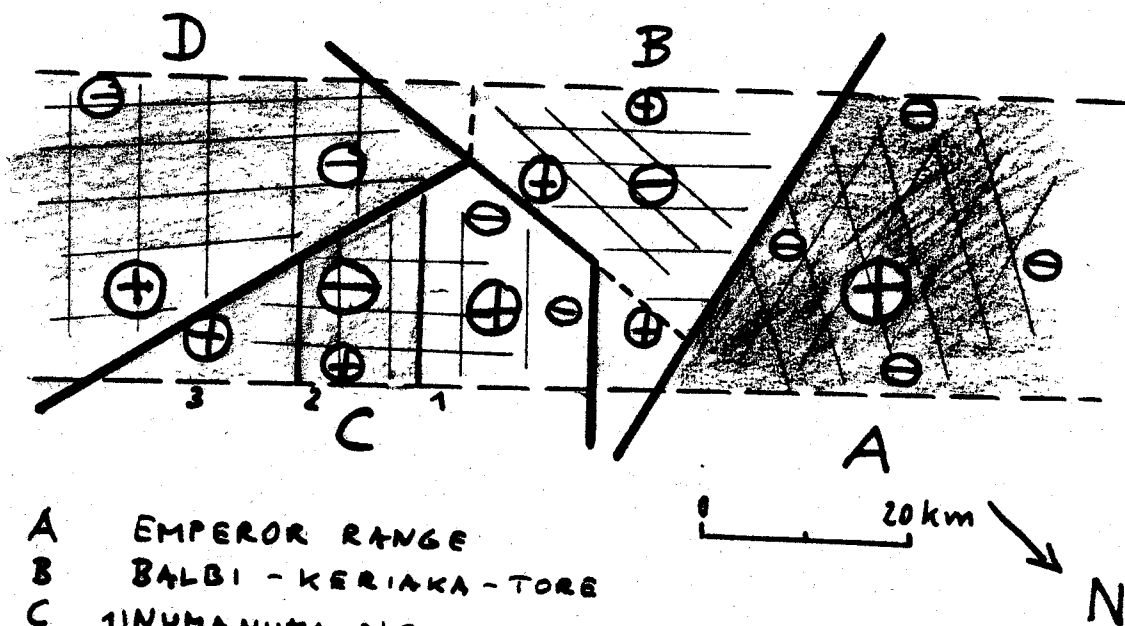
youngest flow
alteration
older flows
intrusion

fault



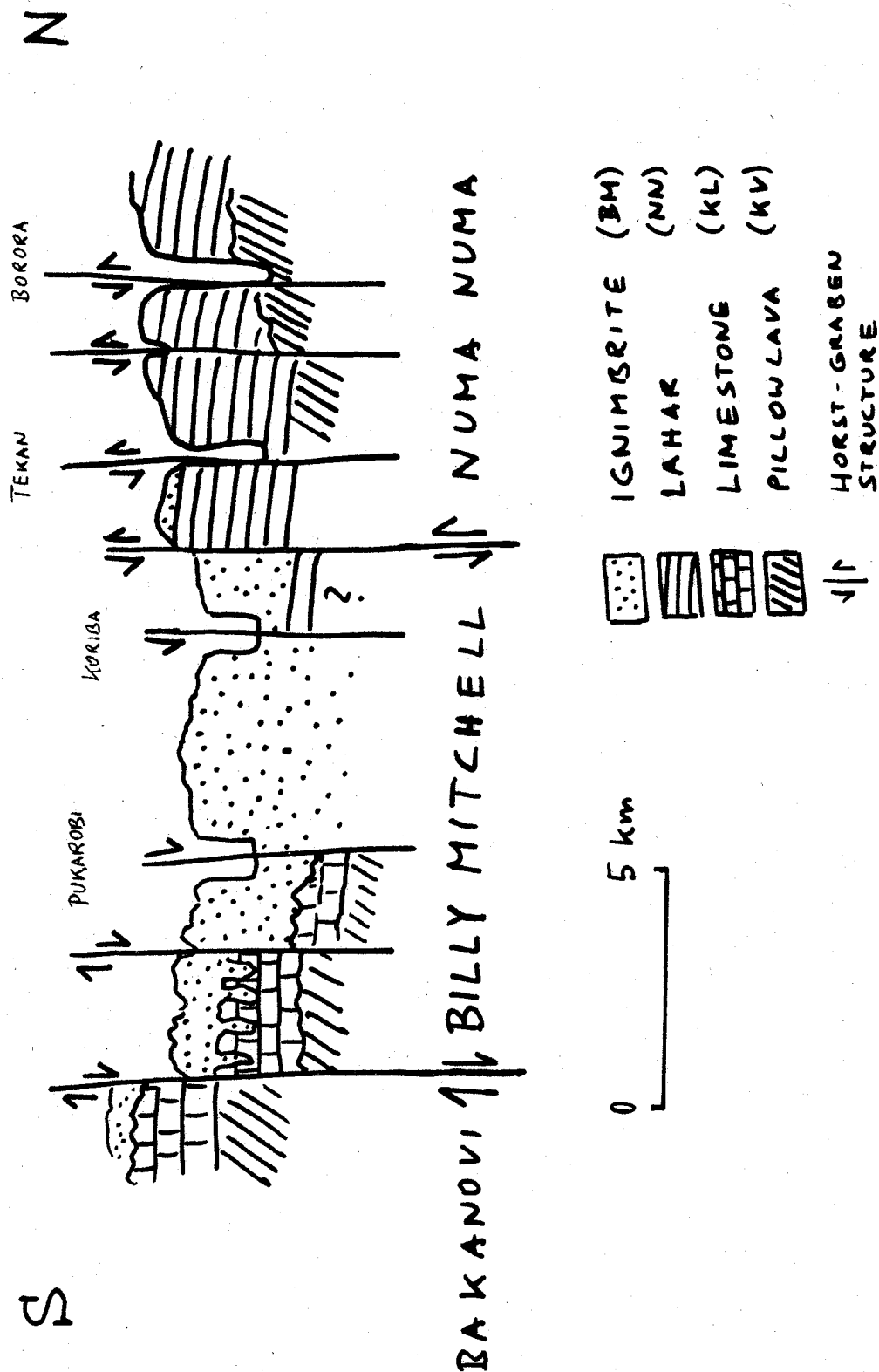
BLOCK FORMATION (Central & northern Bougainville)

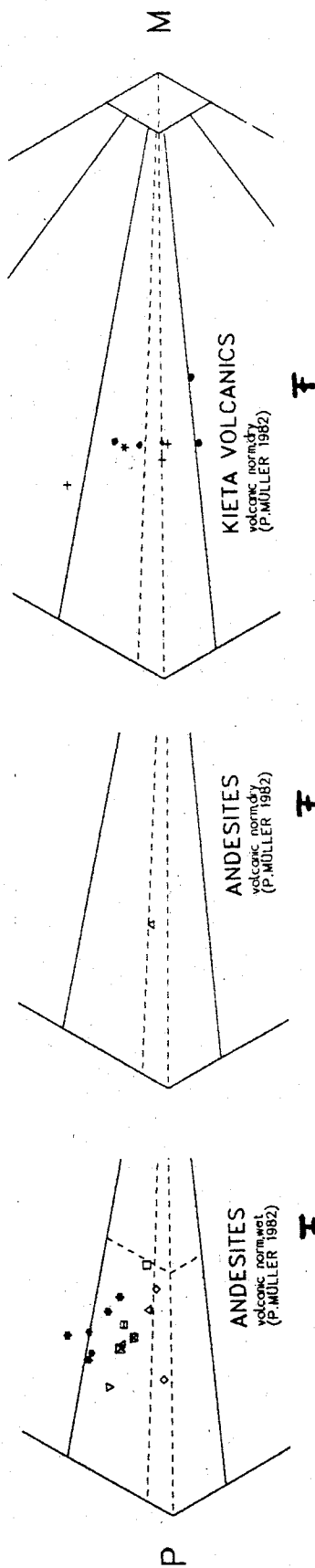
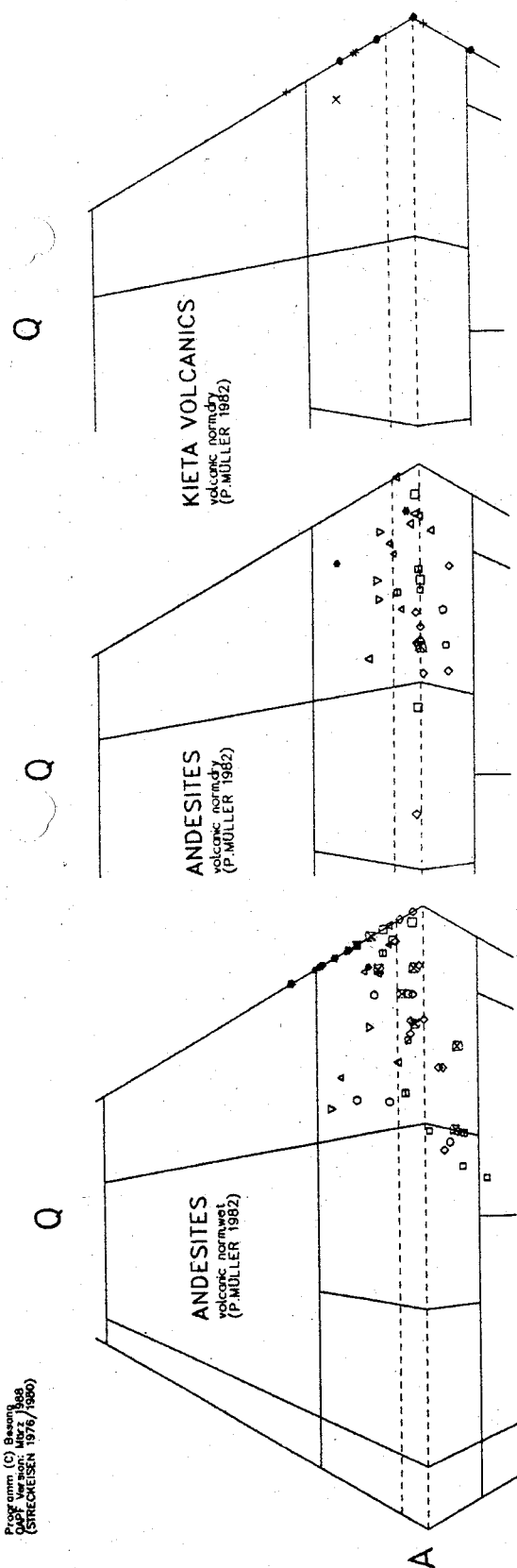
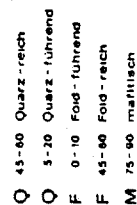
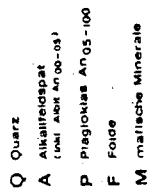
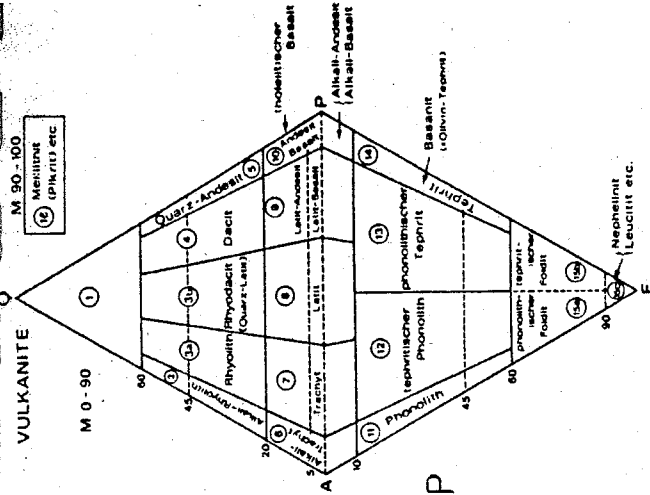
Abb. T.1



- A EMEROR RANGE
- B BALBI - KERIACA - TORE
- C 1) NUMANUMA 2) BILLY MITCHELL 3) BAKANNOVI
- D BAGANA - KARATO - ATAMO
- ⊖ SUBSIDENCE (relative)
- ⊕ UPLIFT (relative)
- # FAULT systems
- major shear zones
- end block boundaries

Horst - graben tectonics of Block C Abb. T.2 (Numa Numa - Billy Mitchell - Bakanovi)





Legende:
LOKALITÄT
Streckeisen doppeldreieck (junge Vulkanite, Kieta-Vulkanite)

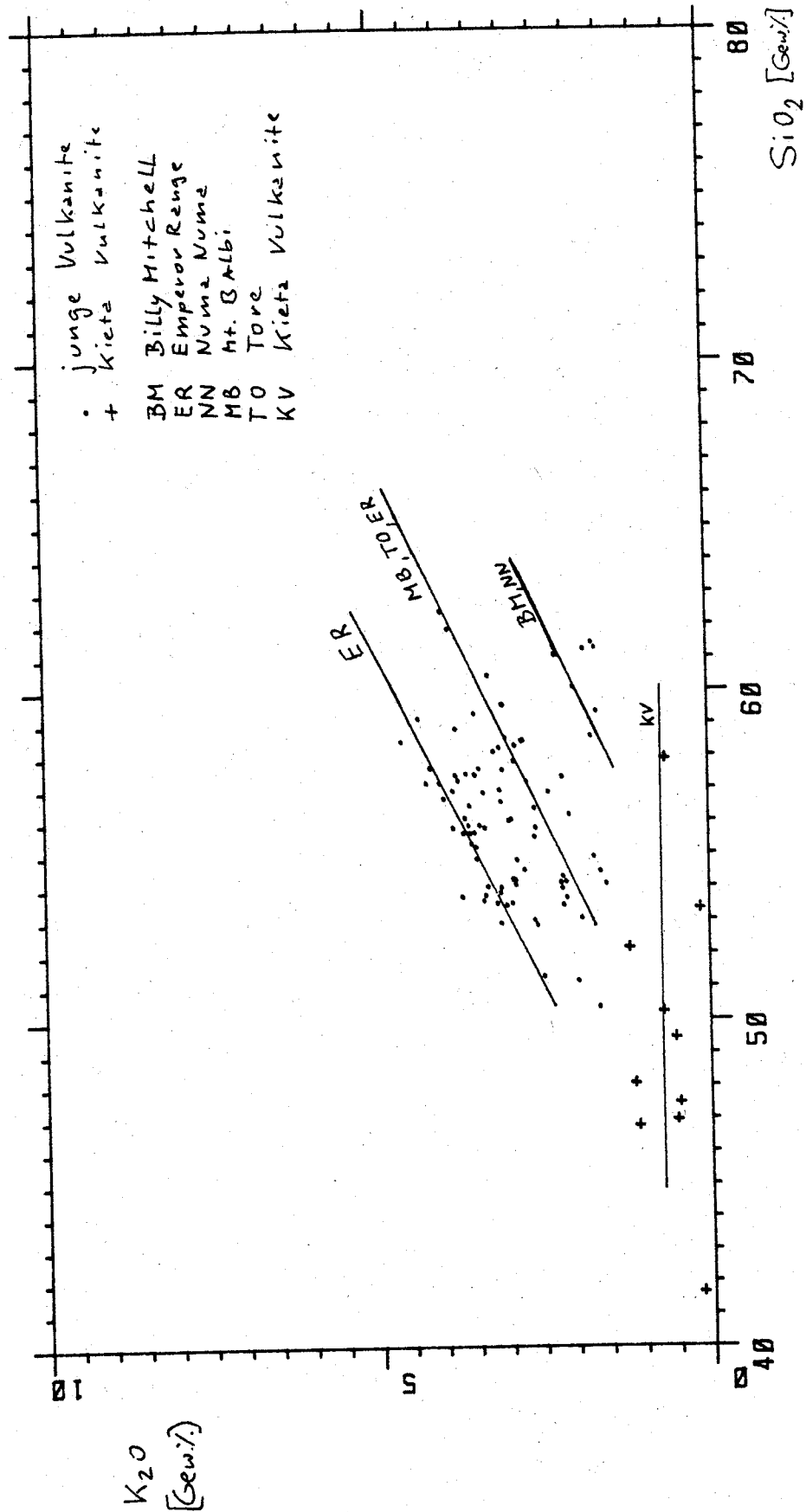
★	Billy Mitchell
★	Numa Numa
▽	Balbi I
△	Balbi II
△	Tore
	Emperor Range

Empire of Kongo
Baiano-W, oberer rechter Uruai, Aiope
Baiano-E, Pupa
Sarime, oberer Ramazon, Daniu Plateau
Mittlerer Ramazon
Ramazon bei Melilup
Epic's River, oberer linker Uruai
Kuepo, Tewe, Tofu, Ramazon bei Iofu
Iruko, Masinobus, Uruai

Kieta Vulkanite
+ Atamo
X Kopani
* Karato
• Korora, Un

Abb. Ch. 1

Vulkanite: K₂O - SiO₂ (Gew.%)



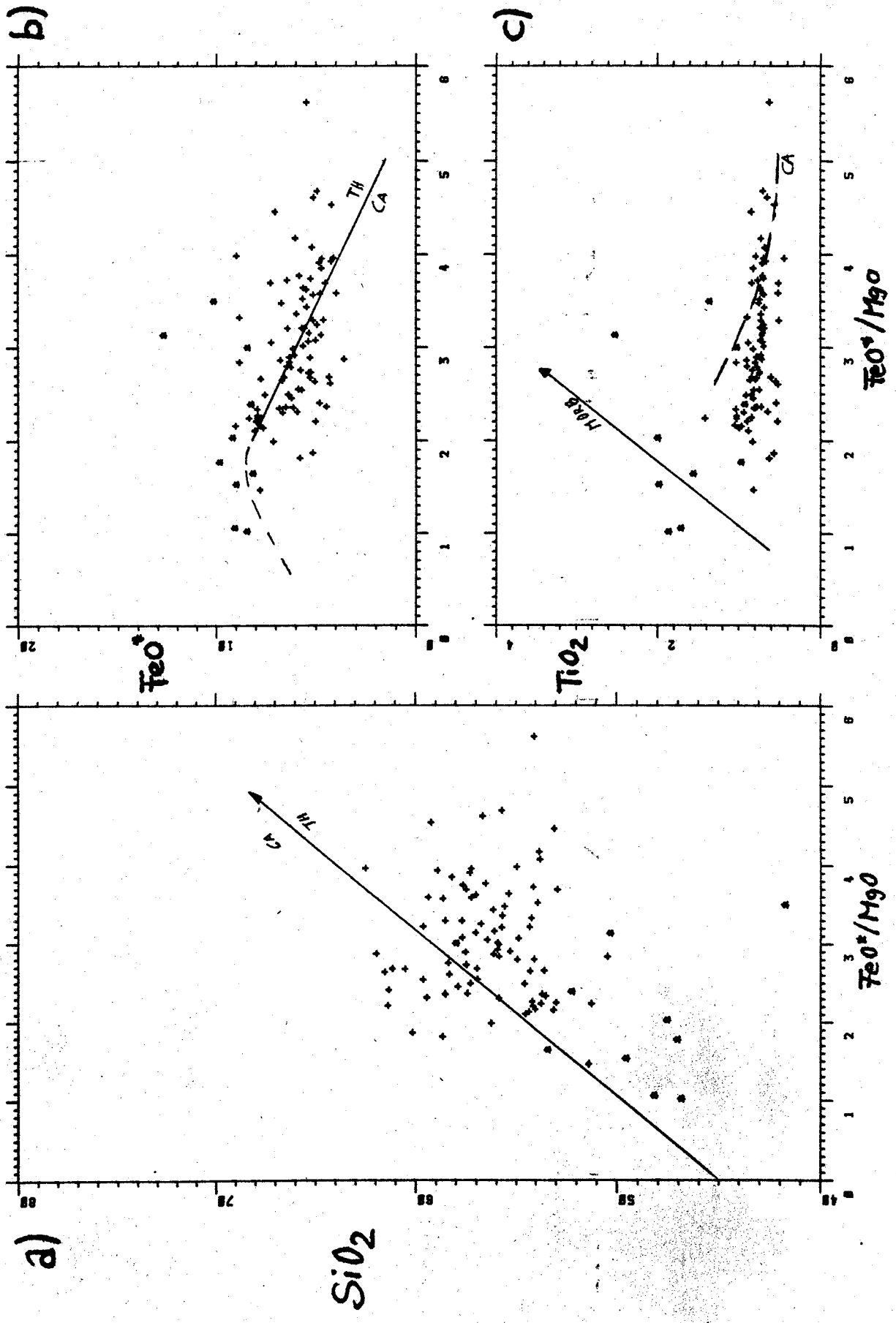
Vulkanite: a) SiO₂ b) FeO*, c) TiO₂ - FeO*/MgO (Gew.%)

Darstellung nach Miyashiro (1975)

Legende:

- CA Calcalkalisch
- TH Tholeiitisch
- MORB Mid Ocean Ridge Basalt

- + Junge Vulkanite
- * Kieta Vulkanite



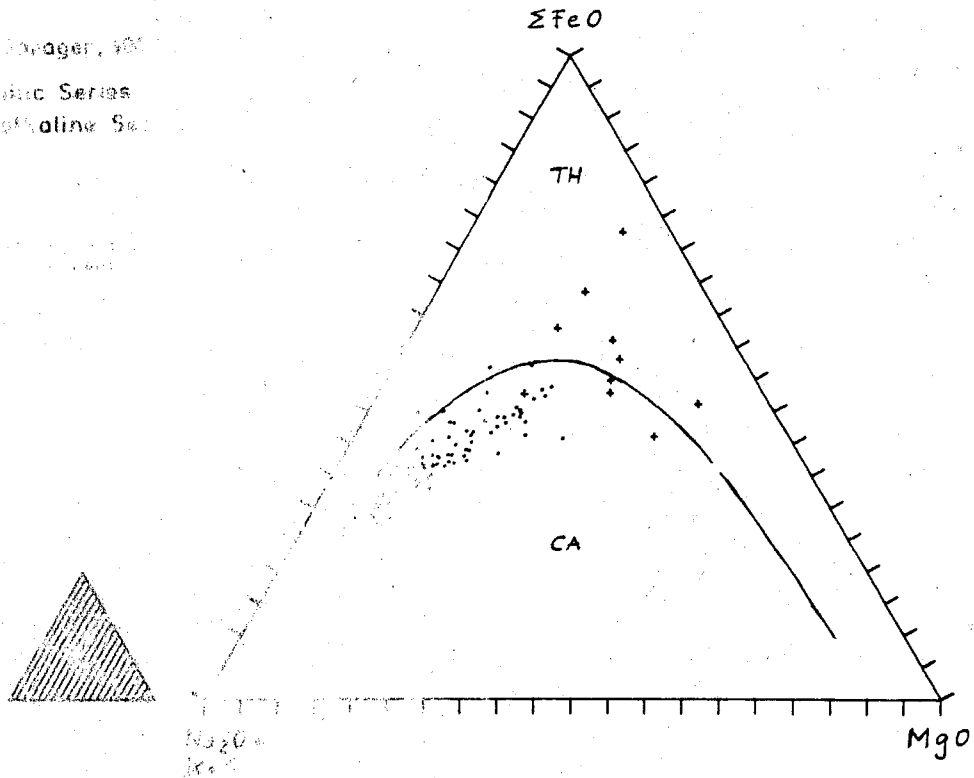
Vulkanite - Na₂O+H₂O - FeO* - MgO

Irwin & Sorogor, 1961

Tk. Tephritic Series
or Ophiolite Series

Legend:

• Ophiolite Series
• Tephritic Series



Vulkanite - Na₂O+H₂O - TiO₂ - P₂O₅

(OFB) Ocean Floor Basalt
Pearce, Gorman & Birkett, 1975

Legend:

• Ocean Floor Basalt
• Tephritic Series

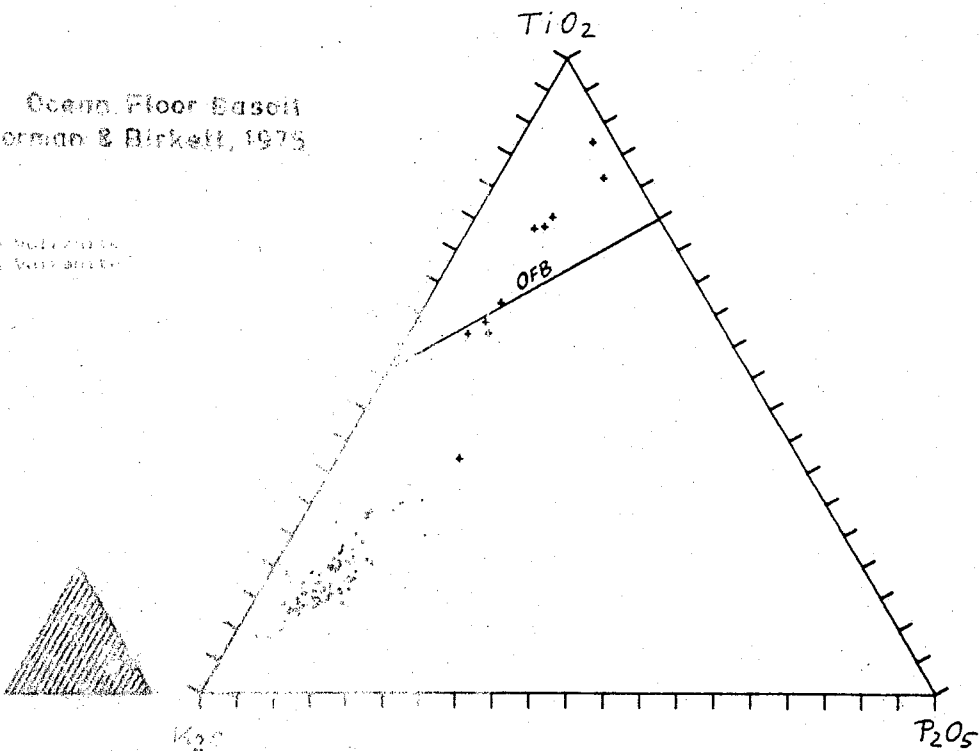


Abb. Ch. 6

Vulkanite: Na₂O - K₂O - CaO

Legende:

- Junge Vulkanite
- + Rieta Vulkanite

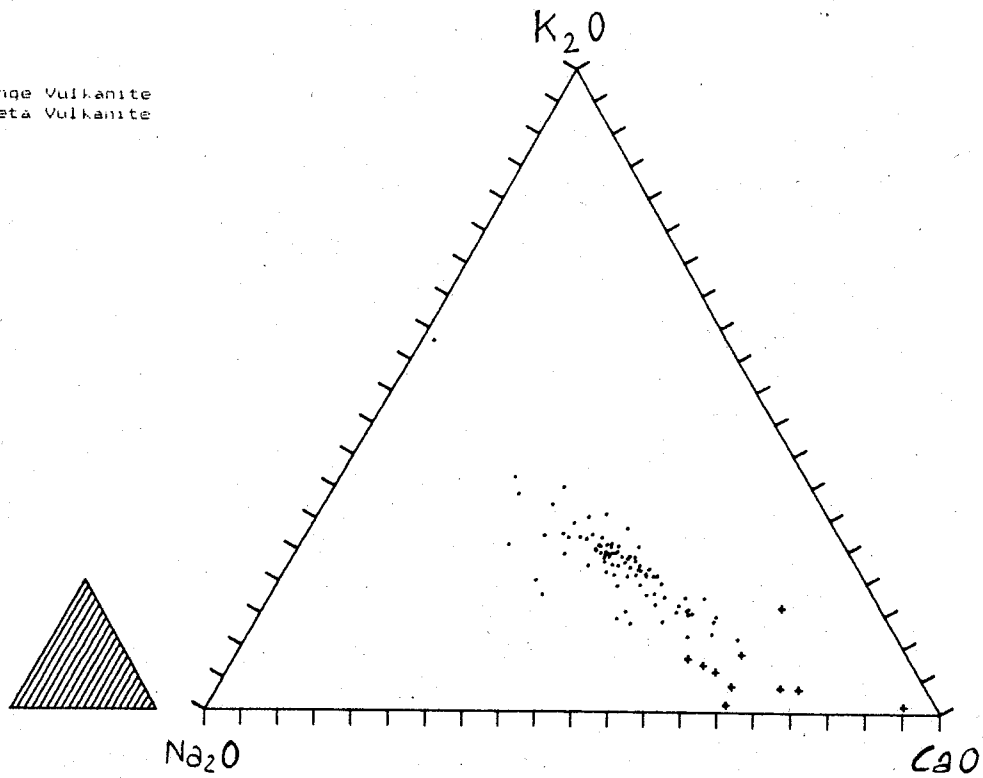
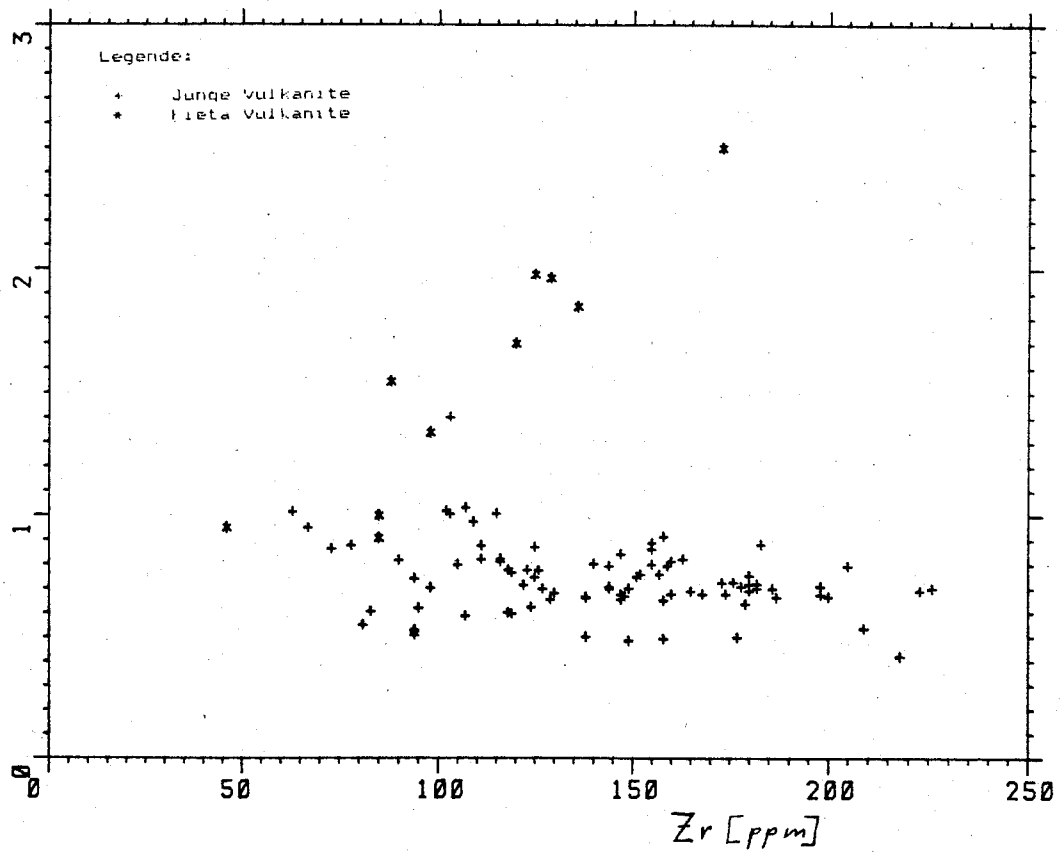


Abb. Ch. 7

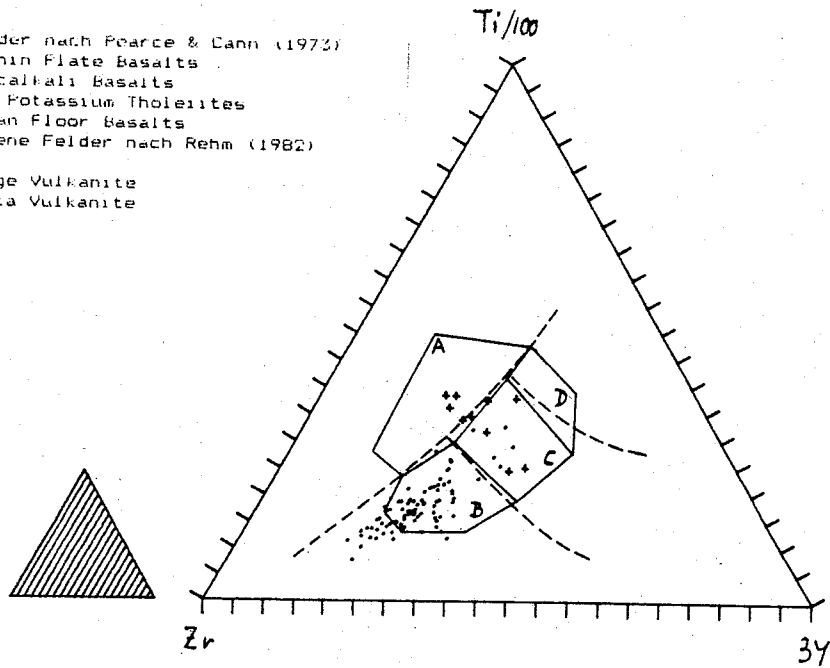
Vulkanite: TiO₂ - Zr (Gew.% - ppm)

TiO₂
[wt.%]



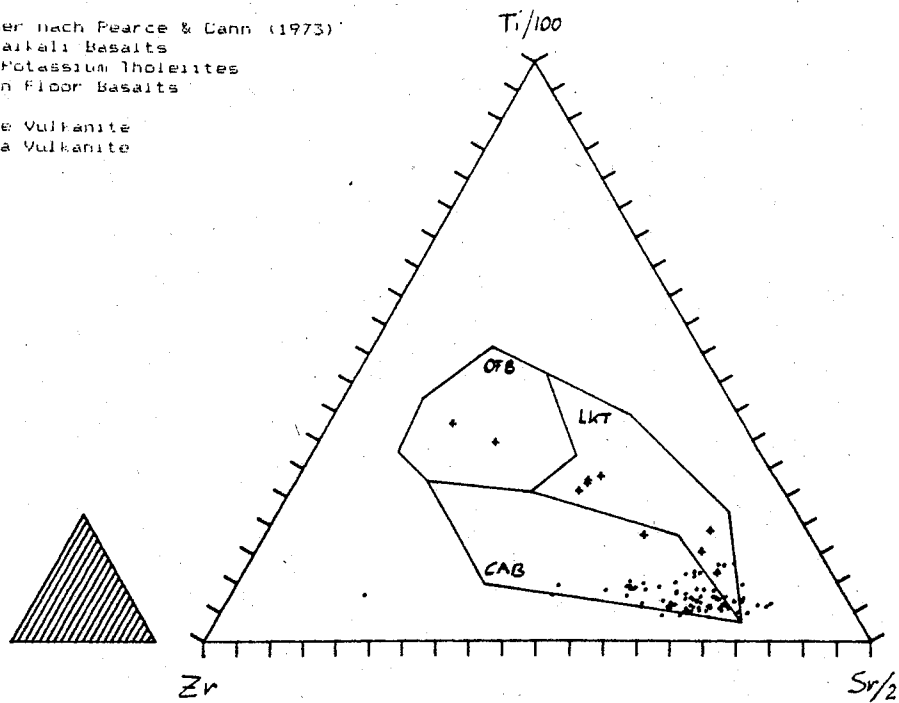
Vulkanite: Zr - Ti/100 - 3Y

- Legende:
- Felder nach Pearce & Cann (1973)
 - A Within Plate Basalts
 - B Calcalkali Basalts
 - C Low Potassium Tholeiites
 - D Ocean Floor Basalts
 - offene Felder nach Rehm (1982)
 - Junge Vulkanite
 - + Kieta Vulkanite



Vulkanite: Zr - Ti/100 - Sr/2

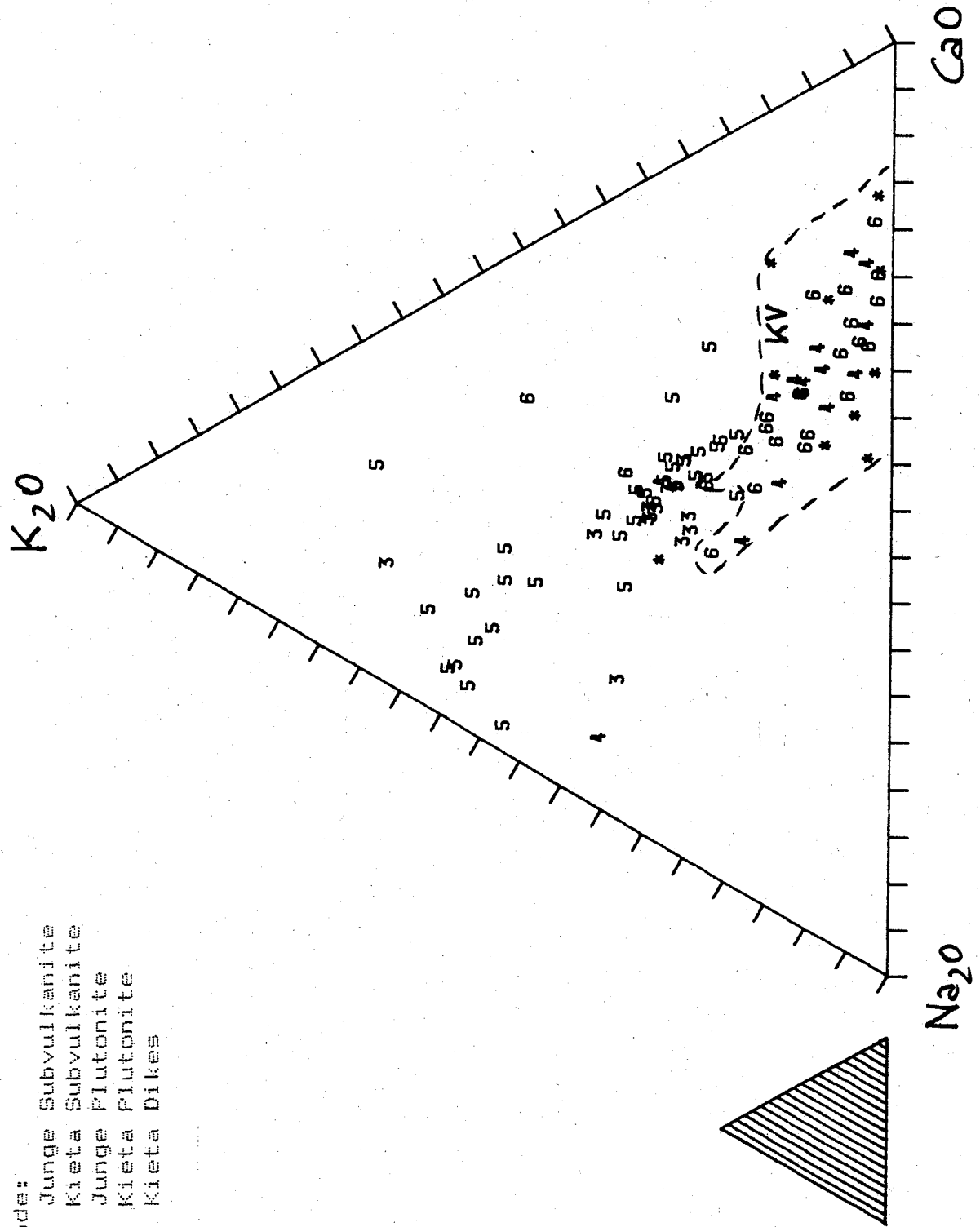
- Legende:
- Felder nach Pearce & Cann (1973)
 - CAB Calcalkali Basalts
 - LKT Low Potassium Tholeiites
 - OFB Ocean Floor Basalts
 - Junge Vulkanite
 - + Kieta Vulkanite



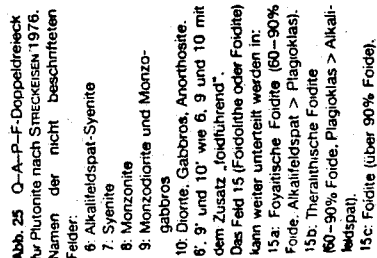
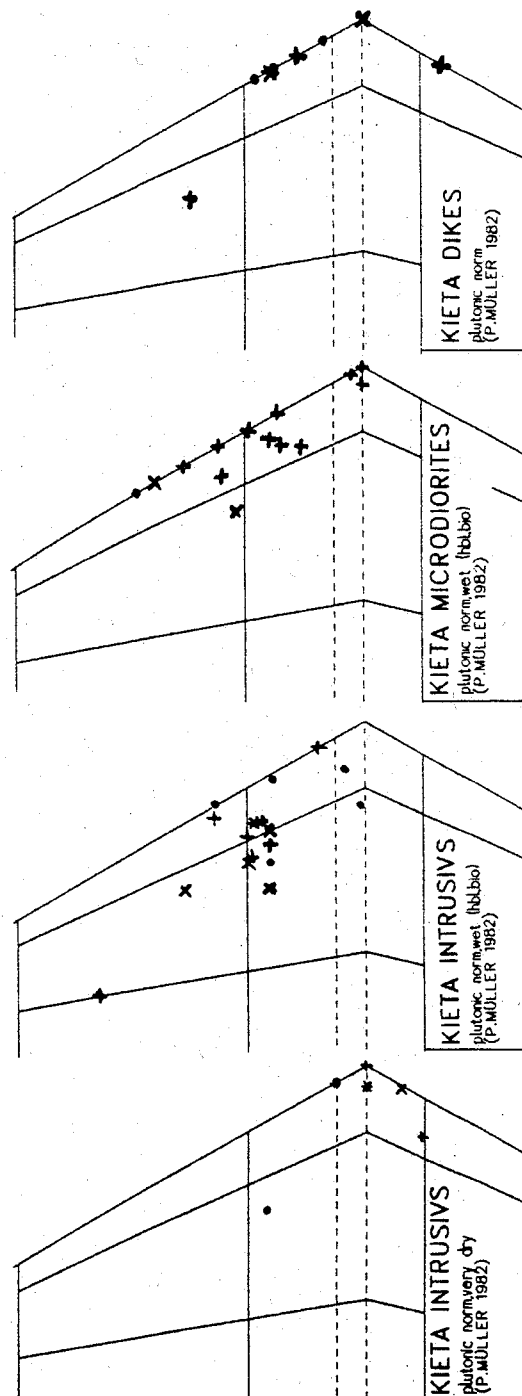
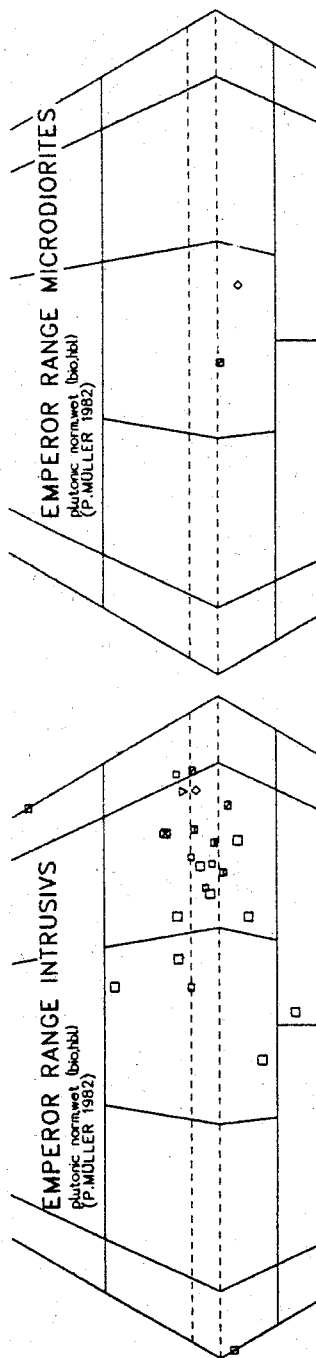
Plutonite: Na₂O - K₂O - CaO

Legende:

- 3 Junge Subvulkanite
- 4 Kieta Subvulkanite
- 5 Junge Plutonite
- 6 Kieta Plutonite
- * Kieta Dikes



Programm (C) Besang
DAPF Version: MBrz 1988
(STRECKEISEN 1976/1980)



Legend: LOCAL ITAT

Junge Intelligenzen

Index

Emperor Range

PLUSDA Upper Verde

Remazon - Sarime

Mittler Ramazon

Främaزون — Melilup

Eric's River

Рамзайон - Клебо

Kieta Intrusionen

At amo

ruddell

Karato

Pics belong Moses

LOCALITIES (VINDOR)

LONGS MOUNTAIN

Billy Mitchell

Numa Numa

Baldi I

Baldi II

Tora

Emperor Range

Distantia, Cocha, Fortifier Urui, Aiope

Balancote, Puzgo

Varig, Obert, Hama, Hama, Hama

Uchilera, Ralazon

Ramaron del Nallup

Uru River, Obert, Hama, Hama

Rueta, Tere, Tere, Hama, Hama

Uru, Naminbus, Hama

Magmatism

Atamo

Kopani

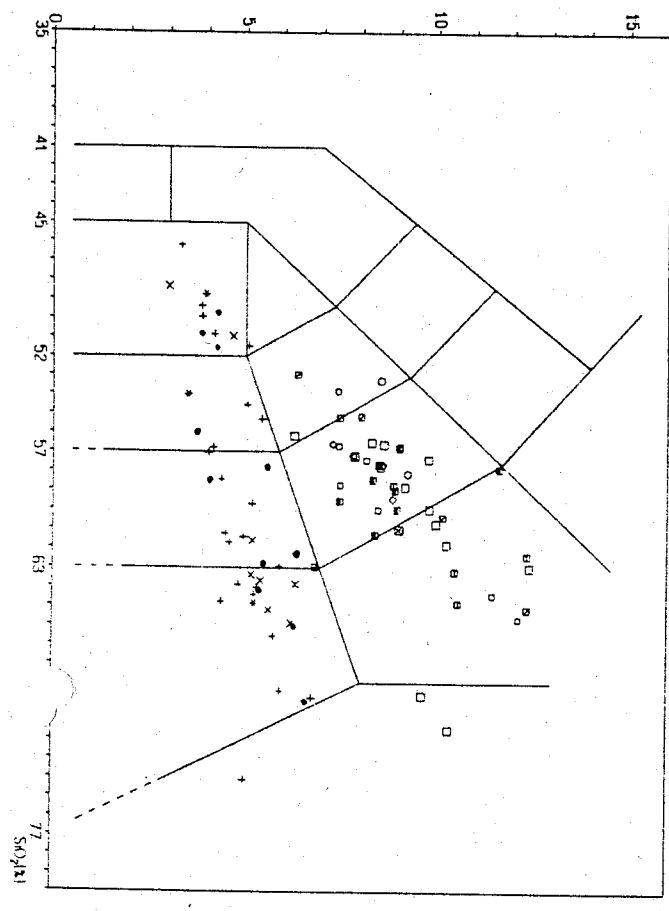
Karato

Borora, Uruavi, Uruai

• +X*

INTRUSIVES (LOCALITY)

$\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{K}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2$



c)

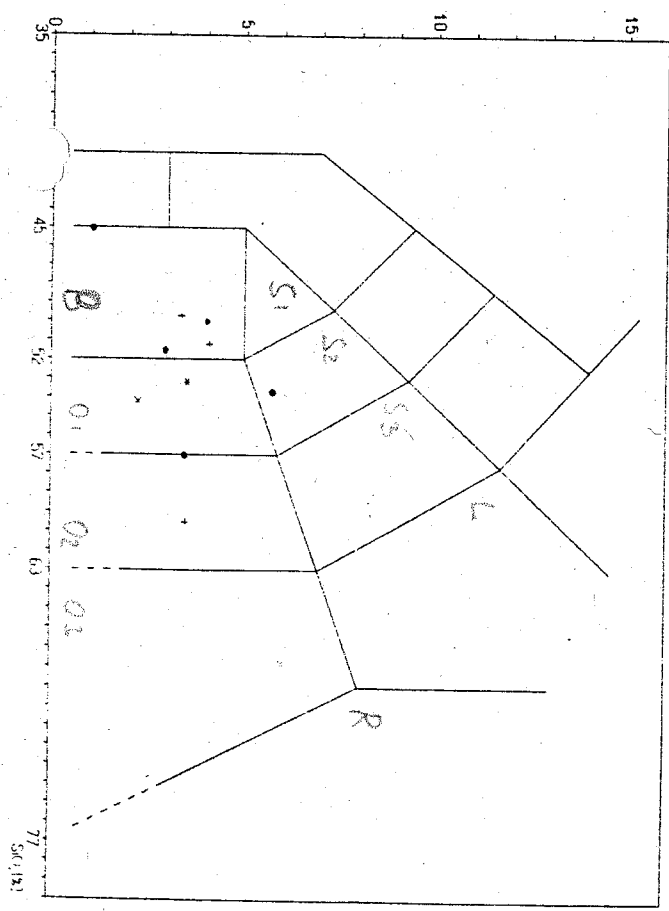
3

$\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{K}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2$



KILA VOLCANICS (LOCALITY)

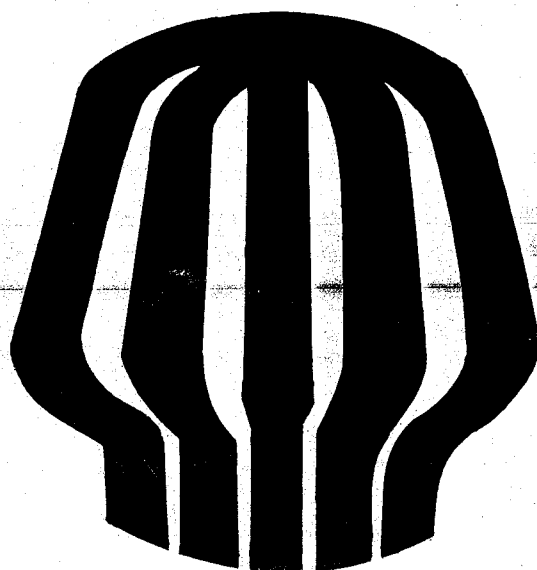
$\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{K}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2$



Program (C) Bering
7/85 Version 1986
LE BMS et al 1986

Abb. 4.12a-c

GEOLOGICAL AND PETROGRAPHIC INTERPRETATION OF THE ATAMO, BALBI AND EMPEROR RANGE AREA, NORTH BOUGAINVILLE, PAPUA NEW GUINEA.



D.Rammlmair

BUNDESANSTALT FÜR GEOWISSENSCHAFTEN UND ROHSTOFFE

TECHNICAL REPORT

**Bundesanstalt
für Geowissenschaften und Rohstoffe.**

Archiv

108 266



BGR

Bundesanstalt für Geowissenschaften und
Rohstoffe Hannover - Archiv

0108266



VS-Nur f. den Dienstgebrauch

Bundesanstalt
für Geowissenschaften und Rohstoffe

Archiv 108 266

BUNDESANSTALT FÜR GEOWISSENSCHAFTEN UND ROHSTOFFE

Federal Institute for Geoscience and Natural Resources
Hannover

Technical Cooperation with Papua New Guinea

PROJECT

MINERAL EXPLORATION AS FOLLOW-UP TO AEROGEOPHYSICAL
PROSPECTING

Technical Report 2

GEOLOGICAL AND PETROGRAPHIC INTERPRETATION OF THE
ATAMO, BALBI, AND EMPEROR RANGE AREA, NORTH BOUGAINVILLE,
PAPUA NEW GUINEA

by

Dr D. Rammlmair

December 1990

BGR

Bundesanstalt für Geowissenschaften und
Rohstoffe Hannover - Archiv

0108266



FOREWORD


The following report by Dr Rammlmair contains the first geological results published by German geoscientists from the BGR who cooperated with our Geological Survey staff in a three year combined geology, geophysics and mineral exploration project on Bougainville and Buka Islands, North Solomons Province, during 1986-1988.

Unfortunately, the many colour plates contained in the first edition of this report made its reproduction in PNG an extremely costly exercise. As the report contains much valuable data on the geology of central and northern Bougainville, it was decided (jointly) by the BGR and GSPNG that a low cost edition, without colour plates, should be produced in PNG so that the report could be widely circulated.

Some relatively minor editorial changes have been made to publish this second edition. I am pleased these changes could be made so this valuable addition to the geological knowledge of PNG is now available to industry and other users.

Due to other commitments, Dr Rammlmair had to compile much of this report without the benefit of the revisions to Bougainville and Buka stratigraphy outlined in GSPNG Memoir 16 "GEOLOGY AND MINERAL RESOURCES OF BOUGAINVILLE AND BUKA ISLANDS, PAPUA NEW GUINEA" released in August 1989. The Kieta Volcanics unit in Dr Rammlmair's report is used in the sense of Blake and Miezitis (1967). With the publication of Memoir 16, this stratigraphic name formally lapses and is replaced by the Atamo Volcanics (Eocene), Keriaka Limestone (Late Oligocene-Early Miocene), Toniva Formation (Middle-Late Miocene) and the Arawa Conglomerate (latest Miocene-Pliocene).

Finally, I would like to thank both Dr A. Hess of the BGR for giving his permission to produce this edition, and Dr R. Rogerson (GSPNG) for carrying out the minor necessary editorial changes.



R.B. Moaina
Chief Government Geologist

Abstract

The island of Bougainville has a complex tectonic structure consisting of several mutually intersecting fracture and fault systems. Quaternary volcanoes are commonly associated with grabens. Some of these young volcanoes (e.g. Balbi, Tore and Kuepo) are built up on the base of an altered and partly eroded older volcano. Many circular structures can be seen on the eastern side of Balbi and Tore, between these two volcanoes, and in the vicinity of the Numa Numa volcano; most of these can be interpreted as relict calderas or craters.

The Kieta Volcanics and their associated plutonics are markedly different both petrographically and geochemically from all other igneous rocks on the island. They have a tholeiitic composition and consist of basalts, basaltic andesites and gabbros. A number of quartz-phenocrystal and quartz-bearing intermediate to acid intrusives of unknown stratigraphic age occur in the area around Atamo, Karato, Kopani and "Ples bilong Moses"; these may be partly younger than the Kieta Volcanics and Keriaka Limestone.

In the Atamo area, two geophysical traverses in the form of a cross traversed the microdiorite intrusion in the centre of a caldera. A side-line crossed a typical quartz-porphyry intrusion. Ground checks were carried out for several geophysical profiles in the catchment area on the right branch of the Uruai River. Exposure was so poor along the profiles that only air-photo interpretation was possible. In the centre of the caldera several ring structures were visible. The rocks are altered; they show propylitisation and sometimes argillisation. Extensive alteration was also encountered near Mount Balbi, the upper Sarime River, and Kuepo.

The intensive epithermal alteration is mainly confined to the areas around the relict older volcanic structures. The rocks are locally very brecciated and display different amounts of argillisation, alunitisation, silicification, or pyritisation. In some places, elevated precious metal concentrations were encountered. The epithermal systems and their products are usually exposed by erosion in the higher parts of the area. The intrusions in the Emperor Range area, and concealed intrusions in the Balbi area, are most probably directly connected with these alteration zones.

The young volcanic rocks can be demonstrated to show a sequence from K_2O -rich, SiO_2 -saturated magmas of the Emperor Range Volcanics, through the younger Emperor Range, Balbi, and Tore Volcanics, to the K_2O -poorer, SiO_2 -oversaturated magmas of the Numa Numa and Billy Mitchell volcanoes. Petrographically, the products of the last two volcanoes are clearly distinguishable from the rest.

TABLE OF CONTENTS

	Foreword	iii
	Abstract	iv
1	INTRODUCTION	1
	Acknowledgements	6
2	GEOLOGY OF THE ATAMO AREA	
	2.1 Geological observations	7
	2.2 Explanation of the geophysical profiles	7
3	GEOLOGY OF THE MOUNT BALBI AREA	
	3.1 Stratigraphy	12
	3.2 Structure	16
	3.3 Alteration	
	3.3.1 Red River North	18
	3.3.2 Red River South	18
	3.3.3 Togarau (Uruavi)	20
	3.3.4 Aita River	22
	3.3.5 Pokoia	22
4	GEOLOGY OF THE EMPEROR RANGE	
	4.1 Upper Uruai	
	4.1.1 Geological overview	25
	4.1.2 Explanation of the geophysical profiles	25
	4.2 Kuepo	29
	4.3 Ramazon	35
	4.4 Sarime-South and Aiope	35
	4.5 Sarime-North	37
5	STRUCTURE	
	5.1 Overview	38
	5.2 Block A: Emperor Range	38
	5.3 Block B: Balbi, Tore	40
	5.4 Block C: Numa, Billy Mitchell, Bakanovi	40
	5.5 Block D: Bagana, Karato, Atamo, Panguna	40
6	PETROGRAPHY	
	6.1 Volcanic rocks	
	6.1.1 Billy Mitchell	43
	6.1.2 Numa Numa Volcano	43
	6.1.3 Mount Balbi	43
	6.1.4 Emperor Range	48
	6.1.5 Kieta Volcanics	48
	6.2 Intrusive rocks	
	6.2.1 Young intrusives	48
	6.2.2 Young subvolcanic intrusive rocks	51

6.2.3	Kieta Volcanics-intrusive rocks	52
6.3	Summary	52
7	WHOLE-ROCK GEOCHEMISTRY	
7.1	Volcanic rocks	55
7.2	Intrusive rocks	65
7.3	Comparison between the volcanic and plutonic rocks	79
7.4	Summary	79

REFERENCES

APPENDICES

Appendix 1	Sample Catalogue	85
Appendix 2	Abbreviations Used and Their Meanings	104
Appendix 3	Whole-rock Geochemistry of Altered Samples	106
Appendix 4	Miscellaneous Whole-rock Geochemistry	108

LIST OF TABLES

Table 1.1	Sampling locations	4
Table 3.1	Silver, arsenic and mercury in rocks from the Red River-North area.	19
Table 3.2	Gold, silver, arsenic, mercury and antimony in rocks from the Red River-South area.	19
Table 3.3	Gold, silver, arsenic, mercury and tellurium in channel samples from the Red River-South area.	21
Table 3.4	Gold, silver, arsenic, mercury and tellurium in altered float from the Togarau-Uruavi River area.	23
Table 3.5	Gold, silver, arsenic, copper and zinc in rocks from the solfatara near Pokoia.	24
Table 4.1	Gold, silver, arsenic, mercury, tellurium and boron in altered rocks in the Siribia, upper Uruai and Aiope areas.	31
Table 4.2	Gold, silver, copper, and zinc in altered rocks from geophysical profiles in the upper Uruai River area.	31
Table 4.3	Gold, silver, arsenic, copper and zinc from altered rocks in the Sarime-South area.	36
Table 6.1	Petrographic survey of Billy Mitchell, Numa Numa, Balbi, Tore and Emperor Range younger volcanics.	44
Table 6.2	Detailed petrography of Billy Mitchell, Numa Numa, Balbi, Tore and Emperor Range younger volcanics.	45/46
Table 6.3	Detailed petrography of the Kieta Volcanics.	49
Table 6.4	Petrographic summary of Uruai, Ramazon,	

	Irung and Aruai Rivers young intrusive rocks.	49
Table 6.5	Detailed petrography of Uruai, Ramazon, Irung and Aruai Rivers young intrusive rocks.	50
Table 6.6	Detailed petrography of young subvolcanic intrusives of the Uruai and Ramazon Rivers.	51
Table 6.7	Detailed petrography of Kieta Volcanics intrusives at Atamo and Kopani.	53
Table 6.8	Detailed petrography of Kieta Volcanics intrusives at Ples Bilong Moses and Karato.	53
Table 7.1	Younger volcanics: whole-rock geochemistry and normative compositions.	56-60
Table 7.2	Kieta Volcanics: whole-rock geochemistry and normative compositions.	61
Table 7.3	Subvolcanic rocks: whole-rock geochemistry and normative compositions.	68-72
Table 7.4	Plutonic rocks: whole-rock geochemistry and normative compositions.	73-77

LIST OF FIGURES

Figure 1.1	Location of Bougainville airborne geophysics survey.	2
Figure 1.2	Areas selected for ground follow-up of geophysical anomalies.	3
Figure 1.3	Areas of detailed sampling.	5
Figure 2.1	Stratigraphy of the Atamo area.	8
Figure 2.2	Interpreted geology of the Atamo area.	9
Figure 2.3	Geology along the N-S geophysical profile.	11
Figure 3.1	Geological cross-section from Mount Balbi to the Uruavi River.	13
Figure 3.2	Interpreted geology of Mount Balbi's southwestern flank.	14
Figure 3.3	Photogeological interpretation of Mount Balbi's eastern flank.	15
Figure 3.4	Geology of Mount Balbi's southeastern flank.	17
Figure 4.1	Photogeological interpretation of the Aita, Aiope, Sarime, upper Uruai and upper Ramazon Rivers area.	26
Figure 4.2	Rock slide, upper Uruai River.	27
Figure 4.3	Geology along geophysical profiles in the upper Uruai River area.	28
Figure 4.4	Distribution of alteration types in the upper Uruai River area.	30
Figure 4.5	Photogeological interpretation of the Uruai-Ramazon Rivers area.	32
Figure 4.6	Caldera formation mechanism in the Kuepo-Eric's River area.	34
Figure 5.1	Idealised fault block distribution.	39

Figure 5.2	Idealised horst and graben structure within fault block C.	41
Figure 6.1	Classification of younger volcanics using their modes.	47
Figure 7.1	K_2O-SiO_2 relations of all volcanics.	62
Figure 7.2	$SiO_2-FeO-MgO-TiO_2$ relations for all volcanics.	63
Figure 7.3	FMA diagram for all volcanics.	64
Figure 7.4	$TiO_2-K_2O-P_2O_5$ relations for all volcanics.	64
Figure 7.5	Na_2O-K_2O-CaO relations for all volcanics.	66
Figure 7.6	TiO_2-Zr relations for all volcanics.	66
Figure 7.7	Zr-Ti/100-Y diagram for all volcanics.	67
Figure 7.8	Zr-Ti/100-Sr/2 diagram for all volcanics.	67
Figure 7.9	Na_2O-K_2O-Ca relations of all plutonic rocks.	78
Figure 7.10	Classification of plutonic rocks.	80
Figure 7.11	$(Na_2O + K_2O)-SiO_2$ relations of all igneous rocks and their chemical classification.	81/82

1. INTRODUCTION

The Federal Institute for Geosciences and Natural Resources was commissioned by the Federal Ministry for Economic Cooperation (BMZ) in a letter dated 27 October 1983 (Ref. No. 102 - T 2032-PAP - 59/83) to execute this project. The aim of the project was geological assessment of the Sepik area and part of Bougainville Island; the project included prospecting and exploration. It involved the following tasks.

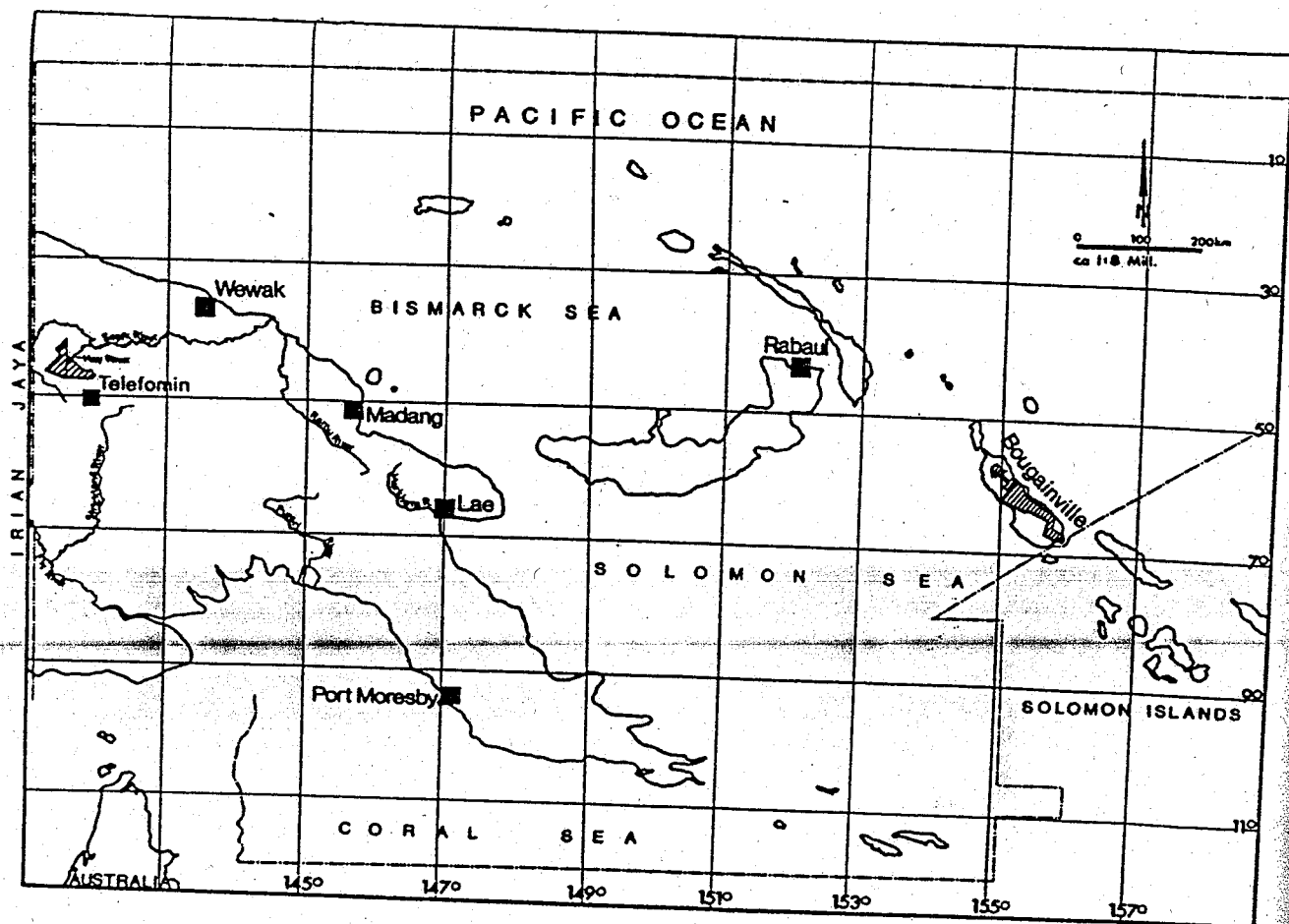
1. Geophysical survey using helicopters
2. Interpretation of survey results
3. Detailed investigation of selected areas

This report deals with the geological and petrographic interpretation of northern Bougainville.

Most of the island of Bougainville was geophysically surveyed in 1986 by the BGR helicopter group in cooperation with the Geological Survey of Papua New Guinea (GSPNG). By 1987, the different geophysical maps were ready to be used as a basis for follow-up work. The geophysics group undertook an initial examination of the survey data together with a geological group from the BGR and GSPNG. A large number of anomalies were noted. These were sorted and arranged into groups. Typical anomalies representative of the different groups were selected for a geological and geophysical ground check. Air-photo interpretation, field geology and stream-sediment geochemical surveys provided the necessary geological background. The results of field observations (field books I-V), air-photos and radar-image interpretation, and petrographic and geochemical analyses, particularly of the altered zones in the study areas of Atamo, Mount Balbi and various areas in the Emperor Range, were integrated and are presented in Chapters 2, 3, 4 and 5. Chapters 6 and 7 describe the petrography and geochemistry of the igneous rocks. The final report containing the geological and geophysical results of the investigations in the areas covered by the aerogeophysical survey will be issued in 1990.

The geographical situation of the island of Bougainville (Figure 1.1) and the positions of the individual areas for which detailed air-photo interpretation was carried out, are shown in locality maps (Figure 1.2). Sample locations are listed in Appendix 1.

Whole-rock geochemical samples were collected for several purposes: firstly, to classify the igneous rocks in each separate volcanic area in order to work out criteria to distinguish them; and secondly to draw up a chemical budget in order to recognise zones of intense epithermal alteration. All samples are tabulated with grid references (1:100 000 sheets), elevation, and geological information (Table 1.1). The localities where observations were made are also listed with references to the field books. The first digit of the three-digit numbers and the first two digits of the four-digit Ra numbers refer to the areas in which the samples were taken (Figure 1.3 and Table 1.1). In addition, samples collected by



Area of aerogeophysical survey of BGR, Hannover

Figure 1.1 Map of Papua New Guinea showing the airborne geophysical survey area on Bougainville Island.

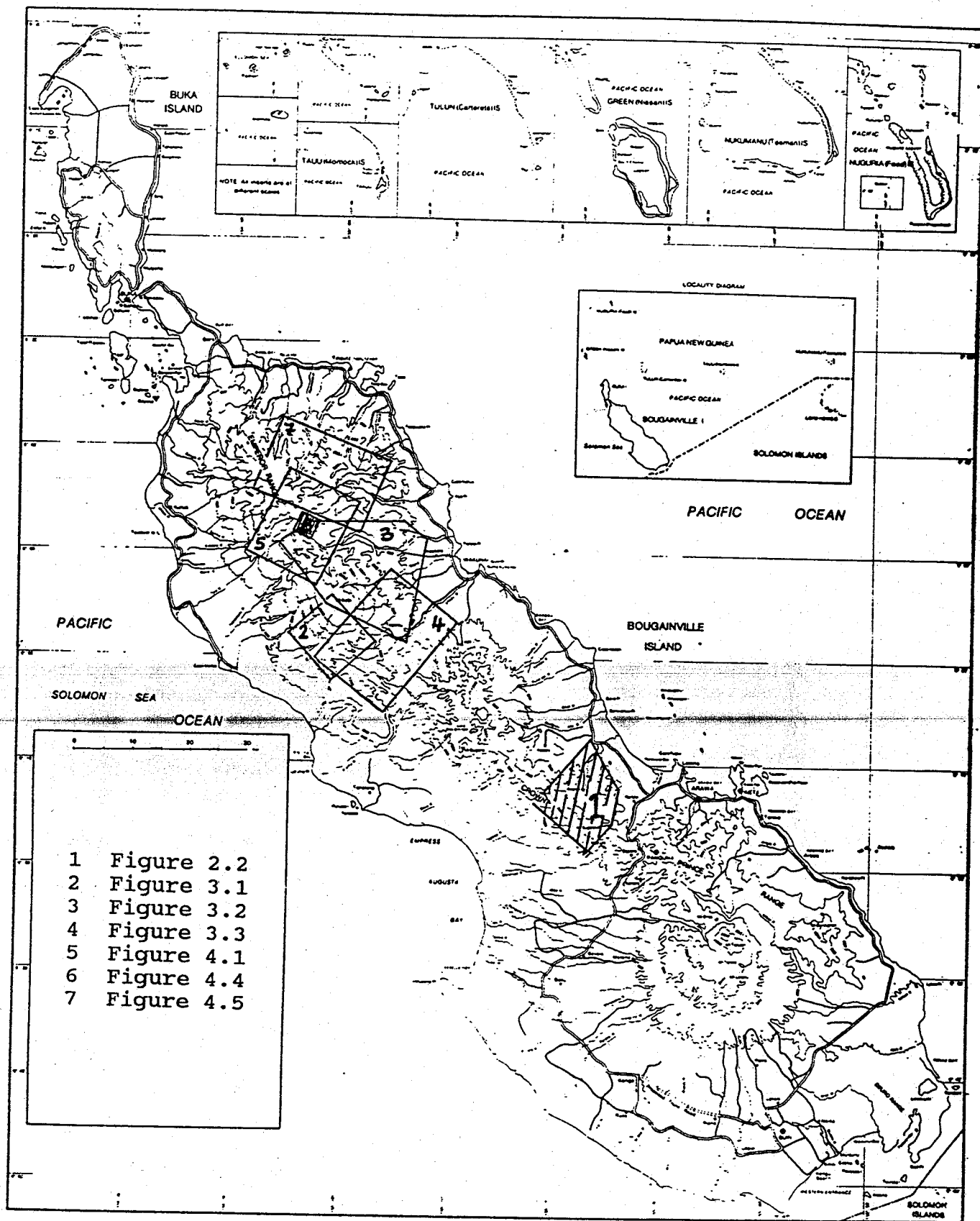


Figure 1.2 Areas of northern Bougainville selected for detailed airphotograph interpretation and ground follow-up of airborne geophysical anomalies.

Table 1.1

NORTH BOUGAINVILLE LOCATIONS AND SAMPLE NUMBERS

Map	Area	Location	Reference points	Rock Sample No.	Stream Sed/Water	Photo No.	Page in field book
W	1	Togarau-E	101 - 117	101 - 104		slides	2-4, 26
W	2	Togarau-S	201 - 203	201	002K-003K		4
W	3	Sisibi R.	301	301 - 304			5
W	4	Ururva Br.	401	401 - 403			5
W	5	Ururva R.	501 - 503	501 - 507		501	6-7, 20
W	6	Red Riv.-N	601 - 611	601 - 607	film, B&W, slides		7-11
		Red Riv.-S	612 - 615	608 - 613		601 - 630	19, 118-119, 208-213
Ba	7	Ples Moses	701 - 707	701 + 27.xxBg		701 - 706	12-13, 185-191
Ba	8	Tekan-Korib	801 - 803	801			14
W	9	Takopopor	901 - 903	901 - 907		901 - 902	15-17
W	10	Uruavi R.	1001-1004	1001-1006		1001	17, 177
Ku	11	Metu-Kuepo	1101-1105	1101-1109	W1101	1101-1106	21-24
Ku	12	Tewe	1201-1204	1201-1203	W1201		25
Ku	13	upper Aita	1300-1308	1301-1309	Duguman	1301-1304	18, 27-31
		hot spring	1309-1315	4460-71Bg	W4461-2Bg	1305-1306	202-204
W	14	lower Uruai	1401	1401-1403	Duguman		32
		Puspa	1402-1408	66-75D6	Duguman		178-179
W	15	Baiano	1500-1512	1501	Kästner	1501-1504	33-37, 66
		Siribia-S	1513-1514	4472-79Bg		1505-1507	205-206
Ku	16	Tofu-Ramazo	1601-1616	1601-1606			37-44
Ba	17	Karato Mine	1701-1713	1701-1711		1701-1702	52-61
Ba	18	Numa Numa	1801-1802	1801-1807			62-63
Ku	19	Balbi top	1901-1904	1901-1905	film		63-65
Ku	20	Siribia-N	2001-2011	2001-2004	2001-2002		67-71
		upper Uruai	2012-2025	2005-2012	2003-2008		71-75
		Aiope	2026-2033	2013-2020	2009-2013	2001-2002	76-78
		Sarime-S	2032-2041	2021-2023	2014-2016	2003-2005	78-81
			2081-2097	2071-2091	2032		142-148
		Ramazon	2042-2068	2024-2054	2017-2028	2006-2010	81-95
		Irung	2069	2055			95
		Kuepo	2070-2080	2056-2070	2029-2031		96-98
Ku	21	Eric's R.	2101-2126	2101-2111	2101	2101-2105	102-107
			2125-2126	2144-2146			207
		Uruai-N	2127-2143	2112-2119	2102-2104	2106-2109	107-109
		Uruai trib.	2144-2151	2120-2122	2105-2106		109-110
		Uruai-S	2152-2160	2123-2125	2107		110-111
		upper Uruai	2161-2172	2126-2143		2110-2112	120-128
Ba	22	Atamo Kwin	2201-2205	51-52Sumajang5		2201	129-130
		" Bitero	2206-2216	53-66Su5			131-134
		Geophysics	2222-2232	106-112Su6+76-80D6			171-172, 192-196
		Tributaries	2217-2221	67-77Su5			136-141
Ba	23	Kopani	2301-2322	78-88Su5			136-141
Ku	24	Sarime-N	2401-2432	89-105Su6		2401-2406	151-165
Ku	25	Baniu Plat.	2501-2520	59-62D6	133D6	2501	166-170
W	26	Pokoia Aita	2601~2611	2601-2619			180-184
B/K	PM	Panguna	PM 1-18	PM 1-15		PM 1-18	173-176
NB	WD	Wild Dog		WD 1- 7		WD 1-10	112-117
PNG	POR	Porgera		POR 1-14		POR 1- 7	216-218
PNG	MV	MT.Victor		MV 1- 2		MV 1-14	219-221

Field book I pp 1-50, II pp 51-100, III pp 101-150, IV pp 151-200, V pp 201-250
 Topographic sheets: Ba Bagana, K Kieta, Ku Kunua, W Wakunai, NB New Britain,
 PNG Papua New Guinea Mainland

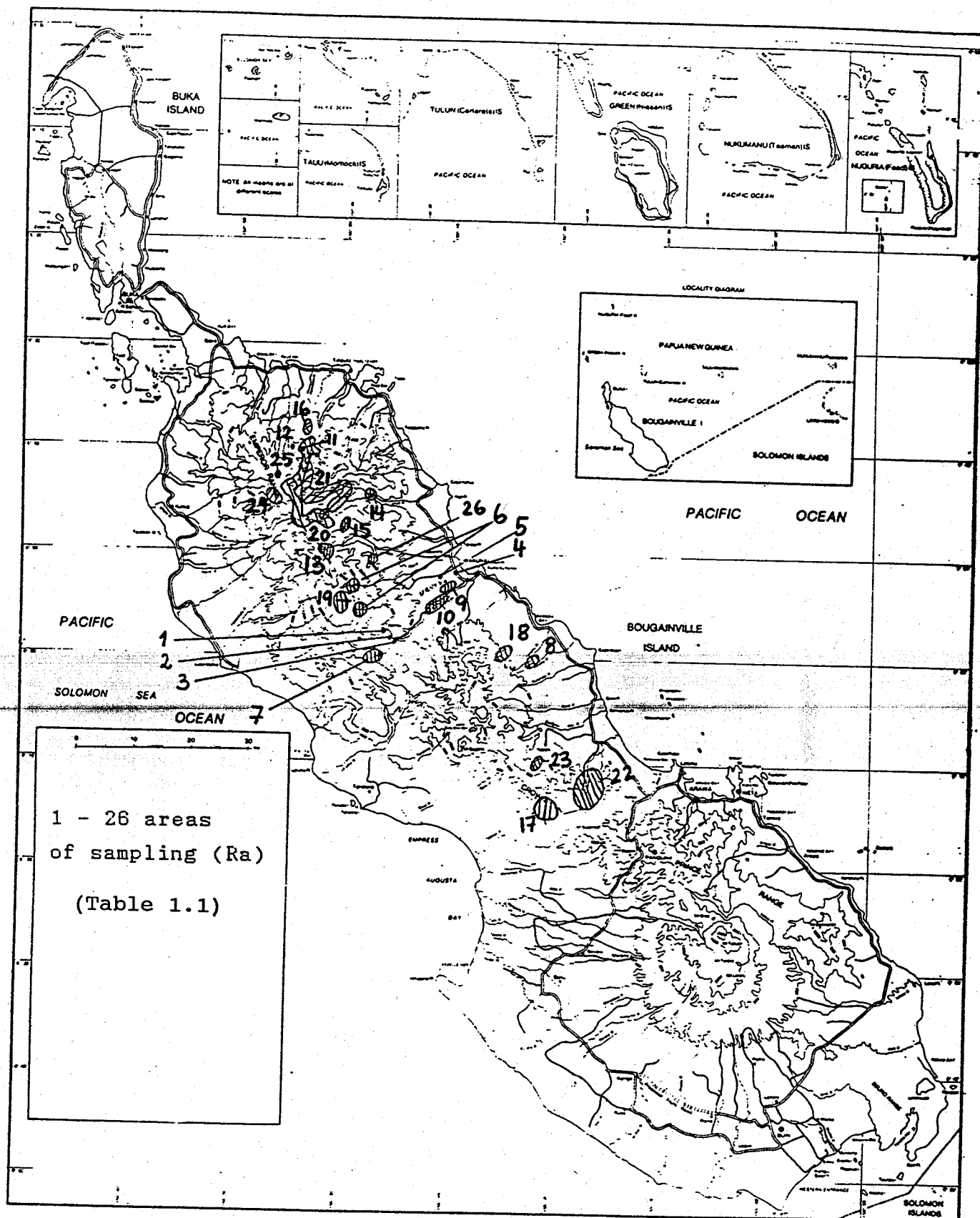


Figure 1.3 Areas of detailed sampling in northern Bougainville. Locations, sample numbers and field book numbers are listed in Table 1.1.

other members of the project are listed as far as possible according to the relevant study area. The rock samples from North Bougainville were analysed in the BGR for 36 major and trace elements using X-ray fluorescence (XRF); the analysts were Lodziak and Requard. Any major element falling below the detection limit was noted as 0.00 in the XRF tables and any trace element as 1 ppm.

The volcanics, subvolcanic intrusives and plutonics were classified by modified Streckeisen nomenclature and the norms calculated. The results are tabulated, according to the petrography of the rock (when a thin section was available) and according to which variant (dry, wet, or normal) was used in the calculation. Appendix 2 lists all petrographic abbreviations used in this report.

Additional stream-sediment samples were taken to supplement the survey of stream sediments which the counterpart geologists of the PNG Geological Survey had undertaken.

The Geological Survey's stream-sediment sampling covered all tributary streams on the island of Bougainville including 3rd order streams. These stream-sediment data were checked by taking bulk samples in all main streams and large tributaries for bulk cyanide leaching. The stream-sediment data are dealt with in a separate report.

Acknowledgements

All members of the GSPNG and BGR group contributed to the success of the project and thus to this report. I would like to thank Robert Sumaiang and John Duguman for their assistance in the field, Dieter Bering (project leader) and Hermann Kastner for geological and geochemical data, Professor Bosum, Franz Plattetschlager, Gela Aruai and Hubertus Henning from the geophysics group for their cooperation and for many discussions on subjects relevant to both geology and geophysics.

Other valuable information was provided by my colleagues in the GSPNG Mapping Division, especially by Rick Rogerson and Eric Finlayson; I am very much obliged to both of them.

Many thanks are due to the local people of North Bougainville who willingly gave me their friendly assistance in the field.

Further, I wish to express my thanks to the Provincial Liaison Office in Kieta headed by Joe Tsinoung. My wholehearted thanks to Dominic Itta from the same office who not only assisted me in my contacts with the local population, which was his job, but who quickly started to help me with geological and geochemical work.

Last but not least I would like to thank Claus Besang for his valuable advice with respect to data processing of chemical analyses, and Ulrich Vetter and Klaus Busch for a critical review of the report.

2. GEOLOGY OF THE ATAMO AREA

2.1 Geological observations

On air photographs, two, overlapping, concentric, structural features are recognisable in the Atamo area. They lie in the middle of the valley. There, microdiorite showing variable grain size and surrounded by hornfels, intrudes the pillow lavas of the Kieta Volcanics. The Kieta Volcanics in the Atamo area consist of a series of pillow lavas and associated intrusives (plutonic rocks and dykes), andesites and tuffs. The fossils in the calcareous matrix of the pillow lavas yield a probable middle to late Eocene age (dated by W. Weiß, BGR, on sample 41Bg: calcareous interstitial material in pillow lavas, see Appendix 1). In the southern part of the valley, the tuffs dip 45° towards 180° , and landslides tend to be very common.

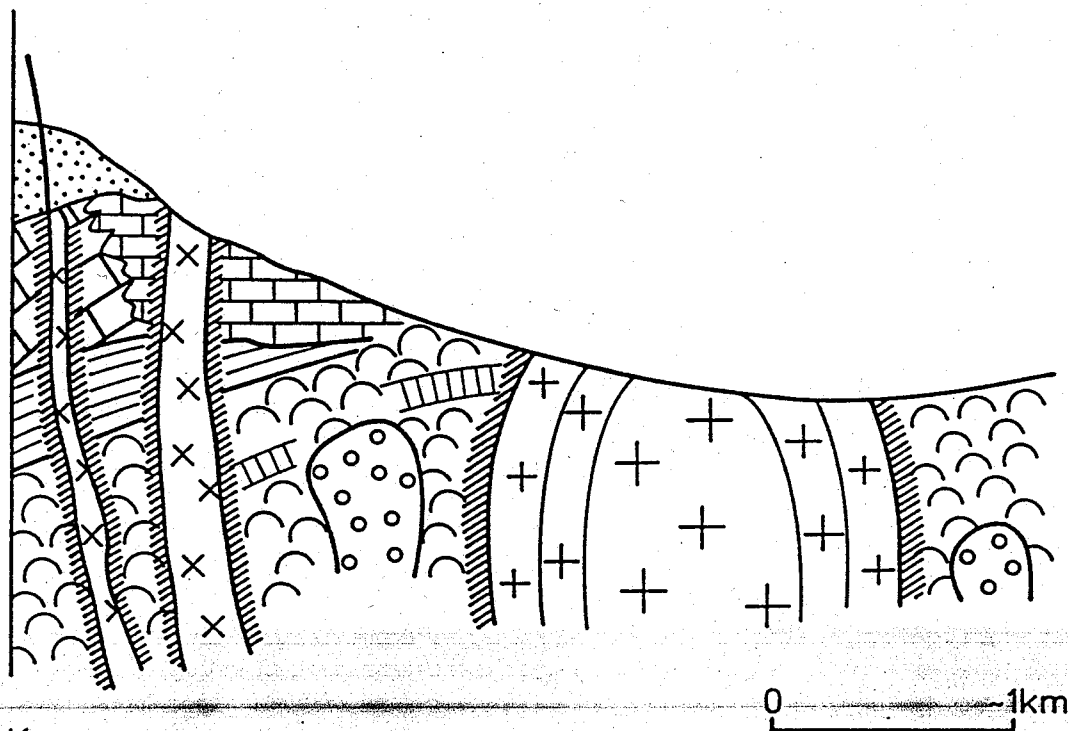
Volcanolithic conglomerate (sample 38Bg), consisting of fragments of pillows and with a calcareous matrix, comparable with the Miocene conglomerates on Mt Takopopor (Wakunai), overlies tuffs and pillows of the Kieta Volcanics and passes into a sequence of Keriaka Limestone. The latter is generally reefal and lagoonal, and locally dips 30° towards 150° . The microdiorites mentioned above lie in the centre of the valley and form an elevated area which the two main rivers, the Kwin in the west and the Bitero in the east, flow around. The sides of the main valley are made up of the above sequence. The Keriaka Limestone more or less completely surrounds the Atamo valley and is overlain in the NW by agglomerates and tuffs of unknown age. Small dykes and plugs of quartz-plagioclase porphyry occur along the sides of the valley almost equidistant from the centre, and cut the Kieta Volcanics and Keriaka Limestone. Figures 2.1 and 2.2 show the stratigraphy and structure of the area.

The Atamo valley is interpreted as an explosion caldera. The concentric shell structure of the microdiorite in the centre suggests that it may have been produced by the cooling at shallow level of a volcanic pipe, whereas the quartz-plagioclase porphyries are located at the intersections of ring and radial fractures.

2.2 Explanation of the geophysical profiles

A geophysical profile was set out in the middle of the valley in the form of a cross (main cross) (Figure 2.2). The western and southern axes of the cross were situated entirely on the microdiorite, while the northern and eastern axes extend beyond the microdiorite into hornfels and pillow lava.

Significant anomalies were measured over the microdiorite area. It is possible that late, magnetite-rich differentiates have taken advantage of the concentric structure of the microdiorite and intruded between the individual shells. This is suggested by the coincidence of magnetic anomalies with these positions as characterised by the morphology (the following anomalies: 650-750E, 600S, 900S, 125-225W, 300-375W, 600-700W and 300N).



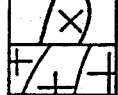
Key:



Agglomerate & Tuff



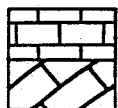
Hornfels



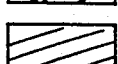
Qtz - Pl - Porphyry



Microdiorite



Lagunal Limestone



Reefal Limestone



Tuff



Pillowlavas + Flows



Intrusive Diorite/Gabbro



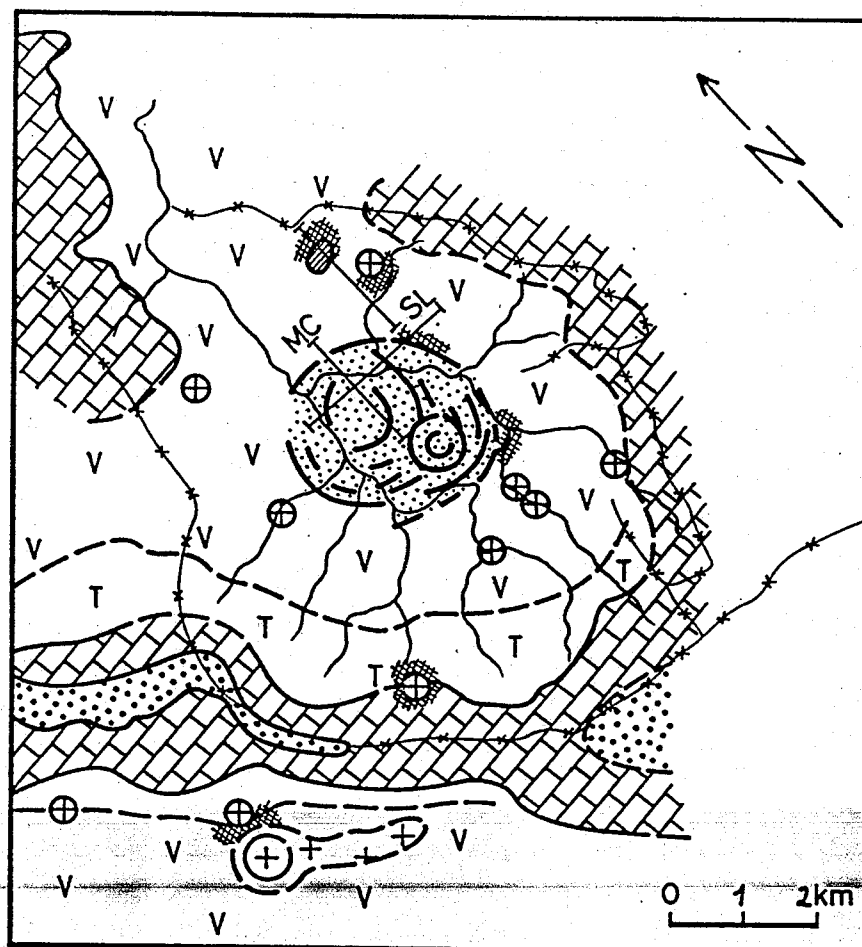
Ring fracture

} Late intrusives

} Keriaka Limestone

} Kieta volcanics

Figure 2.1 Stratigraphy of the Atamo area.





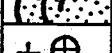


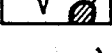



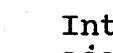
-  Agglomerate
-  Hornfels
-  Microdiorite
-  Quartz - Plagioclase porphyric intrusion
-  Keriaka Limestone
-  Kieta Tuffs
-  Kieta Pillows(+intrusions)
-  Geophysics profile
MC = Main Cross
SL = Side Line
-  River
-  Ridge

Figure 2.2 Interpreted geology of the Atamo area based on airphotograph interpretation and traversing. Location of geophysical profile is also shown.

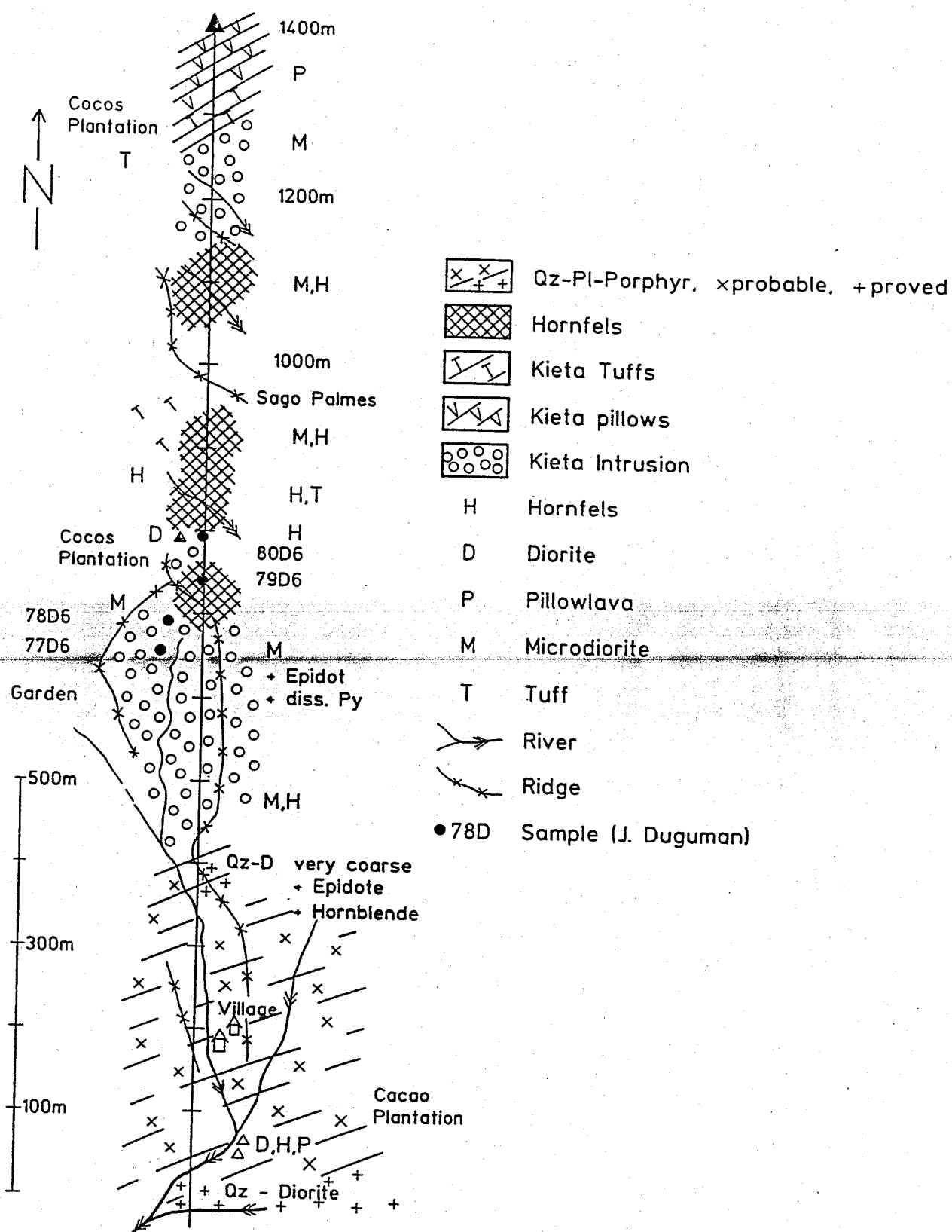


Figure 2.3 Geology of N-S geophysical profile.

3. GEOLOGY OF THE MOUNT BALBI AREA

3.1 Stratigraphy

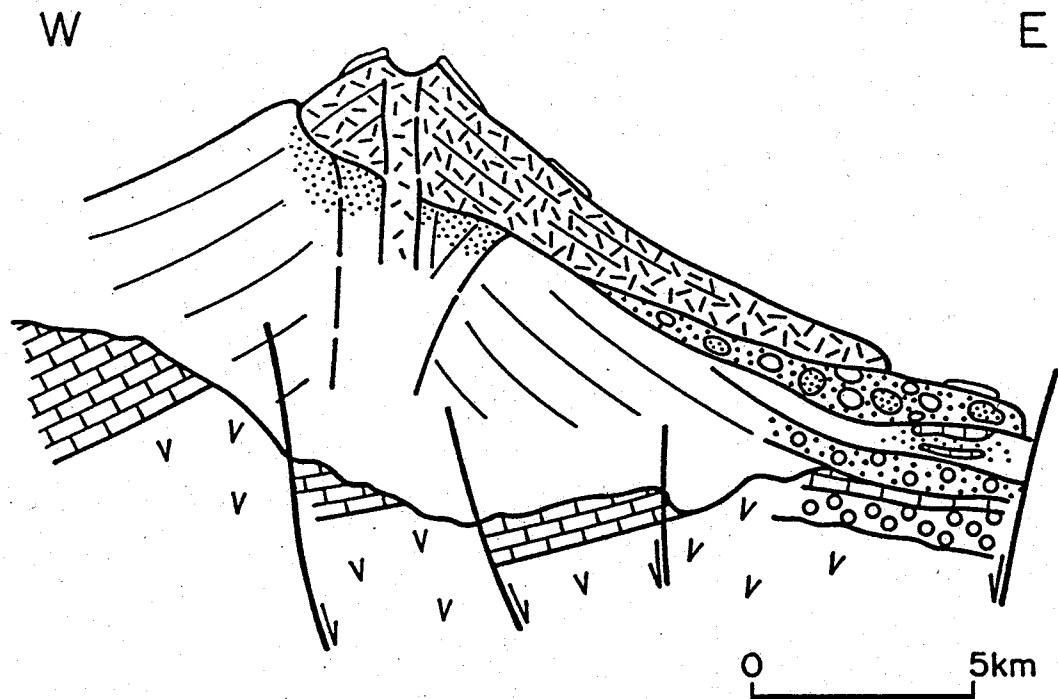
In Uruavi, south of Mt Takopopor, pillow lavas (Kieta Volcanics, sample 1001Ra) are overlain by about 0.5m of Miocene foraminiferal limestone (Keriaka Limestone, samples 1003-1005Ra, dated by W. WeiB, BGR), and in other places by bedded volcanolithic conglomerate which consists of fragments of Kieta Volcanics (sample 905Ra). However, the actual contact was not seen. The coarse cobble conglomerate becomes increasingly cemented with carbonate upwards and passes into sandy limestone (Kieta volcanic sand) and sometimes almost pure limestone (Keriaka Limestone, samples 901 - 904Ra).

Above the Keriaka Limestone, fragments of Kieta Volcanics become less common and material from Balbi and Numa suddenly becomes abundant. In the upper part of the section of Mt Takopopor, beds and lenses of Pliocene limestone (sample 906Ra, dated by WeiB, BGR) with interbeds of tuff (Balbi, sample 907Ra) and sandstone were observed.

These strata are overlain by thick lahar deposits containing large blocks derived from either Balbi or Numa; this provides evidence of a rapidly growing, active volcanic centre in the hinterland (Figure 3.1).

Mount Balbi is the highest peak on the island of Bougainville. The volcano is characterised by steep cliffs on the NE and E, as well as by huge calderas including erosion and explosion caldera types. The southern and western slides have more gentle slopes and are thickly vegetated. Where the SW flank is considerably incised, the karst morphology of the Keriaka Limestone can be traced through the overlying Balbi Volcanics (Figure 3.2, air-photo interpretation). The summit region is characterised by a number of partly overlapping craters. A large solfatara field has developed along E-W trending faults on the western side of the chain of craters. The steam has a temperature of almost 200°C. There are also several small solfataras in some of the craters and valleys on the eastern side. These features, as well as a number of hot springs (25° - 96° C), are evidence of the dormant nature of the volcano.

Aerial-photograph interpretation has shown that the young craters are probably situated in an older summit caldera (Figure 3.3, lineament map). The edge of the caldera is clearly visible on the N and E flanks of the summit region; this provides good evidence for the existence of the caldera. Very good evidence was also found in the vicinity of Red River South, right on the supposed rim of the caldera. There, very altered lava flows, tuffs and agglomerates belonging to the older volcanic edifice (Balbi I) and unconformably overlain by fresh flows and agglomerates belonging to Balbi II. The Balbi I volcano occupied a much larger area than Balbi II. Further evidence was encountered in the form of thick lahars near Togarau, which are overlain by young Balbi II lava flows on the SE side. Some of



Key:

- | | |
|--|---------------------------------------|
| | Billy Mitchell ash |
| | Balbi II volcanics |
| | Balbi I Lahar (altered fragments) |
| | Pliocene carbonate/tuff intercalation |
| | Balbi I alteration |
| | Balbi I Lahar (fresh fragments) |
| | Balbi I volcanics |
| | Keriaka Limestone |
| | Kieta (volcanic beach conglomerate) |
| | Kieta volcanics |
| | Thrust |

Figure 3.1 Idealised geological cross-section from Mount Balbi to the Uruavi River.

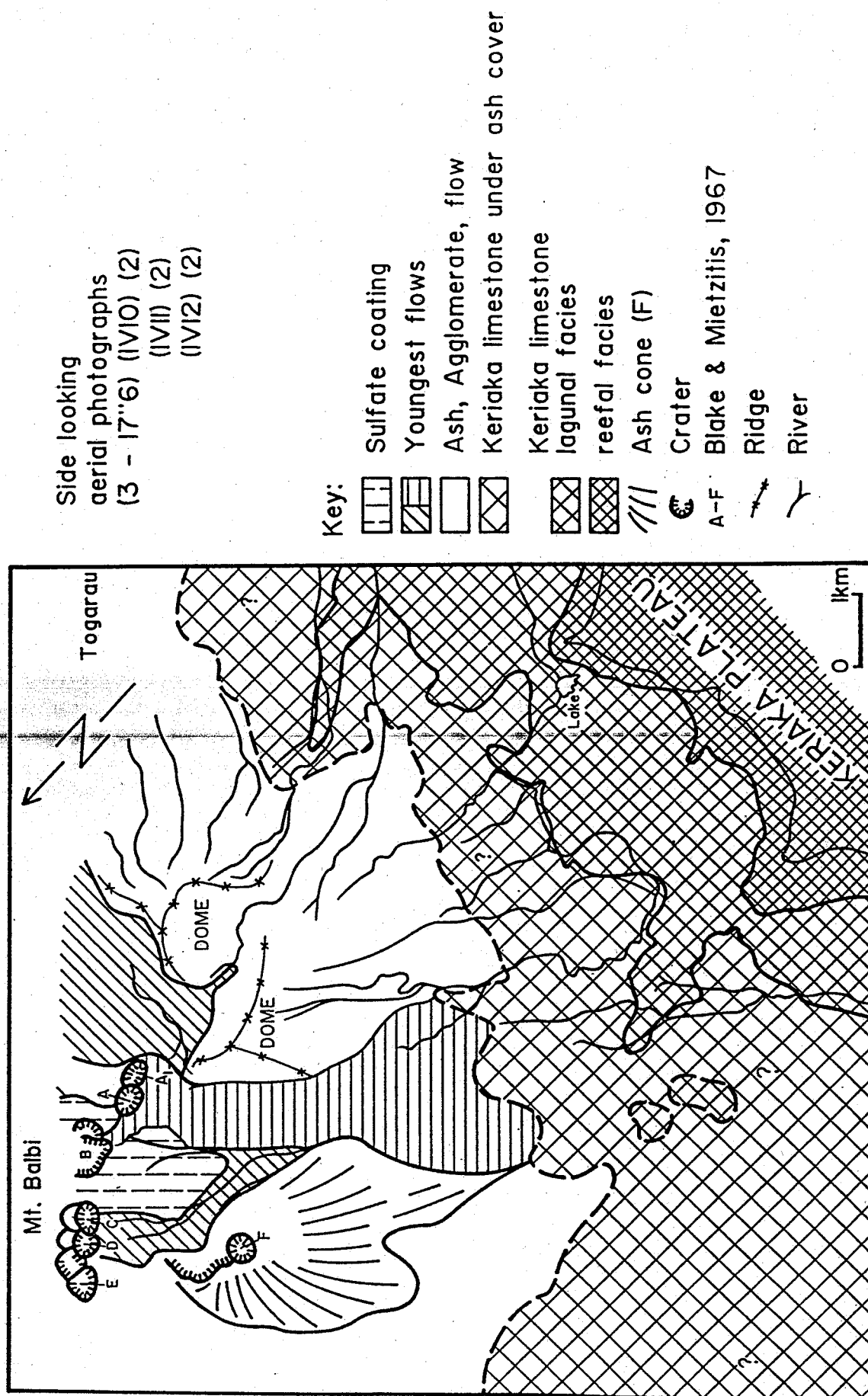


Figure 3.2 Interpreted geology of Mount Balbi's southwestern flank using SAR imagery.

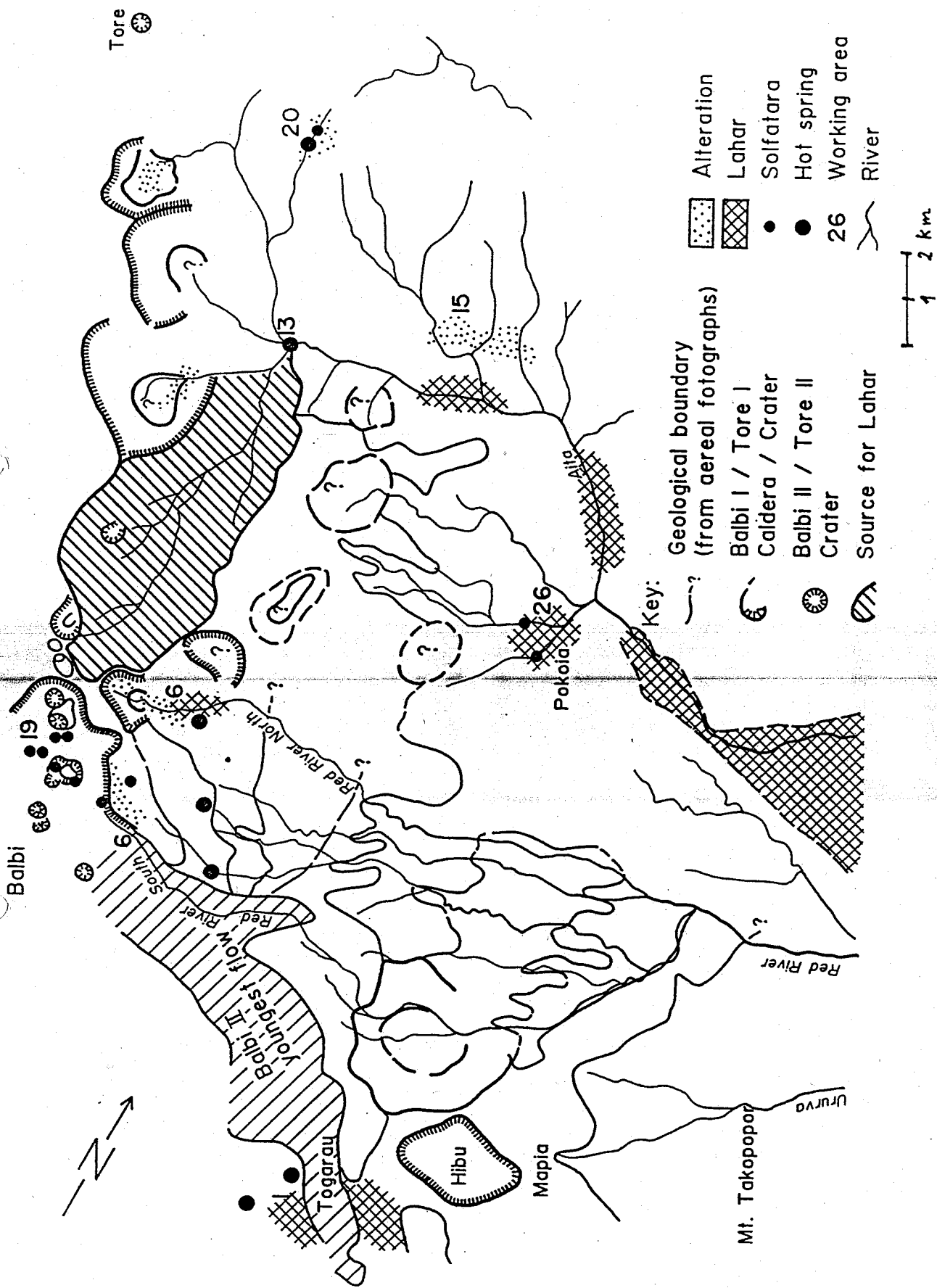


Figure 3.3 Photogeological interpretation of Mount Balbi's eastern flank.

the lahars near Uruavi contain blocks of altered lava probably derived from Balbi I.

It is possible that features belonging to the explosion crater in the upper reaches of the Red River North (crater-lake sediments), as well as the large amphitheatre formed by erosion in the upper reaches of the right-hand branch of the Aita, may be contemporaneous with the formation of the Balbi summit caldera. The summit region of Balbi is covered with Billy Mitchell ash, which is in turn encrusted with sulphates from the active solfataras.

3.2 Structure

The structure of the Balbi area is characterised by a complicated network of lineaments and fault systems. The local occurrences of Keriaka Limestone and Kieta Volcanics also suggest that faulting has taken place. In the Ururva and Uruavi area, the Balbi volcanics partly overlies Keriaka Limestone and Kieta Volcanics, which are downthrown towards Balbi in several stages by half-grabens that run both parallel and normal to the long axis of the island (Figure 3.4). This faulting is responsible for the variable elevation and strike of the Keriaka Limestone as well as for the appearance of the Kieta volcanics.

The steep lahar scarps along the lower reaches of the Uruavi, Ururva (Figure 3.4) and Aita (Figure 3.3) Rivers indicate that displacements of several hundred metres have taken place on the fault systems running parallel to the length of the island. Even the morphology of Balbi itself is evidence for this kind of faulting (Figure 3.3).

On the eastern flank of Balbi, several circular structures can be observed, some for which can be inferred to be parasitic craters. Well-developed circular structures are also present near Hibu, between Togarau and Mapia. These consist of a very flat area of fine-grained, thick, rather loamy indurated sediments (characteristic of moat deposits) surrounded by a ring of rather harder volcanic rock. Adjacent to this, to the NW of Hibu and in the direction of Balbi, a concentric shell structure can be observed which has been outlined by one of the tributaries of the Uruavi (Figure 3.4). North of Balbi, the proximity of the Tore volcanic centre is documented by several eroded craters containing crater-lake sediments. In the vicinity of Ururva, pebbles of limestone (Keriaka Limestone, sample 502Ra) and pillow fragments (Kieta Volcanics, samples 501Ra, 503Ra, 504Ra and 507Ra) were observed; agglomerate and andesite from Balbi also occur as pebbles. The pillow lavas have been strongly K-metasomatised. A sample of diorite (505Ra) from this area suggests existence of an intrusion there which is related to Balbi igneous activity, particularly since it shows chemical similarities with the Puspa and Melilup intrusions. It nevertheless shows considerable differences to the Kieta intrusions in the "Ples bilong Moses" area (Moses in Figure 3.4).

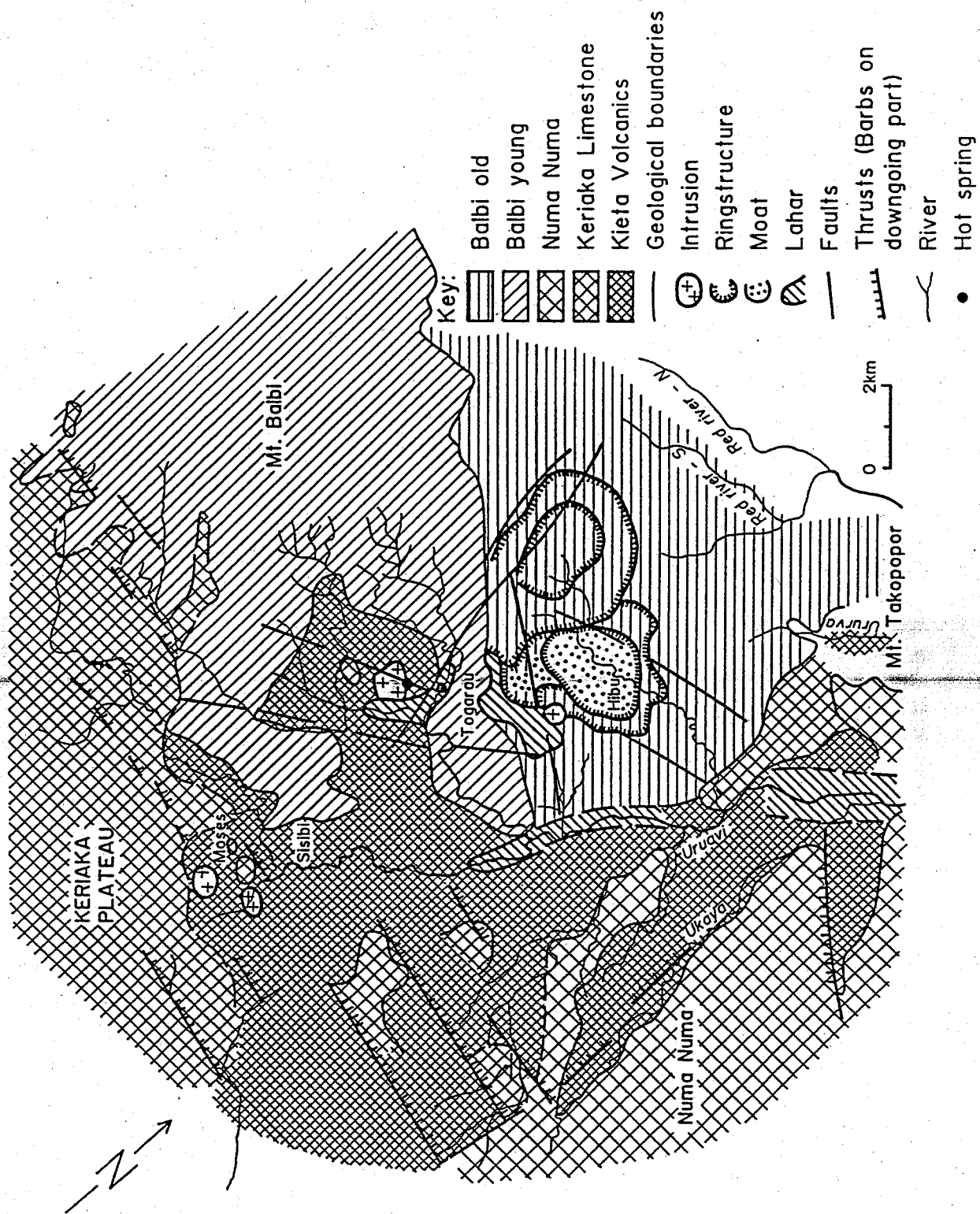


Figure 3.4 Geology of Mount Balbi's southeastern flank.

3.3 Alteration

The occurrence of solfataras in the summit region of Balbi and hot acid springs (pH 1 - 5) at an elevation of between 1500 and 1700m on the deeply incised eastern flank of Balbi (Red River and tributaries, and W of Togarau), as well as now inactive solfataras and hot springs near Pokoia and WSW of Togarau (calc-sinter), all provide evidence that intense alteration still takes place in parts of the volcano. The positions of the hot springs, which occur at approximately the same height, may be connected with the fracture system mentioned above, or with a lineament in that area (Figure 3.3).

Old, high-temperature sulphur occurs adjacent to the hot springs that precipitate sulphate. This suggests that rapid cooling is taking place, possibly due to rapid erosion.

Apart from these examples of active alteration, zones of intensively altered rock occur in the vicinity of the Red River North and South, Togarau-E, Pokoia, and Aita-S (argillisation, alunitisation, silicification and pyritisation), and extend over a few square kilometres at an elevation of 1600 - 2200m.

3.3.1 Red River North

The alteration in the Red River-N area is mainly characterized by argillisation, alunitisation and pyritisation. In places, silicified zones display steep dips. Slightly altered rocks overlie ~~strongly pyritised beds~~ and are sometimes seen to be vertically displaced, indicating the presence of a fault. Directly beneath the large fault scarps of the explosion caldera alteration is confined to joints and faults (both 80° towards 090° dip). Strongly silicified zones form waterfalls 40 - 50m high.

Samples from the strongly pyritised and silicified zones (Table 3.1) show a slightly elevated Ag content. The Au values remain below the detection limit of 10 ppb. Hg is slightly elevated, and As does not show any extremely elevated values, as was expected from the anomalies in the Red River sediment. The explanation probably lies in the high mobility of As in aqueous solution.

3.3.2 Red River South

The alteration (Table 3.2) in the Red River South area affects tuffs, agglomerates and lava flows. The primary bedding (westerly dip) can be made out as long as the alteration is not too advanced. The alteration was preceded by strong fracturing which may have been hydraulic in origin. The argillisation spreads out from the joints and permeates the entire zone of alteration (a few tens to hundreds of metres wide), although some parts are more affected than others. This joint-related alteration gives rise to pillow-shaped structures. Sometimes, fresh andesitic rock can still be recognised in the cores of the pseudo-pillows. In the early stages of alteration, the primary

Table 3.1

**SILVER, ARSENIC AND MERCURY IN ROCK SAMPLES
FROM THE RED RIVER NORTH AREA.**

Element	Ag	As	Hg	
Unit	ppm	ppm	ppm	
Det. lim.	0.1	1	0.01	
Method	AAS	Hyd	C.V.	
Sample no.	sample description			
1800Bg	1.1	50	0.10	massive ore (pyrite), proph+brecc
1900Bg	0.4	10	0.01	fine, mineralized material (tuff?)
2100Bg	0.4	40	0.03	sulfide-rich material (composite sample)
2200Bg	0.3	17	0.02	altered material (pyrite)
602Ra	1.9	5	0.02	mineralized fault 90/80, 1890m
603Ra	1.0	21	0.02	alt. pyritic andesite (channel sample)
604Ra	0.1	19	0.02	white, altered, brecc., pebble
606Ra	0.1	10	0.05	much altered tuff + greenish-blue mineral
607Ra	1.0	40		frag. of fine grains, S-rich material

blank = below detection limit

Analyses by PNG Analytical Laboratories, Lae.

Table 3.2

**GOLD, SILVER, ARSENIC, MERCURY AND ANTIMONY
IN ROCK SAMPLES FROM THE RED RIVER SOUTH AREA**

Element	Au	Ag	As	Hg	Sb	
Unit	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	
Det. lim.	0.01	0.1	1	0.01	1	
Method	Fa25	AAS	Hyd	C.V.	AAS	
Sample no.	sample description					
4203Bg	0.35	2.5	16		1	strongly silicified (opal) + pyrite
4204Bg	0.05		8			dark rock with pyrite veins
4205Bg			26	8	1	dark, much altered rk, pyrite veins
4206Bg	0.35		74	32	4	dark opal in fine matrix
4207Bg	0.05		42	80	2	pyrite with quartz
4208Bg			16	40	1	a little more pyrite
4209Bg	0.05		16	16	1	silicified concretions
4210Bg	0.05		34	14		white, porous SiO ₂

blank = below detection limit

Analyses by PNG Analytical Laboratories, Lae.

textures of the parent rock are preserved, but more advanced alteration tends to destroy all primary textures.

Subsequent silicification normally follows the same course as the argillisation with the result that silica replaces both replacement features and relict primary textures. Continuous introduction of silica has caused the rock to be cut by several generations of quartz veins. Near the SiO_2 supply conduits, the entire rock is usually replaced by different forms of SiO_2 (amorphous SiO_2 , opal CT, cristobalite, quartz; samples 4240Bg, 4246 - 4247Bg, 4249-4250Bg, and channel samples 4221 - 4232Bg). Subsequent brecciation or disintegration of the rock texture is followed by further injection of quartz along the fractures (honeycomb structure) or along planes of weakness inherited from the argillisation stage (pseudo-pillows).

Minor solfatara activity was also observed in the vicinity of the SiO_2 -supply conduits.

An irregular dark zone was observed in the area of intense silicification (samples 4243 - 4245Bg). This dark material is probably of organic origin. It might be due to a horizon rich in plant remains within the tuff sequence, or a siliceous sinter in which organic material was preserved. The latter explanation is more probable since carbonised and SiO_2 -encrusted fragments of wood were encountered in an extinct solfatara field in the Pokoia area (sample 2619Ra).

These observations demonstrate that the area exposes a section through the upper parts of an epithermal system. The elevated content of gold (up to 0.35ppm in samples 4203 - 4201Bg, Table 3.2) could be interpreted as an indication of further gold-bearing rocks at a deeper level of the same epithermal system.

As part of these investigations, a section was chip sampled (4211 - 4233Bg). The section started in a brecciated lava flow and passed into a strongly silicified region lacking recognisable primary texture. A few samples have Au values above the detection limit. The highest Au values (up to 0.14ppm) were found in white, porous, opal-rich material. These were associated with As values up to 48ppm (Table 3.3).

3.3.3 Togarau (Uruavi)

In the Togarau area, alteration is probably confined to the immediate area of a fracture zone (Figure 3.4). Float in the Uruavi River (samples 101 - 111Bg) suggests that the altered rocks were supplied by a northern tributary (between Hibu and Togarau; samples 201 - 203Bg). Near Hibu, directly to the east of the above fault zone, which is characterised by 1020m thick lahars, there is a wide, shallow, circular structure containing moat-like material, already mentioned above. The alteration could thus be related to this circular structure. Altered rock float was also observed west of Togarau in several tributaries of the left Uruavi headwater (101Ra).

Table 3.3

**GOLD, SILVER, ARSENIC, MERCURY AND TELLURIUM
IN CHANNEL SAMPLES FROM THE RED RIVER SOUTH AREA**

Element	Au	Ag	As	Hg	Te	
Unit	ppm	pp	ppm	ppm	ppm	
Det. lim.	0.01	0.1	1	0.01	1	(channel samples, 10 m each)
Method	FA25	AAS	Hyd	C.V.	Hyd	
Sample no.						sample description
4211Bg	0.02		18	2		lava flow alt. (sil.+arg.), breccd
4212Bg			30			ditto (possibly from near 11.2)
4213Bg		-1	32			"
4214Bg		-1	22			" breccd, some splintery
4215Bg	0.14	0.6	28		0.4	" partly more breccd
4216Bg	0.02	-1	18			" more brecciated + sil.
4217Bg		0.4	28			" " " "
4218Bg		-1	12		0.4	" more breccd, sil, porous, banded
4219Bg	0.02	-1	14			" nodules, replacement, little quartz
4220Bg		1.2	24		1.0	white, Qz replacement, totally alt.
4221Bg			22		0.4	st. sil, banded quartz
4222Bg		0.1	18			ditto
4223Bg		0.3	6	8		very porous Qz/opal, more breccd zones
4224Bg			10			quite hard, partly brecciated
4225Bg		0.2	14		0.4	partly gray opal, partly red opal
4226Bg		9.5	10			white material, locally some S
4227Bg	0.02	2.3	4		1.0	ditto
4228Bg		12.0	2		0.4	white, much opal
4229Bg	0.08	0.4	48			ditto, much more opal
4230Bg			10		1.0	ditto, partly opal, formerly breccia
4231Bg		0.2	10		0.4	st. sil.+ brecciated agglomerate?
4232Bg		0.3	14	10		ditto, upper part banded, W dip
4233Bg		0.2	6		1.0	ditto, dark silicified bands
<hr/>						
Single samples						
4234Bg			24		0.4	2100m, breccia+replacement, S side
4235Bg			12	4	0.4	2115m, replacement, quartz stringer (altered bands dip 0/95)

Abbreviations: alt=altered, arg=argillic, sil=silicified, Qz=quartz
blank = below detection limit, -1 = not analyzed

Analyses by PNG Analytical Laboratories, Lae.

It is surprising that the samples from the float in the Uruavi River display higher Au and Ag than those taken from the sampled left-bank tributaries (Table 3.4). I conclude that the Uruavi altered float was derived either from the Balbi lahars or from an as yet unknown alteration zone in the catchment area of the Uruavi River, but not from the alteration zone between Togarau and Hibu mentioned above. For example, several large boulders of altered material were observed at the confluence of the Uruavi and the parallel tributary west of the Ukaya, although the origin of these is not yet known. Another possibility is that they were derived from the Numa Numa or the Kieta volcanic area.

3.3.4 Aita (upper part)

In the area of the upper reaches of the Aita River, alteration zones similar to that on the Red River were observed. Air-photo interpretation demonstrated that several craters, some of which were deeply eroded, pass into the actual Tore Massif via a pre-Tore volcano (Blake and Miezeitis, 1967). Because of the extremely high velocity of the Aita River, it is difficult to collect samples of altered material (1303Ra, 1305Ra, 1309Ra). They contained slightly elevated Au (0.06, 0.08 and 0.02ppm). Sample 1305Ra contains 1.0ppm Ag, and As is also low (4, 20 and 50ppm). Sample 1305Ra is exceptional in that it contains 13.3% SiO₂, 31.6% Al₂O₃, 6885 ppm Sr, 36 ppm Th, and 898 ppm V.

3.3.5 Pokoia

West of and below the village of Pokoia, the last large right-bank tributary of the Aita River splits into several branches. The two more southerly branches host the remains of an almost extinct solfatara system, which, although split into two by a ridge of lahar material, can still be considered as one single system. The lahar material has undergone argillic alteration along several intersecting fault zones (85-90° towards 150°, 75° towards 200-225°, 75° towards 270-285°, and 75° towards 360°). The locally intense silicification (veins and sinter), the presence of native sulphur, pyrite, acid springs (pH 3 - 4.5) with a yellowish-white precipitate, the minor gas evolution, and the paucity of vegetation on the valley sides (ferns up to about 50m above stream level) all indicate that the hydrothermal activity has not ceased. A number of variably altered rock samples were analysed (Table 3.5).

Hg, Sb and Te were below detection limit in all the samples. The high Cu and Zn values (up to 3500ppm Cu and 560ppm Zn) in the black encrustations in the right-hand branch of the river are exceptional (2604Ra; this material also occurs in the laminated sinter). The coal in the vicinity of the left-hand branch is slightly enriched in Au (up to 2ppm Au, fire assay value). It appears as if the coaly material has acted as a collector of Au. The laminated sulphur and/or sulphate has a maximum of 0.14ppm Au and 2.6ppm Ag. The only limestone sample (2607Ra) contains the highest As concentration of 850ppm. This appears to be analogous to the samples of calc-sinter from

Table 3.4

**GOLD, SILVER, ARSENIC, MERCURY AND TELLURIUM
IN ALTERED FLOAT SAMPLES FROM THE TOGARAU-URUAVI
RIVER AREA**

Element	Au	Ag	As	Hg	Te	
Unit	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	
Det.lim.	0.01	0.1	1	0.01	1	
Method	FA25	AAS	Hyd	C.V.	Hyd	
Sample no.						sample description

Pebbles from the Uruavi and Wakunai rivers						
101Bg	0.02	0.6	27			breccia, matrix: sil+pyr, some opal
102Bg	0.08	1.0	31			light breccia in dark matrix + pyrite
103Bg	0.02	0.9	12			dark porous volc rk+pyrite+light min.
104Bg	0.03	1.1	32	1		banded opaque material
105Bg	0.01	1.4	16			st. sil, a little pyritized
106Bg	0.14	0.7	6	2		st.sil+alt, breccia, porous+much pyrite
107Bg	0.16	1.7	4			light, st.sil. diorite?
108Bg	0.10	1.0	34	1		cavernous breccia, reddish+Py and S
109Bg	0.14	52.5	16			breccia, white interstitial material, silica, S, sulfides

110Bg	0.10	2.7	46	2		sulfide-rich breccia
111Bg	0.01	18.0	43			dark porous, sulfide-rich, white mineral

Pebbles from the left-bank tributary of the Uruavi, E Togarau						
201Bg	0.01	1.7	6	1		breccia + greenish jasper + pyrite
202Bg	0.01	1.5	20	1		coarse pale breccia + pyrite + S
203Bg	0.01	0.9	21	1		dark volcanic rk + sulfide
300Bg	0.01	1.0	39	1		sulfide-rich, sil, breccia pebbles
400Bg	0.01	0.7	18	1		limest? + sulfide pebbles from tributary
500Bg	0.01	5.2	18	3		alt. material + pyrite
501Bg	0.01	1.0	30			ditto

Togarau-W						
101Ra		0.9	12	0.04		ditto, silicified, brecciated

blank = below detection limit						

Analyses by PNG Analytical Laboratories, Lae.

Sarime-South (2083Ra, 2084Ra). Au and Ag in the limestone sample are slightly elevated (0.07ppm Au and 1.0ppm Ag).

Table 3.5

**GOLD, SILVER, ARSENIC, COPPER AND ZINC IN ROCK SAMPLES
FROM THE SOLFATARA NEAR POKOIA**

Element	Au	Ag	As	Cu	Zn	
Unit	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	
Det.lim.	0.01	0.1	1	1	1	
Method	FA50	AAS	Hyd	AAS	AAS	
Sample no.						sample description
2601Ra	0.14		80	56	177	S lamellae / sulfate lamellae
2602Ra	0.01	0.1	100	107	120	disseminated pyrite + veinlets, quartz
2603Ra	0.04		60	15	26	silica veinlets and sinter
2604Ra	0.03	0.6	70	3500	960	"black coating" and ?salt
2605Ra	0.01	0.3	60	20	80	arg. alt. lahar
2606Ra	0.04	0.3	150	95	132	river gravel with pyrite matrix
2607Ra	0.07	1.0	850	8	33	limestone float (micritic)
2608Ra	0.02	0.2	150	84	41	red breccia with red jasper matrix
2610Ra	0.02	0.2	170	143	24	disseminated pyrite in arg. alt. rock
2612Ra	0.02	0.5	90	14	15	alt. Pl-Cp andesite
2614Ra	0.01	0.7	110	8	37	silica efflorescence
2615Ra	0.01	0.3	150	12	38	arg + alt, silicified
2616Ra	0.01	2.6	150	112	31	S veinlets
2617Ra	0.02		50	7	33	arg + alt, pyrite, dark veinlets
2618Ra	0.01	0.3	180	101	58	breccia with Fe hydroxides
2619Ra	0.10	0.3	120	86	92	"black coating" (coal)

blank = below detection limit;

some fragments in the agglomerate may indicate the presence of a metamorphic basement.

Analyses by PNG Analytical Laboratories, Lae.

4. GEOLOGY OF THE EMPEROR RANGE

4.1 Upper Uruai

4.1.1 Geological overview

Air photo interpretation of the Aita, Tore and Uruai area revealed an anomalous area of relatively low relief at an altitude between 1400 and 1900m on the drainage divide (Figure 4.1). This area contrasts strongly with the deep gorges of the Balbi, Uruai (Puspa), and Ramazon (Melilup). It is interpreted as a caldera containing three circular structures (craters), as can be seen in the air photo interpretation (Figure 4.1). The rocks of the caldera margin are sometimes fresh and sometimes propylitised. In the caldera itself, there are also young (propylitised) flows and diorite dykes. The caldera is cut by a NW-SE and NE-SW fault system and another trending N-S and E-W. Large areas of very strong alteration can be seen in the centre of the caldera. The most prominent types of alteration are alunition, pyritisation and argillisation; silicification is relatively rare.

A small spring occurs on the south side of the caldera (about 25°C and pH 5.5), and in this area the silicification is somewhat stronger. The right-bank tributaries of the right-hand main branch of the upper Uruai are milky, whereas the left-bank tributaries contain boulders encrusted with iron hydroxides. One milky tributary was observed in the area of the clear, left main branch of the upper Uruai. The pH of the streams vary between 5 and 5.5, which can be considered normal on Bougainville. The milkiness is caused by a suspension of kaolin and indicates intense argillisation which is encountered along faults as well as over more extensive areas. The red encrustations in other streams indicate strong pyritisation of the rocks.

In the caldera, a large slumped block of argillic rock was observed on the northern side of the central circular structure (Figure 4.2).

4.1.2 Explanation of the geophysical profiles

The geology of the geophysical profiles is explained in Figure 4.3, although exposure is very poor along the profiles. However, geological observations made in isolated, deeply incised streams supplement those made along the main rivers. With the additional help of air-photo interpretation, it is possible to obtain a broad outline of the geology along the profiles. Several intersecting profiles were surveyed. The centre of the profiles lies almost exclusively in argillised rocks. In the east, in the vicinity of the second circular structure, the alteration is alunitic and pyritic.

In contrast, an area of silicification occurs amongst the alunited and argillised rocks. Diorite dykes were observed nearby. Narrow rib-like ridges of propylitised to fresh

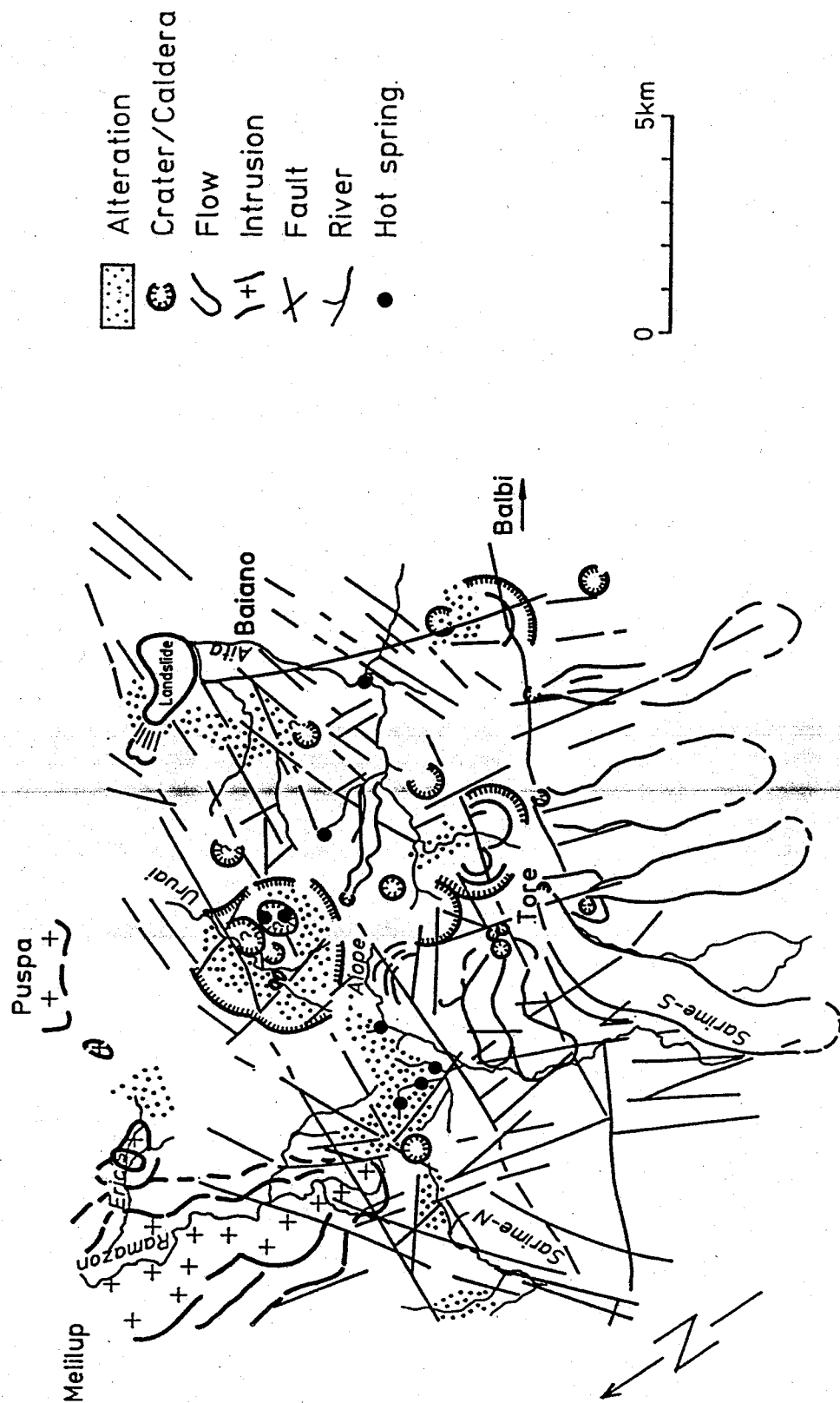
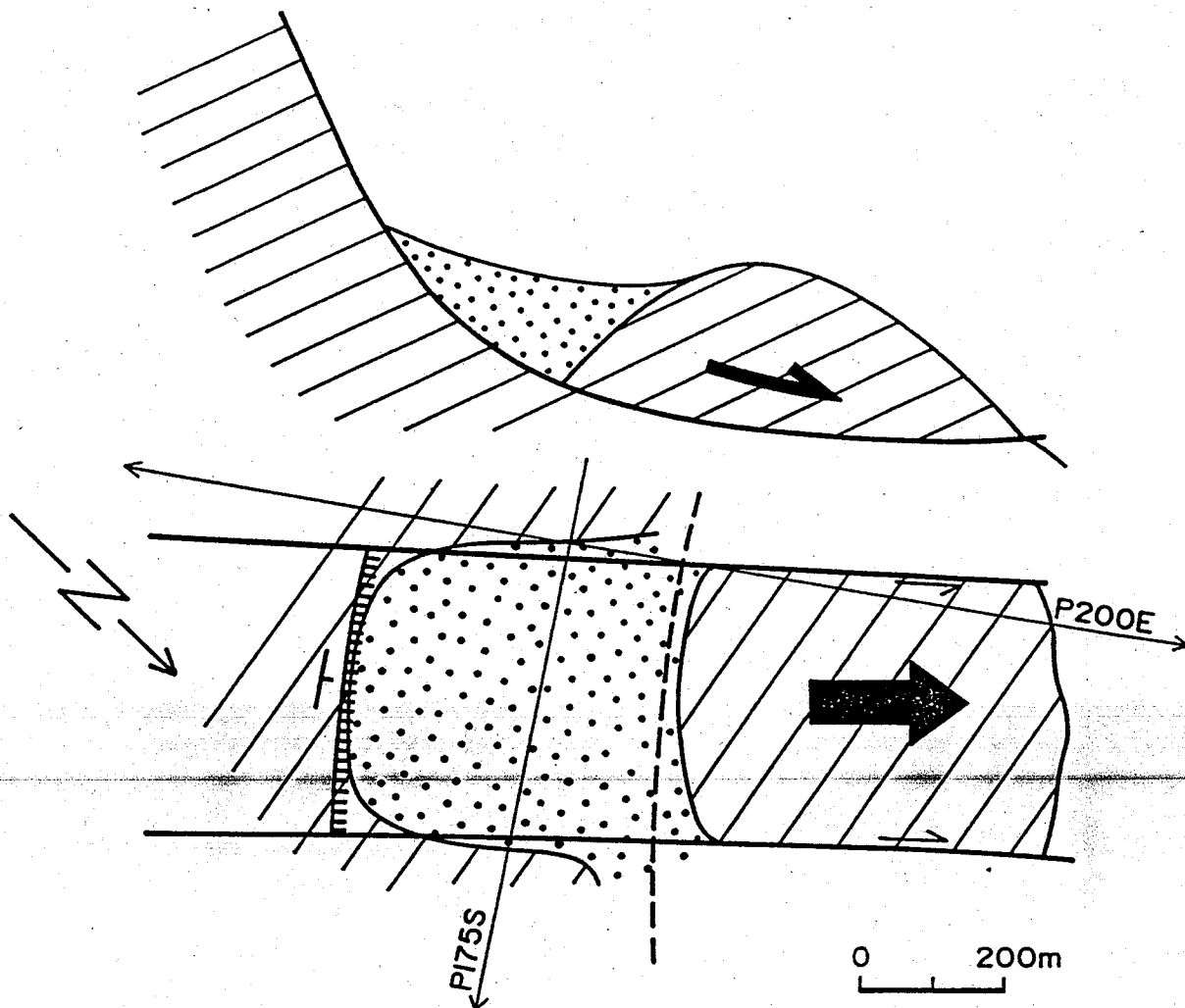


Figure 4.1 Photogeological interpretation of the Aita, Aiope, Sarime, upper Uruai and upper Ramazon Rivers area.



Key:



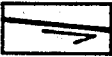

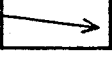
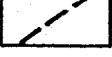
-  Argillic alteration
-  High water content in alluvials
-  Fault
-  Listric plane
-  Geophysical profile
-  'Road'

Figure 4.2 Rock slide, upper Uruai River.

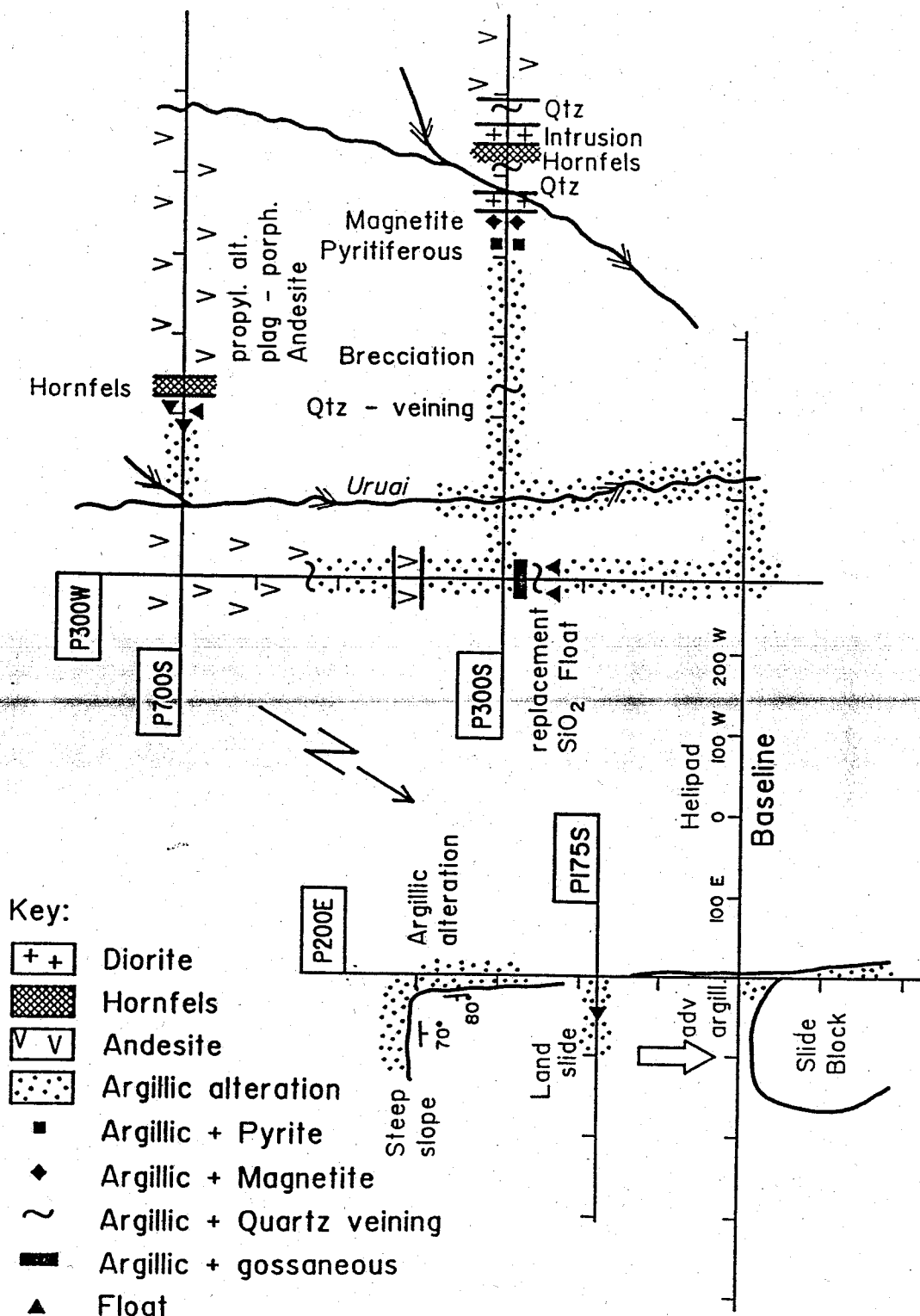


Figure 4.3 Geology along geophysical profiles in the upper Uruai River area.

andesite stand out from the strongly altered area (Figures 4.3 and 4.4).

The analysed samples from the upper Uruai, Aiope and west of Siribia in the general area of the profile (Table 4.1) show Te values between 1.4 and 3.0ppm. Hg is elevated in shear zones (2003Ra, 2009Ra). Boron shows a maximum of 40ppm, and As is very low. Gold varies between 0.02 and 0.06ppm. Samples 2012Ra (0.16ppm) and 2017Ra (0.12ppm) show elevated Au. Silver is slightly elevated in some samples, but otherwise is below the detection limit (Table 4.1).

Some samples were collected along the geophysical profiles. The Au values are similar to those quoted above. The SiO₂-rich rocks display considerably lower As (45ppm) than the argillised rocks (227ppm). Au is generally low (0.01 - 0.07ppm). The Ag content of the quartz-rich rocks is higher than that of the argillised rocks (sample 2126 = 8.1ppm Ag is an exception). Copper and zinc vary widely between 3 and 310ppm Cu and 20 and 170ppm Zn (Table 4.2).

4.2 Kuepo

In the area of the Ramazon River between Tofu and Melilup, there is a hill called Metu (Figure 4.5). The various rivers flow past the hill, the Ramazon on the E, the Melilup on the S and the Tewe on the N and W. A prominent feature is the deep erosion channel cut by the Kuepo into the southern slope of the hill. ~~The lower part of the channel consists of propylitised andesites and fragmented hornfels.~~ The gorge is partly filled with fresh rock falls (andesite with large phenocrysts of plagioclase, clinopyroxene and biotite) between which are layers of very altered material. The rocks become more fragmented as one goes further up the stream. The N-S and E-W joints and shear zones display strong alteration (pyrite and clay minerals). Even gypsum appears, as the latest mineral, along the same joints. In the central part of the stream bed, strong argillisation and pyritisation can be observed between 600 and 900m elevation. Outcrop consists of layers of andesite and agglomerate which have been altered along an E-W fault zone parallel to the valley. In the roof region of this zone, some quartz veins also occur, and pyrite veins were observed in the more silicified parts. Gypsum was found as last phase in a polymict breccia (hornfels, and altered material with and without pyrite) in the stream bed.

Gold values in the upper part (900m) of the altered area lie below the detection limit. Two samples in the lower part show elevated gold; sample 2056Ra, an altered plagioclase porphyry exposed at about 500m has 0.06ppm Au, and sample 2059Ra, an altered andesite containing pyrite and a little gypsum, occurs at 570m and has a gold content of 0.24ppm.

Upstream, in the roof part of this strongly altered zone, the agglomerate-andesite sequence is intruded by a coarse-porphyritic andesite plug/dome showing curved columnar jointing.

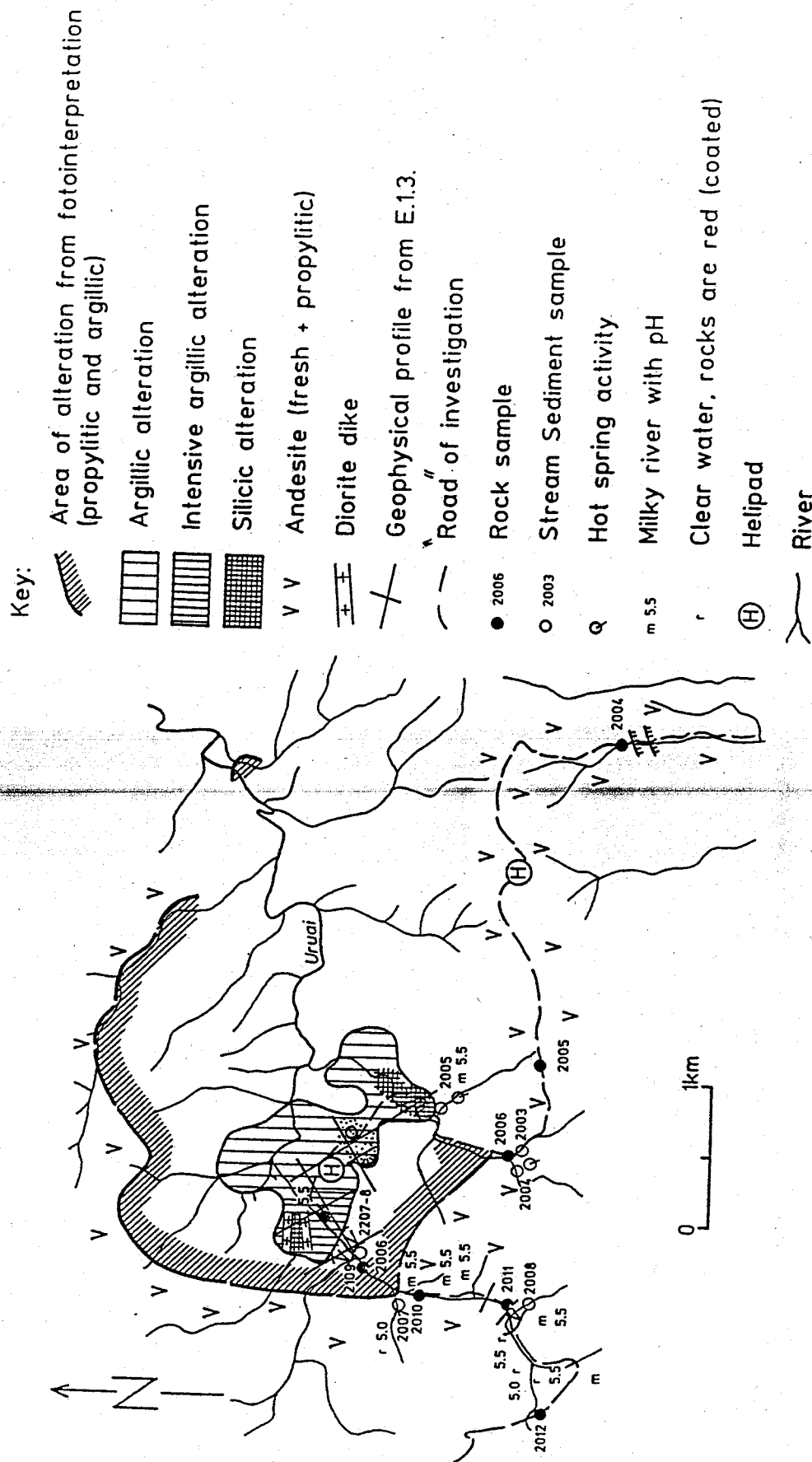


Figure 4.4 Distribution of alteration types in the upper Uruai River area.

Table 4.1

**GOLD, SILVER, ARSENIC, MERCURY, TELLURIUM AND BORON
IN ALTERED ROCKS IN THE SIRIBIA, UPPER URUAI AND AIOPE AREAS**

Element	Au	Ag	As	Hg	Te	B	
Unit	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	
Det.lim.	0.01	0.1	1	0.01	1	10	
Sample no.							sample description
2003Ra	0.02		2	60	2.2	20	joint selvage (west of Siribia)
2006Ra	0.06	1.0	22		2.2	20	joint 90/45 (right bank of Uruai)
2007Ra	0.06	3.5	4		2.0	-1	alt. (upper Uruai)
2009Ra	0.04		6	75	2.4	10	ditto
2011Ra	0.06		4		2.4	40	ditto
2012Ra	0.16	1.0	12		3.0		ditto
2013Ra	0.06		4		2.8	20	alt. (Aiope)
2017Ra	0.12	1.5	24	12	1.4	20	ditto

blank = below detection limit

Analyses by Astrolabe Analytical, Madang and X-ray Laboratories, Ontario (Canada).

Table 4.2

**GOLD, SILVER, COPPER AND ZINC IN ALTERED ROCKS
FROM GEOPHYSICAL PROFILE LINES IN THE UPPER
URUAI RIVER AREA**

Element	Au	Ag	As	Cu	Zn	
Unit	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	
Det.limit	0.01	0.1	1	1	1	
Method	FA25	AAS	Hyd	AAS	AAS	
Sample no.						sample description
2126Ra	0.02	8.1	290	310	30	arg.alt. + pyrit (profile 300W/275S)
2127Ra	0.02	0.2	300	8	24	arg. + dark qz-veins
2128Ra	0.03	0.2	190	166	20	pyrite float
2129Ra	0.01	0.5	90	14	42	sil. float
2130Ra	0.01	0.1	150	8	45	arg. alt.
2131Ra	0.01	0.8	70	57	122	strongly brecciated, pyrite veins
2133Ra	0.04	1.0	60	20	39	quartz vein
2134Ra	0.01	0.8		3	46	ditto
2135Ra	0.01	1.4	20	52	60	"
2136Ra		1.8	40	9	46	"
2137Ra		1.0	30	4	37	"
2138Ra	0.03	0.7	200	27	23	"
2140Ra	0.02	0.1	230	23	44	arg. alt
2141Ra	0.03	0.6	200	258	72	"
2142Ra	0.03	0.2	130	14	35	"
2143Ra	0.07	1.0	360	17	170	arg. sil.

blank = below detection limit

Analyses by Astrolabe Analytical, Madang.

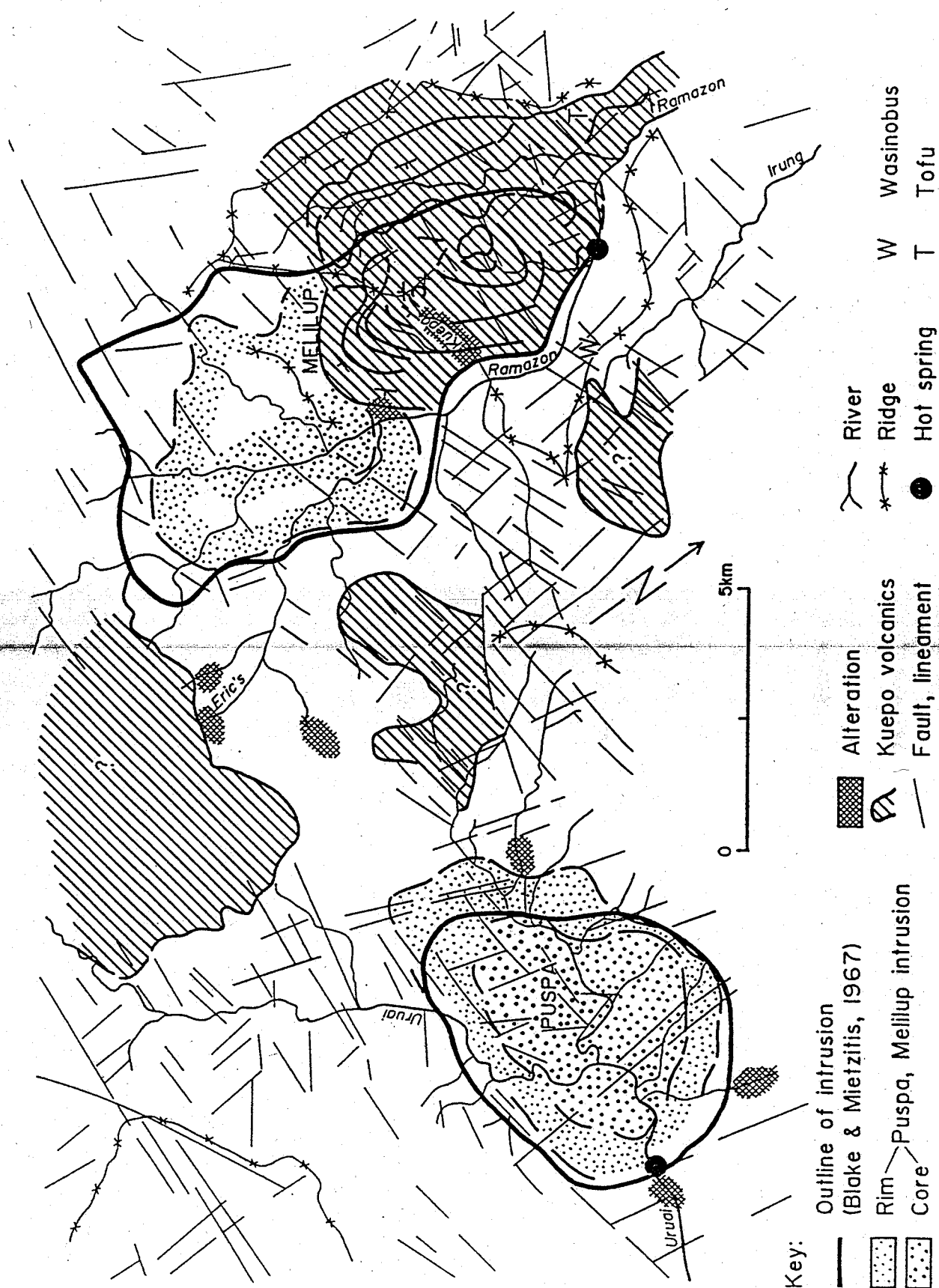


Figure 4.5 Photogeological interpretation of the Uruai-Ramazon Rivers area.

The plug or dome, which passes into an andesite lava flow parallel to its sides, gave rise to the fresh rock falls mentioned above.

This characteristic rock can also be observed in the vicinity of Eric's River, near Wasinobus, and on the western side of the Tewe. Neutral hot springs also occur on the banks of the Ramazon N of its confluence with the Keupo, and in the Ramazon itself.

Air-photo interpretation of the area around Kuepo shows two overlapping structures which are made up of concentric shells; they can be interpreted as one volcano consisting of two volcanic centres. The existence of the circular structural grain in this relatively low relief area suggests this region is a caldera (Figure 4.5). The occurrence of massive hornfels provides evidence for the existence of intrusive rocks in the immediate vicinity beneath the plug/dome. The plug/dome has been dated as 0.954Ma using the K-Ar method. Several andesites from the same general area, give ages of 0.9 and 2.1Ma (dates by Amdel, Australia). Continuing southwards along the Ramazon, one encounters a series of intrusive rocks with marginal facies, hornfelses and isolated andesite sheets. The roof and marginal parts of the intrusions show strong alteration, similar to that at Kuepo. A good example of intense alteration can be seen in the landslide in the upper reaches of Eric's River. It is interesting that the coarse porphyritic andesite also occurs here as the highest unit. Since it is unaltered, this andesite could be considered either as an impermeable roof material through which the solutions could not penetrate, or as a product of the last phase of eruption during or after collapse of the caldera. The latter possibility appears to be more reasonable. It could in fact be an analogous situation to that at Balbi I and Balbi II (Figure 4.6). The large block of breccia in the Ramazon consists of blocky debris set in a matrix of crater-lake sediments and was probably derived from Eric's River. This theory was corroborated firstly by lake sediments which were observed near the landslide, and secondly by an old man who told me that he remembered a lake in the upper reaches of Eric's River. I suggest that forty to sixty years ago, this lake broke the natural barrier and since then, the river has been murky. Two samples from this area were analysed (see below). The sample from the vicinity of the landslide barrier shows elevated gold.

Sample	Au	Ag	As	Cu	Zn	Rock
2144Ra	0.01	0.9	120	237	29	lake sediment pyrite
2145Ra	0.74	0.2	180	82	101	silicified breccia (barrier)

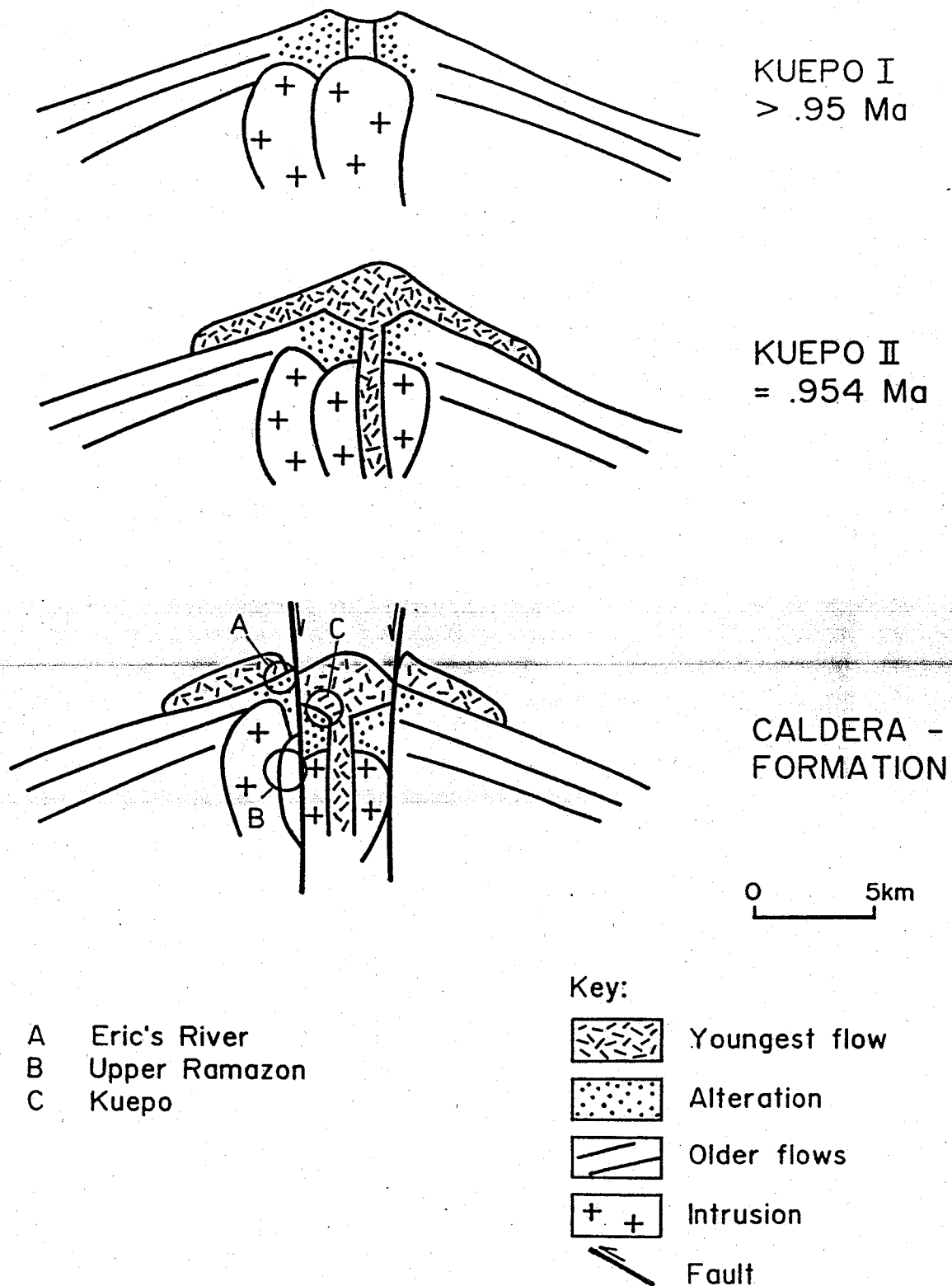


Figure 4.6 Caldera formation mechanism in the Kuepo-Eric's River area.

4.3 Ramazon (left-hand headwater)

The southernmost intrusion in the area of the Ramazon source shows Cu - Au mineralisation near the contact. The marginal facies of the diorite (Cu 6000ppm, Au 0.40ppm) and the hornfels (Au 0.38ppm) are mineralised (chalcopyrite and malachite). Stream sediments from the three last headstreams of the western Ramazon show elevated Cu values (310 - 400ppm). The Au values (0.2 - 4ppm) are higher than in neighbouring streams. The bulk-stream-sediment samples from the Ramazon area yield values of 0.3 - 2.4ppb Au. A value of 10.7ppb Au in a bulk-stream-sediment sample (sample 058K) from the area of the western source is an indication of gold enrichment. Elevated copper (1000ppm) was demonstrated in a microdiorite from Eric's River from the contact with the Melilup intrusion.

4.4 Sarime-South and Aiope

A zone of extensive alteration was observed in the source area of the Sarime-N, Sarime-S, and Aiope Rivers S of the Ramazon catchment area. The alteration is confined to the lower parts of the valley sides and the altered rocks are overlain by fresh andesites and thick lahar deposits which appear to have followed an old topographic surface. Present-day erosion has cut deeply into the lahar deposits. The situation is similar to that at Balbi, Kuepo and Eric's River.

A warm spring issues from a small right-bank tributary of the Aiope (near 1565m, pH 6.5, milky). Other hot springs occur in the Sarime-S and the tributaries near the Aiope (milky streamlets enter from left bank, pH 6). One neutral hot spring (near 1500m, pH 7 - 7.5) with travertine and stalagmites and several small, warm acid springs (1595m to 1620m, pH 4 - 4.5) and small solfataras (1620m) were observed issuing from highly argillised rock in the same area. In Sarime-S, a cascade-like escarpment was found which was made up of brecciated, rebrecciated, and partly silicified, alunitised rock. However, most of the valley is affected (at least near the acid springs) by continual collapse of soft, argillic, pyrite-rich material from the sides. This is the cause of the greenish-white colour of the main stream over its entire length. Float in the stream consists of small proportions of andesite, and a variety of alunitised, pyritised, silicified and polybrecciated rocks.

Data on the analyzed rock samples are given in Table 4.3. Gold values in these variably silicified rocks are low (< 0.01-0.03ppm). Silver lies around the detection limit. In contrast, the softer portions (slipped material) and acid hot springs show slightly elevated Au and Te and low As (samples 2022Ra and 2023Ra). Other samples analysed by PNG Analytical Laboratories generally display slightly elevated As. Near the neutral hot spring, As is 870ppm and 900ppm in samples 2083Ra and 2084Ra (respectively).

Table 4.3

**GOLD, SILVER, ARSENIC, COPPER AND ZINC FROM
ALTERED ROCKS IN THE SOUTH SARIME AREA**

Element	Au	Ag	As	Cu	Zn	
Unit	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	
Det.limit	0.01	0.1	1	1	1	
Method	FA50	AAS	Hyd	AAS	AAS	
Sample no.						sample description
2071Ra	0.03	0.1	150	80	43	polybrecciated, veins, malachite coating
2072Ra	0.02	0.1	180	185	28	sil., pyrite (disseminated + veins)
2073Ra	0.03	0.1	90	11	32	cavernous "replacement silica"
2074Ra		0.2	190	393	111	arg., partly sil., pyrite + S
2075Ra	0.02	0.1	130	135	136	arg. propylitic andesite
2076Ra		0.1	130	77	99	arg. alt. with patches of pyrite
2077Ra		0.1	90	14	36	coarse patches of pyrite with qz veinlet
2078Ra		0.1	100	37	26	pyrite patches in "replacement silica"
2079Ra	0.03	0.1	110	19	45	arg. alt. + SiO ₂ , pyrite+Cu veinlets
2080Ra	0.03	0.1	130	30	38	breccd, sil. coating of barite Xtals
2081Ra	0.01	0.1	90	32	34	breccd "repl silica", br & wh vein
2082Ra	0.01	0.1	100	50	42	"repl silica", arg. Pl, Py(diss + vein)
2083Ra	0.01	0.1	870	10	216	banded calcareous sinter (hot spring)
2084Ra		0.1	900	5	130	stalactite (aragonite, hot spring)
2085Ra		0.1	140	140	46	alt. diss Py+S, + Py vein, chalcocite
2086Ra		0.1	110	11	46	arg. alt. breccd + green SiO ₂ veins
2087Ra	0.01	0.1	60	4	22	arg.alt. + chalcocite veins
2088Ra		0.1	180	24	238	brecciated breccia, matrix pyrite-rich
2089Ra	0.02	0.1	220	91	81	relatively fresh andesite
<hr/>						
	Au	Ag	As	Hg	Te	(Astrolab Analytical)
2022Ra	0.10		20	20	0.8	landslide, arg. alt., pyritised, 1540 m
2023Ra	0.10	1.0	24		0.8	alt. pyritised, soft; solfataras, 1650 m

blank = below detection limit

(Hg, Sb, and Te below detection limit of 0.1, 1, and 1 ppm, respectively).

Analyses by Astrolabe Analytical, Madang.

4.5 Sarime-North

In contrast to the lower part, the upper reaches of the Sarime-N River (1300-1700m) show zones of extreme silicification (replacement silica, brecciated several times; samples 94Su, 96Su, and 98 - 105Su). In addition there are zones of argillisation and propylisation (samples 89 - 92Su, 95Su, and 97Su). In the propylitised zones, malachite (eg. sample 92Su-Au 0.08, Cu 670, Zn 410, As 230, all ppm), and chalcocite (eg. sample 93Su-Au 0.01, Cu 217, Zn 43, As 180ppm) were observed. Silicification appears to occur predominantly along N-S and E-W fracture zones. Small pyrite veins with bleached contact zones occur in replacement silica and strike between 030° and 070°. In some places on the upper reaches of the Sarime-N, the replacement silica shows hydraulic brecciation. The breccia is then cemented by a second generation of silica or pyrite. The fracture planes are variable in direction (90° towards 120°, 50-70° towards 200°, 60° towards 210°, 45° towards 230° and 50° towards 320°). When replacement silica occurs as fragments in strongly argillised rock, it is an indication that silicification was followed by strong movements accompanied by argillisation.

The samples of replacement silica have surprisingly low precious metal contents (Au < 0.01 - 0.4ppm, Ag 0.1 - 0.3ppm; only sample 103Su has 5.1ppm Ag). Arsenic is elevated and lies between 60 and 280ppm. Copper is low (Cu 10 - 31ppm; samples 97Su, 99Su and 100Su have Cu = 5499 and 103ppm, respectively).

The tributaries of the Sarime-N mostly have a pH of 5 - 5.5. Only a few right-bank tributaries have a pH of 4 - 4.5. This may be due to the chemistry of the strongly silicified zones or to concealed hot springs, as was observed in Sarime-S.

5. STRUCTURE

5.1 Overview

The structure of the northern part of Bougainville is extremely complex. In general, the air photographs and side-looking radar images show two main fault or fracture directions.

1. A NW-SE and NW-SW system which overlaps (2) in time,
2. A N-S and E-W system.

These two systems include both transcurrent faults and normal rift faulting (giving rise to horsts and grabens). A number of young volcanoes have formed and tend to coincide with zones of weakness; they overlie the Kieta Volcanics and the Keriaka Limestone. A ridge formed by Kieta Volcanics forms the SE spine of Bougainville and continues towards the NW. Several old intrusions provide evidence of more or less continuous volcanic activity. In the Atamo - Kopani - Billy Mitchell area, the Kieta Volcanics are overlain by the Keriaka Limestone. The Keriaka Limestone is thickest and reaches its highest elevation in the Keriaka Plateau. In the Balbi and Wakunai areas, the Keriaka Limestone and Kieta Volcanics have been downfaulted to an elevation of only 50m above m.s.l. Pillow lavas belonging to the Kieta Volcanics are exposed in the deeply incised Numa gorges.

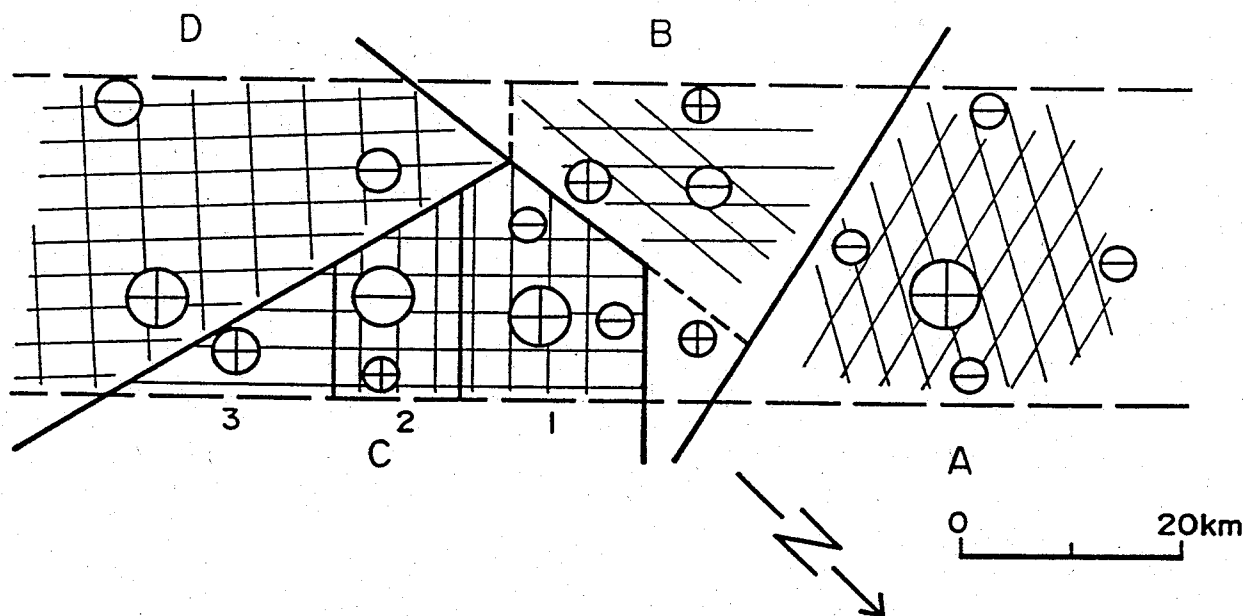
In the Emperor Range, limestones, tuffs and pillow fragments (Keriaka Limestone and Kieta Volcanics) were observed in the Uruai River. The occurrence of Keriaka Limestone and Kieta Volcanics at widely different elevations and with variable strike suggests that faulting and tilting have defined areas which are best described as blocks. Thus the northern part of Bougainville can be subdivided into four blocks (not including the area of Buka Island) as follows:

- A. Emperor Range
- B. Balbi, Tore
- C. Numa, Billy Mitchell, Bakanovi
- D. Bagana, Karato, Atamo, Panguna

These four blocks, however, are themselves broken up, giving rise to horsts and grabens. Block margins are characterised by intense shearing and strike-slip movement, which can be distinguished from the vertical movement of the individual blocks. The arrangement of the blocks and the areas of relative upthrow and downthrow are illustrated by means of a model diagram (Figure 5.1).

5.2 Block A: Emperor Range

The Emperor Range volcanics are the oldest of the post-Kieta volcanics. The central part of this block has been raised more than the eastern and western parts. This can be concluded from the occurrence of different erosion levels. The Puspa intrusion



- A Emperor range
- B Balbi - Keriaka - Tore
- C 1) Numanuma 2) Billy Mitchell 3) Bakanovi
- D Bagana - Karato - Atamo
- ⊖ Subsidence (relative)
- ⊕ Uplift (relative)
- ▨ Fault systems
- Major shear zones
- and block boundaries

Figure 5.1 Idealised fault block distribution in central and northern Bougainville.

shows deeply incised erosion. Float includes limestone (Keriaka Limestone ?) and fragments of pillow lava (Kieta Volcanics). Finely laminated tuffs similar to those near Karato and Atamo locally show intense silicification. These rocks and the intrusions at Melilup and in the southern Ramazon area show that stratigraphically low parts of Emperor Range volcanics can be encountered at relatively high elevations. The marginal areas of this block are characterised by gentle circular structures (Aita and Aruai) in the SE and E, and by the remains of volcanic cones with clearly recognisable lava flows in the W and N of the block (the vicinity of Tore and Upper Uruai, Sarime, Baniu, Kuepo and NW).

5.3 Block B: Balbi, Tore

The Balbi block contrasts strongly with the Emperor Range block, since the former has suffered downfaulting in the centre, as described above.

5.4 Block C: Numa Numa, Billy Mitchell, Bakanovi

Block C is subdivided into three sub-blocks: Numa Numa, Billy Mitchell, and Bakanovi. The Numa Numa block stands considerably higher than the Billy Mitchell block. This is clearly seen in the Tekan River where it is deeply incised in Numa Numa lahars (with sandy layers dipping 10° towards 026° and 15° towards 040°) which are overlain by Billy Mitchell ignimbrites. The Borora River has cut a similar deep gorge in which pillow lavas belonging to the Kieta Volcanics (possible dip 10° towards 26°) are also present. In the Koriba, a southern, subparallel tributary of the Tekan, the Billy Mitchell rocks occur at a low elevation as a thick sequence. Between these two rivers, a steep escarpment was observed which consists of Numa Numa lahars and provides evidence of block faulting (Figure 5.2). The Pukarobi River has only incised its course in Billy Mitchell material. In the SE, karst features masked by the overlying Billy Mitchell cover can be recognised on air photographs. Limestone (Keriaka Limestone) and pillow lavas (Kieta Volcanics) crop out once more in the Bakanovi area. The Bakanovi part of this block occupies a high position in relation to Billy Mitchell. The eastern flank of Billy Mitchell is remarkably gentle. This could be due to tilting of the block towards the W, or downfaulting of the crater area along another fault system. The air photographs clearly show two active fault systems: one trending NE - SW along which the Billy Mitchell part has been lowered with respect to Bakanovi and Numa Numa, and the other trending E - W along which the relative movements between blocks C and D took place. The crater lake of Billy Mitchell is basic (pH 9), and thick deposits of calcareous sinter were observed along the stream which drains it. This suggests that the lake is in contact with limestone.

5.5 Block D: Bagana, Karato, Atamo, Panguna

In block D on the SW side of the island, the ridge formed by the Kieta Volcanics can be seen to plunge from the SE (highest

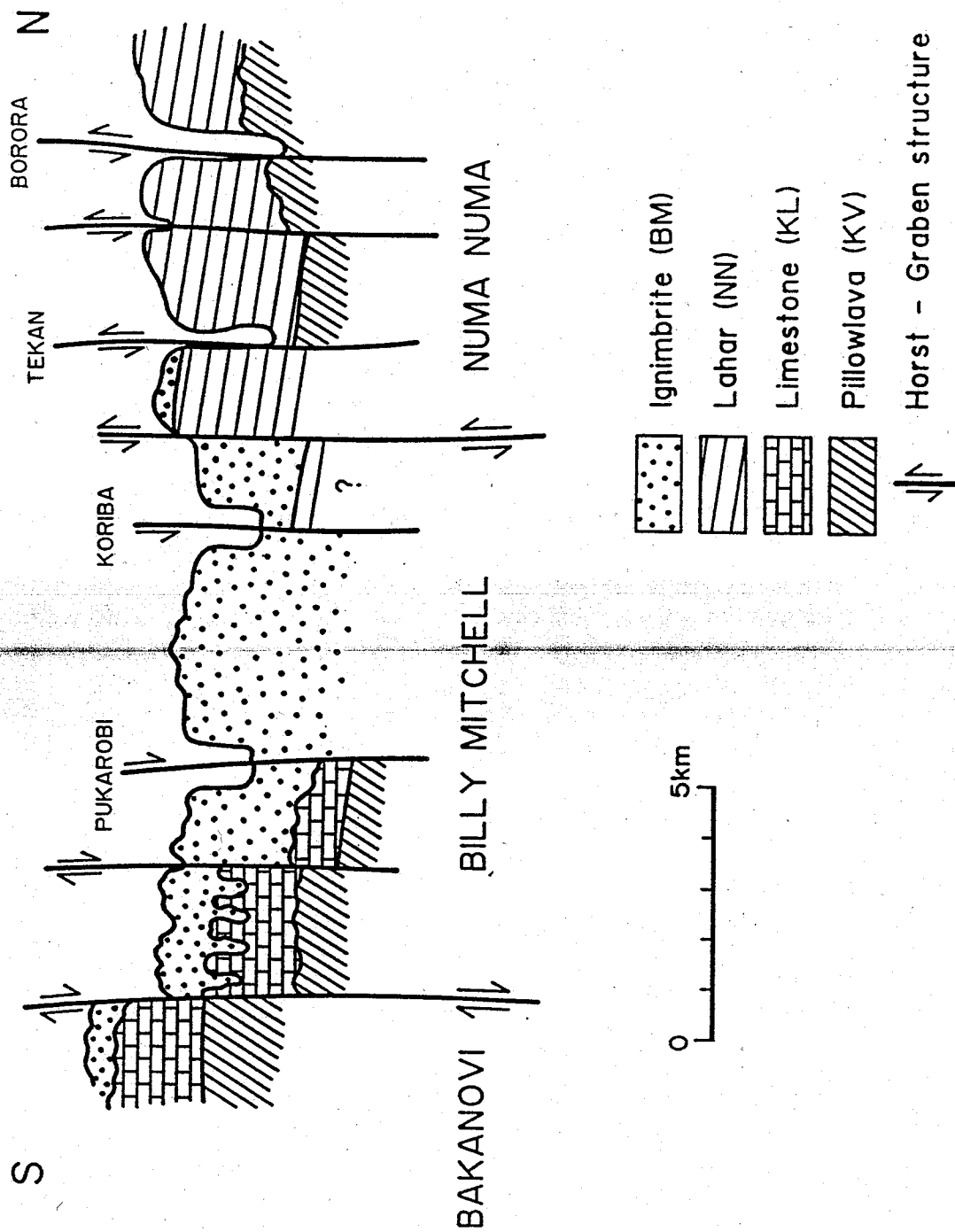


Figure 5.2 Idealised horst and graben structure within fault block C in the Numa Numa, Billy Mitchell and Bakanovi area.

elevation in the Panguna area) to the NW (lowest level in the Bagana area), where it finally disappears beneath alluvial deposits. In the Karato area, the rapid change in strike of the silicified tuffs points to the existence of considerable block faulting. The apparently great thickness of these tuffs can be explained by a step-like sliding towards the SW associated with tilting in the same direction. The occurrence of several smallish intrusions is probably due to the existence of roughly E - W trending half-grabens.

The Atamo area is situated in a region of uplift whereas the Bagana area is characterised by downfaulting.

6. PETROGRAPHY

Fresh and slightly altered rocks were examined petrographically and a summary of the distribution of phenocrysts in the young volcanics is given in Table 6.1; the primary mineralogical composition of the plutonic rocks is given in Table 6.3. In addition, Tables 6.2, 6.4 - 6.8 give a more detailed breakdown of the phenocrysts, groundmass and alteration of all the igneous rocks studied. Figure 6.1 attempts to classify the younger volcanics and the Kieta Volcanics by their modes using Streckeisen (1980) nomenclature. Appendix 1 lists sample locations, and Appendix 2 lists abbreviations used in this chapter.

6.1 Volcanic rocks

6.1.1 Billy Mitchell

The large inclusions of volcanic rock in the ignimbrite exposed at Pukarobi normally consist of plagioclase, hornblende, opaques, apatite; the texture is porphyritic. Pyroxene occurs as phenocrysts in samples 3001Bg and 3401Bg, and as an armoured relict (3101Bg and 3301Bg), or is completely absent (3201Bg: pumice). The groundmass is glassy and contains microlites of plagioclase and opaque minerals. There is only minor alteration (Table 6.2).

6.1.2 Numa Numa Volcano

Plagioclase and phenocrystal hornblende \pm clinopyroxene normally occur. Orthopyroxene is found as a reaction rim around hornblende (sample 1806Ra). Sample 1805Ra contains titanite and rutile. Samples 1801Ra and 1806Ra contain altered biotite. The plagioclase-pyroxene-opaques groundmass is fine grained and shows slightly more alteration than at Billy Mitchell (Table 6.2).

6.1.3 Mount Balbi

The lava flows of Mount Balbi are all porphyritic plagioclase-clinopyroxene-magnetite rocks. In addition, clinopyroxene-mantled relicts of orthopyroxene were observed in almost all samples. Only in 1905Ra does orthopyroxene occur as phenocrysts in almost the same abundance as clinopyroxene. The mantled relicts of orthopyroxene indicate that reaction has taken place between orthopyroxene (hypersthene) and a fresh Ca-rich melt (Table 6.2).

Samples belonging to the older Balbi I volcano have a higher content of apatite and contain biotite or hornblende as additional phenocryst phases. In contrast to these specimens, those belonging to Balbi II are characteristic of dry magmas.

Although olivine was not observed, it was presumably present in sample 1304Ra (pseudomorph of smectite after olivine). Similar observations were made by Blake and Miecitis (1967), who

Table 6.1

**PETROGRAPHIC SURVEY OF BILLY MITCHELL, NUMA NUMA, BALBI, TORE AND
EMPEROR RANGE YOUNGER VOLCANICS**

Phenocrysts

Pl	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Cp	+	+	+	+	+	o/+	+	+	+			+
Op		o	o	o/+	o/+						?	
Hb			+	+/?		+	+/?			+		
Bi				+	+		+	+	+			
Sanidine									+			

101	109	103	1302	105	3001	1801	907	4604	1707	1605	1805
1102	608	612	1806	112	3101	2004	1202		1802		
1604	609	1607	2018	601	3301	2016	1501		2050		
2014	610	1903	2019	613	3401	2706	2005		3201		
2061	611		2020	1603		4609	2010				
2062	1301		2021	1904			2015				
2110	1304		2024	2008			2031				
2122	1901		2063	2089			2036				
#2716	1902		2609	2611			2055				
#2717	1905			2613			2060				
4601	2001			4467			2066				
	2064			4701			2067				
	2065			4705			2068				
	2090			4709			2069				
	2112			6062			2070				
	4433						2111				
	4468						2139				
							2146				
							4478				
							4501				
							4602				
							6061				

Key: + present
 o armoured relict
 ? uncertain
 # Kieta Volcanics

Abbreviations: Ab albite, Act actinolite, Ap apatite, Bi biotite, CC calcite, Chl chlorite, Cp clinopyroxene, Ep epidote, Fs feldspar, GU geological unit, gl glassy, Hb hornblende, Hm hematite, Kf potash feldspar, met metamorphic, Mu muscovite, Mt magnetite, Ol olivine, Op orthopyroxene, oph ophitic, Om opaque minerals, Ph phlogopite, Pl plagioclase, Pr prehnite, Pu pumpellyite, Px pyroxene, Qz quartz, Rt rutile, Ser sericite, Serp serpentine, sm submicroscopic, Sm smectite, Sp spinel, Tc talc, TiA titanaugite, Tit sphene, var variolitic, Ze zeolite, Zr zircon.

Table 6.2

**DETAILED PETROGRAPHY OF BILLY MITCHELL, NUMA NUMA, BALBI,
TORE AND EMPEROR RANGE YOUNGER VOLCANICS**

P H E N O C R Y S T S											G R O U N D M A S S					Alteration products
Sample	GU	Pl	Cp	Op	Ol	Hb	Bi	OM	Ap	Zr	gl	sm	Pl	Px	OM	
101Ka ER	+	>>>						+	+				+	+	+	Sm
103Ra MB	+	+	o			+		+	+		+		+		+	Kf?
105Ka ER	+	+	?	/?			+						+	+	+	Ab, OM, Cc, Ph, Sm
109Ka ER	+	+	o					+	+				+	+	+	
112Ka ER	+	+	?				+	+	+				+		+	Ab, Cc, Sm
601Ra MB	+	+	o				o	+	n				+		+	Ab, Ep, Sm
608Ra MB	+	+	o					+					+	+	+	
609Ra MB	+	+	o					+					+	+	+	
610Ra MB	+	+	o					+					+	+	+	
611Ra MB	+	+	o					+					+	+	+	
612Ra MB	+	+	o			+		+	+				+	+	+	var Ep, Cc, Ze, Sm
613Ra MB	+	+	o				+	+	+		+		+		+	Kf?, Sm
907Ra MB	+	+	?				+	+					+	+	+	tuff/sand
1102Ra ER	+	+						+					+	+	+	
1202Ra ER	+	+					+	+	+				+	+	+	Bi
1301Ra TV	+	+						+					+	+	+	Sm
1302Ra TV	+	>>>	o		?	+	+	(+)			+		+		+	Ab, Chl, Ep, Sm
1304Ra MB	+	+	?	?			+				+		+	+	+	
1501Ra ER	+	+					+	+	+				+	+	+	Bi Cc, Sm
1603Ra ER	+	?					+	+	+				+	?	+	Qz Qz, OM, Cc, Sm
1604Ra ER	+	+						+	+				+	+	+	Bi Ab, Ep, Bi, Sm
1607Ra ER	+	+	o			+		+	+				+	+	+	var Ep, Cc, Ze, Sm
1801Ra NN	+	+				+	(+)	+	+				+	+	+	Hb Kf, Ab, Tc
1802Ra NN	+		?			+		+	+				+			
1805Ra NN		TiA						+	+	Rt			+	+	+	Ser, Cc, Sm
1806Ra NN	+	+	r			+	(+)	+	+				+	+	+	OM, Ser
1901Ra MB	+	+	o					+	+				+	+	+	Ab, Ser
1902Ra MB	+	+	o					+					+	(+)(+)		Ab
1903Ra MB	+	+	o			+		+	+		+					Ab
1904Ra MB	+	>	+	+			+	+	+		+					Ep, Ze/Pl, Sm
1905Ra MB	+	+	o					+			+					Ab
2001Ra ER	+	+					+	+	+				+	+	+	Ep, Cc
2004Ra ER	+	(+)				?	+	+	+				+		+	var Qz, Pu, Cc
2005Ra ER	+	>	+				+	+	+				+	+	+	Bi
2008Ra ER	+	>	+	?			?	+	+				+	+	+	Ab, Chl, Cc
2010Ra ER	+	?					?	+	+				+		+	Qz, Chl, OM, Ser, SM
2014Ra TV	+	(+)						+	+				+		+	Ab, Act, Sm
2015Ra TV	+	>	+				+	+	+		+					Fs, Act, Bi, OM, Ep, Tit, Sm
2016Ra ER	+	>	+			?	+	+	+				+		+	Ab, Ep, OM, Cc
2018Ra ER	+	+	o			?	+	+	+				+	+	+	Ab, Fe-Hydroxide
2019Ra TV	+	+	o			+	+	+	+				+	+	+	Ab, OM fresh
2020Ra ER	+	+	o			+	+	+	+				+	+	+	Ab, OM fresh
2021Ra TV	+	+	?			+	?	+	+	met.xenolith	+	+	+	+	+	Bi, Act, Sm
2024Ra ER	+	+	?			+	+	+	+				+		+	Qz Ab, Chl, Ep, Cc
2031Ra ER	+	+					+	+	+				+	+	+	Bi Ab, Ep
2036Ra ER	+	>	+				+	+	+	fragment	+					Ab, Chl, Ep, Cc
2050Ra ER	+					+	+	+	+	fragment	+		+			Chl, Ep, sm, Tit, Cc
2055Ra ER	+	+					+	+	+	fragment	+		+			Kf/Ab, Chl, OM, Cc
2060Ra ER	+	+					+	+	+	fragment	+		+			Qz, Ab, Mu, Chl, Cc
2061Ra ER	+	?						+	+		Kf (met)					Qz, Kf, Chl, OM, Cc
2062Ra ER	+	?						+	+		Kf (met)					Qz, Kf, Chl, OM, Cc
2063Ra ER	+	>	+	?		?	?	+	+		+	+	+	+	+	Ab, Cc, Sm
2064Ra ER	+	+	?					+	+		+	+	+	+	+	Ab, Cc, Sm

Table 6.2
(continued)

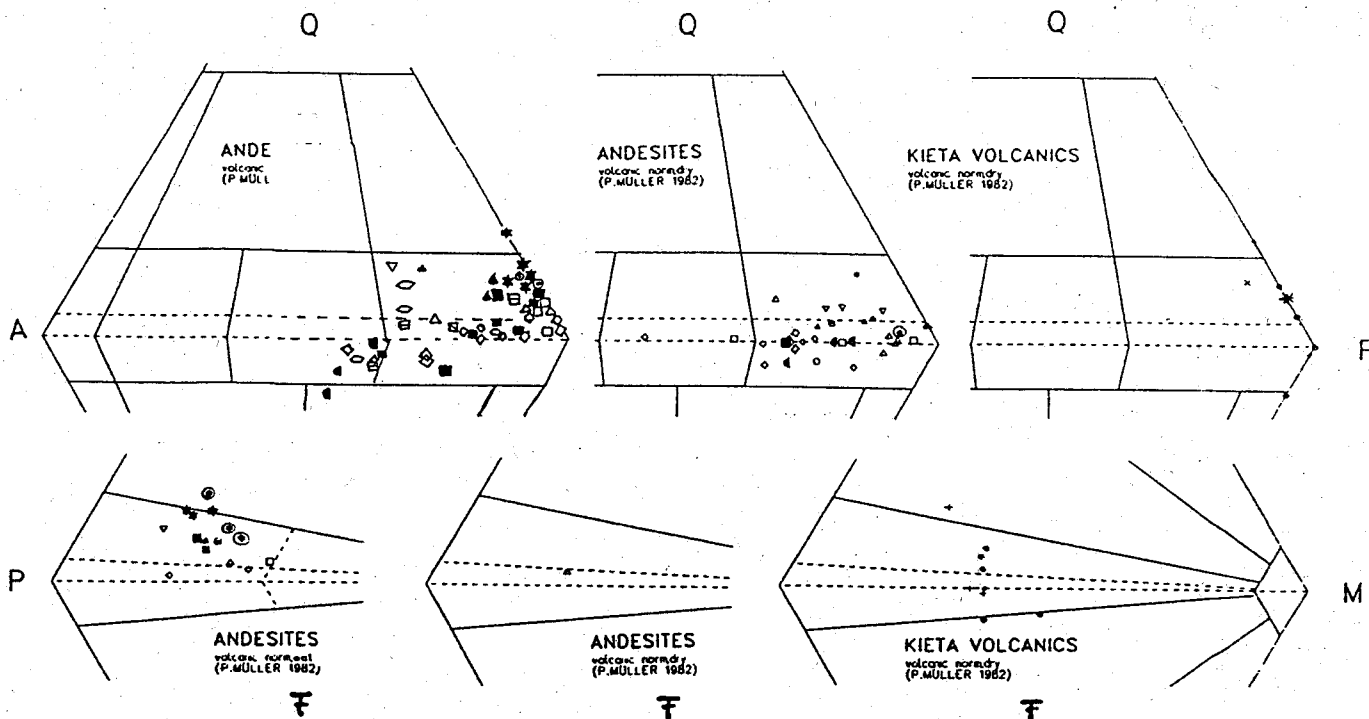
P H E N O C R Y S T S										G R O U N D M A S S					Alteration products		
Sample	GU	Pl	Cp	Op	Ol	Hb	Bi	OM	Ap	Zr	gl	sm	Pl	Px	OM		
2065Ra	ER	+	+	?				+	+					+	+	+	Ab, Cc, Sm
2066Ra	ER	+	+				+	+	+					+	+	+	Ab, Sm
2067Ra	ER	+	(+)				+	+	+					+	+	+	Qz, Chl, OM, Cc
2068Ra	ER	+	>	+			+	+	+					+	+	+	Ab
2069Ra	ER	+	+				+	+	+					+	+	+	Ab, OM
2070Ra	ER	+	?				?	+	+					+	+	+	Qz, Ab, Chl, Ep, Cc
2089Ra	ER	+	+	?			+	+	+					+	+	+	Sm
2090Ra	ER	+	(+)	?				+	+					+	+	+	Chl, Cc, Sm st.alt.
2110Ra	ER	+	>	+				+	+					+	+	+	Kf, Chl, Ep, OM "
2111Ra	ER	+	+				+	+	+					+	+	+	Bi Ab
2112Ra	ER	+	>	+	?			+	+					+	+	+	Kf, Act, Chl
2122Ra	ER	+	?					+	+					+	+	+	Qz, Bi, OM, Sm
2139Ra	ER	+	+				+	+	+					+	+	+	Ab, Ep, Cc, Sm
2146Ra	ER	+	>	+	o		+	+	+					+	+	+	Bi Ab
2609Ra	MB	+	>	+	o	+	+	+	+	met.xenolith	+	(+)	+	+	+	+	Ab, OM
2611Ra	MB	+	>	+	?		+	+	+					+	+	+	Sm
2613Ra	MB	+	>	+			+	+	+					+	+	+	Bi OM
2706Bg	MB	+	+			+	+	+	+					+	+	+	Ser
3001Bg	BM	+	+			+		+	+		+	+		+	+	+	
3101Bg	BM	+	o			+		+	+		+	+		+	+	(+)	
3201Bg	BM	+				+		+	+		+	+		+	+	+	Cc, vesicular(pumice)
3301Bg	BM	+	o			+		+	+		+	+		+	+	+	Ab, Sm
3401Bg	BM	+	+			+		+	+		+	+		+	+	+	Ab, Act, Pr, Ep, OM, Cc, Sm
4433Bg	ER	+	>	+	?			+	+					+	+	+	Ab, Chl, Tit, Cc, Sm
4467Bg	ER	+	>	+	?		+	+	+					+	+	+	Sm
4468Bg	ER	+	>	+				+	+					+	+	+	OM, Cc
4478Bg	ER	+	+	?	/?		+	+	+					+	+	+	Ab, Mu, Sm
4501Bg	ER	+	+				+	+	+					+	+	+	Sm
4601Bg	ER	+	>	+				+	+					+	+	+	Ab, Pu, Qz, OM, Cc
4602Bg	ER	+	(+)				+	+	+	sanidine				+	+	+	Qz Ab/Kf, Qz, OM, Cc
4604Bg	ER	+	+				+	+	+					+	(+)	+	OM, Cc
4609Bg	ER	+	+			+	+	+	+					+	+	+	alt? Ab/Kf
4701Bg	ER	+	+	?			+	+	+					+	+	+	alt? Ab/Kf, Sm
4705Bg	ER	+	+	o	?		+	+	+					+	+	+	Ab, Cc, Sm
4709Bg	ER	+	+	?			+	+	+					+	+	+	
5089Su	ER									no thin section							
5095Su	ER									no thin section							
6061D	ER	+	+				o	+	+					+	(+)	+	Ab/Kf, Fe-Oxid, Sm
6061D	ER	+	+	o		(+)	+	+	+					+	+	+	Ab/Kf, Chl, Tit, Cc, Sm

Samples 5089 and 5095Su correspond to 89Su and 95Su of Sarime-N, samples 6061-6062D correspond to 61-62D of the Baniu Plateau.

Key: + present, o armoured relic, () altered, ? possible, r reaction, > more than.

Geological unit: BM Billy Mitchell, ER Emperor Range, NN Numa Numa, MB Mount Balbi, TV Tore volcano.

Abbreviations: Ab albite, Act actinolite, Ap apatite, Bi biotite, CC calcite, Chl chlorite, Cp clinopyroxene, Ep epidote, Fs feldspar, GU geological unit, gl glassy, Hb hornblende, Hm hematite, Kf potash feldspar, met metamorphic, Mu muscovite, Mt magnetite, Ol olivine, Op orthopyroxene, oph ophitic, Om opaque minerals, Ph phlogopite, Pl plagioclase, Pr prehnite, Pu pumpellyite, Px pyroxene, Qz quartz, Rt rutile, Ser sericite, Serp serpentine, sm submicroscopic, Sm smectite, Sp spinel, Tc talc, TiA titanaugite, Tit sphene, var variolitic, Ze zeolite, Zr zircon.



Kieta volcanics

- + Atamo
- x Kopani
- * Karato
- Borora, Uruavi, Uruai

Young volcanics

- Billy Mitchell
- Numa Numa
- Balbi 1
- Balbi 2
- Tore
- Emperor Range
- Baiano-W, upper right Uruai, Aiope
- Baiano-E, Puspa
- Sarime, upper Ramazon, Baniu Plateau
- Middle Ramazon
- Ramazon near Melilup
- Eric's River, upper left Uruai
- Kuepo, Tewe, Tofu, Ramazon near Tofu
- Irung, Wasinobus, Aruai

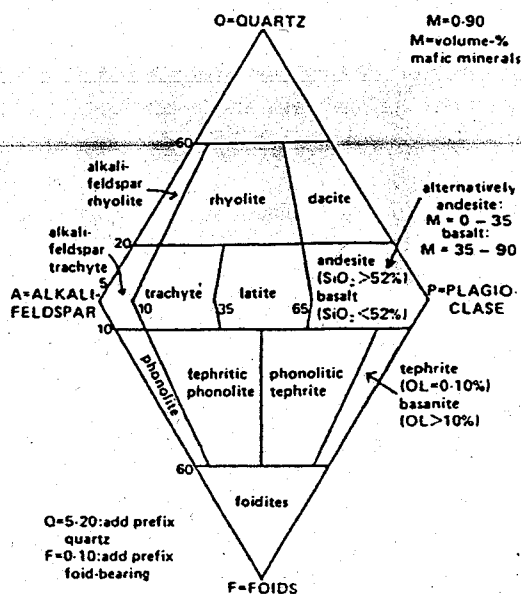


Figure 6.1 Modal compositions of younger volcanics and the Kieta Volcanics. classification is that of Streckeisen (1980).

demonstrated the presence of olivine in some specimens. It is noticeable that some agglomerates contain clasts which may be possibly derived from a metamorphic basement. An inclusion of this type was observed in sample 2609Ra; the fragment is a patchy plagioclase-clinopyroxene-apatite-opaques rock with gneissic texture. The plagioclase is anorthite-rich and unzoned. The clinopyroxene is twinned, deformed and partly altered to dark brown hornblende. Plagioclase is more abundant than clinopyroxene and opaques in the light coloured part of the sample, and less abundant in the dark part.

6.1.4 Emperor Range

Volcanic rocks from this area belong to several volcanic centres which are hard to identify both in the field and on air photographs. The best preserved volcanic cones can be recognised in the vicinity of the Tore volcano and near Kuepo. Petrographically, the rocks of the Emperor Range are closely related to those of the Mount Balbi area. They usually consist of plagioclase, clinopyroxene, opaques, and apatite, and they have a porphyritic texture. Armoured relicts of orthopyroxene occur near Baiano, in Sarime-south, and in the possibly older part of the Kuepo volcano. The rocks of the younger part are also porphyritic but consist of plagioclase, clinopyroxene and biotite. Hornblende phenocrysts were only observed in a few samples from the right-bank tributary of the upper Uruai, the Aiope, Sarime-south, the upper course of the Ramazon, the Kuepo, and near Wasinobus (samples 2004Ra, 2016Ra, 20118Ra, 2019-2021Ra, 2024Ra, 2050Ra, 2063Ra, and 4609Bg). Sample 4604Bg from the Wasinobus area is unusual in that it contains sanidine phenocrysts. The groundmass comprises a fine-grained aggregate of plagioclase, pyroxene, and opaques, locally considerably altered. Sample 2021Ra contains a xenolith which consists of clinopyroxene, cummingtonite, plagioclase, biotite and opaques; the rock has a gabbroic texture. The volcanic rocks are tabulated (Table 6.1) according to their phenocryst assemblage.

6.1.5 Kieta Volcanics

These volcanics are mostly basaltic (Table 6.3). They are characteristically free of hornblende and/or biotite. Some are aphyric and some have phenocrysts of plagioclase, clinopyroxene (\pm olivine). The groundmass consists of plagioclase, clinopyroxene and opaques. They have an intersertal texture. Some of the pillow lavas are miarolitic. The alteration products consist of actinolite, chlorite, smectite, epidote, calcite, hematite and serpentine.

6.2 Intrusive rocks

6.2.1 Young intrusives

The plutonic rocks of the Uruai, Ramazon and Irung areas (Table 6.4) show a random texture of plagioclase laths and idiomorphic to hypidiomorphic clinopyroxenes and/or biotite and/or hornblende. Quartz may occur interstitially. Hornblende is not

Table 6.3

DETAILED PETROGRAPHY OF THE KIETA VOLCANICS

Phenocrysts					Groundmass					Texture	Miarolitic				Alteration prod.				
Sample	GU	Pl	Cp	Ol	gl	sm	Pl	Cp	OM	oph.	Ze	Cc	Ep	Chl	Act	Chl	Ep	Cc	OM
501Ra	KV	+	+				+	+		+	2	+	+	large		+	+	+	Hm
503Ra	KV	aphyric					+	fine-gr.			+		+	small			+	Fe-hydrox	
507Ra	KV	+	+				+	+		coarse-gr.							+	Hm	
905Ra	KV	+	+	/ +	+		+			+	little Sm				+	Sm	+	Serp	
1001Ra	KV	+	+	(+)			+	+		+	+	+		+	Sm, Serp		+		
1006Ra	KV	+			(dike)		+	+		+									
1402Ra	KV	aphyric					+			+						+	+		
1704Ra	KV	aphyric					+	+	+	+	coarse				+	+			
1708Ra	KV	aphyric					+	+	+	+	coarse				+	+	+		
1709Ra	KV	?					+	+	+	+						+	+	+	
1807Ra	KV	+		?			+	+	+	+							+	+	+
2113Ra	KV	+	(+)				+	+	+	Ap	+					Sm		+	+
2720Bg	KV	+	(+)				+	(+)		+						Sm		+	+

Sample 2720Bg from "Ples bilong Moses"

Table 6.4

PETROGRAPHIC SUMMARY OF URUAI, RAMAZON, IRUNG
AND ARUAI RIVERS YOUNG INTRUSIVE ROCKS

Pl	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Kf		r	r	r	rzv	rzv	rz	rxv	rx	rv	
Cp	x			m	xz	x	x	x			x
Bi	?		xm	e		xz		x	(x)		
Hb	?							x/?	x	x	
Qz	z	xz		xzv	zv	(z)		zp		z	

#2719	2109	2037	2028	#1708	2039	1704	1401	2034	2104
	2123			2026	2054	2041	2029	#2709	#2707
				2027	2103	2101	2032	2132	#2711
				2049	2108	2105	2038		
				2114	2119		2042		
					4704		2106		
							2107		
							2115		
							2120		
# Kieta intrusive rocks (post-Kieta?)							#2715		

Key: + present, o armoured relic, () altered, ? possible, r reaction, > more than.

Geological unit: BM Billy Mitchell, ER Emperor Range, NN Numa Numa, MB Mount Balbi, TV Tore volcano.

Abbreviations: Ab albite, Act actinolite, Ap apatite, Bi biotite, CC calcite, Chl chlorite, Cp clinopyroxene, Ep epidote, Fs feldspar, GU geological unit, gl glassy, Hb hornblende, Hm hematite, Kf potash feldspar, met metamorphic, Mu muscovite, Mt magnetite, Ol olivine, Op orthopyroxene, oph ophitic, Om opaque minerals, Ph phlogopite, Pl plagioclase, Pr prehnite, Pu pumpellyite, Px pyroxene, Qz quartz, Rt rutile, Ser sericite, Serp serpentine, ss submicroscopic, Sm smectite, Sp spinel, Tc talc, TiA titanaugite, Tit sphen, var variolitic, Ze zeolite, Zr zircon.

A adularia, e phenocryst, gV graphic intergrowth of quartz and potash feldspar, m metamorphic, n acicular, p poikilitic, r reaction, v veinlet, x idiomorphic /hypideomorphic, z interstitial

Table 6.5

**DETAILED PETROGRAPHY OF URUAI, RAMAZON, IRUNG
AND ARUAI RIVERS YOUNG INTRUSIVE ROCKS**

		Magmatic and late-magmatic minerals								Alteration products						
Sample	GU	Pl	Kf	Cp	Hb	Bi	OM	Ap	misc.	Qz	gV	Act	Chl	Ep	Tit	CC OM
505Ra	MB	z	r	x	x					z		+	+	+	+	Bi
1401Ra	ER	x	rv	x		x	x	x		z	Kf	+	+	+	+	
2026Ra	ER	x	r	x			x	x	Sp yellow	zv						+v
2027Ra	ER	x	r	?			x	x		z	Kf		+		+	+
2028Ra	ER	x	rA	m		m	xv	x	zircon	xvz		+	+			+
2029Ra	ER	x	rv	x		x	x	x		z	Kf	+		+	+	
2032Ra	ER	x		x	x	x	x	x				Bi, Kf				
2034Ra	ER	x			x					z		Qz, Ser, Qz-OM-Py vein				
2037Ra	ER	x	r			xm			zircon			+	Rt, Hm			
2038Ra	ER	x	zr	x		x	xz	x		zv		+				
2039Ra	ER	x	zrv	x		x	x	x				+	+	+		
2041Ra	ER	x	zr	x			x	x				+	+	+		+
2042Ra	ER	x	zrv	x		x	x	x		z		+	+	+		
2049Ra	ER	x	rA	x			x		zircon	z		+	+		piemontite	
2054Ra	ER	x	zrA	x		xz	x	x				+	+	+		
2101Ra	ER	x	z	x			x	x		z		+	+	+	+	
2103Ra	ER	x	r	?	/ ?	x	x	x		z		+	+	+	+	
2104Ra	ER	x	rv	x	x		x	x		z		+	+			
2105Ra	ER	x	r	x			x	x				Hb		+	Kf	+
2106Ra	ER	x	r	x		x	x	x		z		+	+	+	+	
2107Ra	ER	x	r	(x)		xz	x	x		z		+	+		+	
2108Ra	ER	x	zr	xz		xz	x	x				+	+	+	+	+v Pr vein
2109Ra	ER (x)	A				x	x			z		+	+		+	Qz
2114Ra	ER	x	zr	x		x	x	x	Sp green	z		+	+	+		
2115Ra	ER	x	zrv	x	?	x	x	x		z		+	+	+	+	
2119Ra	ER	x	r	?	/ ?	x	x			z			+			+ Ser
2120Ra	ER	x	rzA			x	x	xn		z		+	+	+	+	+ Pu
2123Ra	ER	x	r	?			x	?	tourmaline	zx	Kf	+				
2132Ra	ER	x	r		x	x	x		coarse	Qz-Kf matrix		+				+
4704Bg	ER	x	z	x			x	x		z		+	+		+	+
6066D	ER	x	xA			x	x		tourmaline	z		+			+	Bi
6067D	ER	x	rz	xzp		x	x	x		z		+		+	+	
6071D	ER	x		x	x	x	x	x		z		+	+	Ab		
6072D	ER	x	r	?	/ ?					z		+	+	Ser		v dike
6074D	ER	x	rz	xz		xz	x					Hb	+	+	+	
6075D	ER	x	r	?		x	xz		zircon	z		+	+	Hm, Bi		

Samples 6066D-6075D from Uruai correspond to 66D-75D

Key: + present, o armoured relic, () altered, ? possible, r reaction, > more than.

Geological unit: BM Billy Mitchell, ER Emperor Range, NN Numa Numa, MB Mount Balbi, TV Tore volcano.

Abbreviations: Ab albite, Act actinolite, Ap apatite, Bi biotite, CC calcite, Chl chlorite, Cp clinopyroxene, Ep epidote, Fs feldspar, GU geological unit, gl glassy, Hb hornblende, Hm hematite, Kf potash feldspar, met metamorphic, Mu muscovite, Mt magnetite, Ol olivine, Op orthopyroxene, oph ophitic, Om opaque minerals, Ph phlogopite, Pl plagioclase, Pr prehnite, Pz pumpellyite, Px pyroxene, Qz quartz, Rt rutile, Ser sericite, Serp serpentine, sm submicroscopic, Sm smectite, Sp spinel, Tc talc, TiA titanaugite, mt sphene, var variolitic, Ze zeolite, Zr zircon.

A adularia, e phenocryst, gV graphic intergrowth of quartz and potash feldspar, m metamorphic, n acicular, p poikilitic, r reaction, v veinlet, x idiomorphic /hypidiomorphic, z interstitial

confined to one particular intrusion but is observed in parts of all the intrusions investigated. K-feldspar is present in almost all specimens. Formation of K-feldspar (K-feldspar blastesis) appears to begin in the interstices, where it may be graphically intergrown with quartz and spreads out along cracks or replaces plagioclase in irregular patches. Sometimes it completely replaces plagioclase leaving only the plagioclase outlines as a relict texture. In some cases adularia was observed, and locally a rock is found to have undergone complete replacement by adularia. Only a small number of samples were quartz-free.

Petrographically, the various intrusions in the Emperor Range area are very similar. Tourmaline (dark bluish-green to dark olive green) was found in samples 2133Ra and 6066D (= 66D), yellow spinel in sample 2026Ra, and green spinel in 2114Ra. Opaque minerals and apatite occur in almost all samples as early crystallized phases (Table 6.5).

6.2.2 Young subvolcanic intrusive rocks

The marginal facies of these intrusions are very similar in mineral composition to the plutonic rocks, i.e. plagioclase, clinopyroxene, opaques, and apatite. They are also porphyritic. Primary quartz occurs in some samples. The groundmass is very altered. Some samples show strong potash metasomatism (Table 6.6).

Table 6.6

DETAILED PETROGRAPHY OF YOUNG SUBVOLCANIC INTRUSIVES OF THE URUAI AND RAMAZON RIVERS

		Phenocrysts							Alteration products									
Sample	GU	Pl	Cp	Hb	Bi	Qz	OM	Ap	Matrix	Kf	Hb	Bi	Qz	Ep	Chl	Tit	Cc	OM
506Ra	MB	+	(?)					+	+		+			+	+	+	+	+
2035Ra	ER	+	+					+	+		+	+	+	+				
2045Ra	ER								K-metasomatism	+	Ser				+			+
2044Ra	ER								totally altered	+		+	+	+	+	+		+
2046Ra	ER	+	+			+		+	K-metasomatism	+	Ser,Py					+		+
2047Ra	ER	+	+					+	altered	+	+v		+v	+v	+			+
2048Ra	ER	+	+			+		+	altered	+	+		+	+	+			
2053Ra	ER	+	+	+	+	z		+	Pl,Qz,Bi,OM,Ap,Kf	+	+		+	+	Sm			
2057Ra	ER	+	(+)					+	Kf,OM,Ap					+	+		+	+
2116Ra	ER	+	+					+	Pl,Qz,OM			+	+	+				+
2117Ra	ER	+	(+)					+	Qz, st.altered		diaspore					+	Hm	+
6057D	ER	+	+		+			+	Pl,OM, z(glass)		Sm							

Sample 6057D corresponds to 57D from the Aruai

Abbreviations are listed in Table 6.5 and Appendix 2.

6.2.3 Kieta Volcanics - intrusive rocks

There may be more than petrogenetic intrusive type in the Kieta Volcanics. These plutonic rocks all show coarse ophitic texture. They are porphyritic and contain plagioclase, clinopyroxene, and an opaque mineral (magnetite). The clinopyroxene is frequently poikilitic. Olivine (altered) occurs sporadically. The rocks display strong alteration to minerals such as sericite, chlorite, sphene, calcite and opaques, including pyrite (Table 6.7).

A group of intrusive rocks which intrude both Kieta Volcanics and Keriaka Limestone was encountered in the Atamo area (KfQ and KgQ in Table 6.8). These are all porphyritic, quartz-plagioclase-bearing rocks, except sample 5056Su (=56Su). Hornblende is common as a phenocryst and is sometimes completely altered.

The sample from "Ples bilong Moses" and Karato, in contrast to those mentioned above, have sometimes undergone potash metasomatism. Quartz only occurs interstitially and occasionally forms a graphic intergrowth with K-feldspar. The samples from "Ples bilong Moses" contain plagioclase, hornblende and/or clinopyroxene, opaque minerals and apatite. Biotite also occurs in samples 2711Bg, 2715Bg, and 2719Bg. Alteration is similar to that in rocks from the Emperor Range (Table 6.8).

6.3 Summary

The volcanic rocks investigated can be arranged into three large groups. The most clearly defined group is that of the Kieta Volcanics, because the unit generally consists of pillow lavas. The Kieta Volcanics are mostly intersertal porphyritic, and seldom aphyric. Plagioclase, clinopyroxene, magnetite and sporadic olivine are set in a groundmass of plagioclase, pyroxene and magnetite.

The Billy Mitchell and Numa Volcanics form another group. These rocks invariably contain phenocrysts of plagioclase, hornblende, magnetite and apatite, apart from sample 1805Ra from Numa which contains only titanite, opaque minerals and apatite as phenocrysts. Clinopyroxene, when present, is far less abundant than hornblende. Biotite occurs sporadically. The groundmass is glassy or consists of a fine-grained mass of plagioclase, pyroxene, and magnetite.

The rest of the rocks, the Balbi-Tore Emperor Range volcanics, constitute a poorly defined third group. A characteristic feature of this group seems to be relatively extensive areas of altered rocks representing old volcanoes (Balbi I, Tore I, Kuepo I, etc), which are overlain by unaltered or very little altered, younger volcanics belonging to a second generation of volcanoes (Balbi II, Tore II, Kuepo II, Sarime area, Baniu Plateau). All volcanics of the Balbi - Tore - Emperor Range region consist of plagioclase, clinopyroxene, magnetite \pm apatite and are porphyritic (Samples 1602Ra and 2050Ra are exceptions, see Table 6.2). The Balbi II and Tore II volcanics are also almost

Table 6.7

**DETAILED PETROGRAPHY OF KIETA VOLCANICS
INTRUSIVES AT ATAMO AND KOPANI**

Sample	GU	Phenocrysts						Groundmass	Alteration products				Remarks
		Pl	Qz	Cp	Hb	OM	Ap		SerChl	EpTit	Cc	OM	
5054Su	KI	x		p		Mt		gr.ophitic		+	+	+	
5055Su	KfQ	x	x			x		submicr.	+	+		+	breccia
5056Su	KfQ	x			x	x		submicr.	+	+	+	+	
5058Su	KI	x		x (Ol?)				gr.ophitic		+	+	+	Act
5062Su	KfQ	x	x			x		Qz-rich	+	+		+	sheared dike
5068Su	KgQ	x	x		(x)	x		Pl & alt.	+	+		+	
5070Su	KfQ	x	x		x	x		submicr.		+		+	
5071Su	KI	x		p		Mt		gr.ophitic	+	+	+	+	Ze,?
5073Su	KgQ	x	x		x	x		Pl, submicr.		+	+	+	
5074Su	KgQ	x	x		x	x	x	Pl & ?		+			
5075Su	KgQ	x	x		(x)	x	x	Pl & ?	+	+	Sm	+	+
5076Su	KfQ	x	x		x	x		Pl, rel.gr.	+	+	+	+	+
5078Su	KI	x		? (Ol?)		x		gr.ophitic	+	+	+	+	
5079Su	KgQ	x	x		x	x		Pl & submic.	Ab	+		+	+
5083Su	KI	x		x (Ol?)		x		oph. & v(Pl, Cc)	+			+	
5084Su	KfQ	x	x		x	x		alt., v	+	+		+	Py
5088Su	KgQ	x	x		x	x		Pl & submic.	+	+	+	+	
6077D	KI	x		(x)				oph.Pl, C(p), OM	+	+	Hb	+	+
6080D	KI	x						oph.Pl, (Cp), OM		+	+	Hb, Ab	+

Samples 5054-5076Su correspond to 54-76Su from Atamo, 5078-5088Su corresponds to 78-88Su from Kopani, 6077D and 6080D correspond to 77D and 80D from Atamo. KI Kieta intrusive rocks, KfQ fine-grained intrusions of quartz porphyry from Kieta, KgQ coarse-grained ditto.

Abbreviations are listed in Table 6.4 and Appendix 2.

Table 6.8

**DETAILED PETROGRAPHY OF KIETA VOLCANICS
INTRUSIVES AT PLES BILONG MOSES AND KARATO**

Sample	GU	Magmatic and late-magmatic minerals							Qz	Alteration products				
		Pl	Kf	Cp	Hb	Bi	OM	Ap		Act	Chl	Ep	Tit	Cc
104Ra	KI	x			x		x	x	Pl, Kf					
1708Ra	KI	x	zr	xz			xz	n						
2707Bg	KI	x	marg	x	e		x	x	z		+	+		+
2709Bg	KI	x	zr		x		x	x	z	Kf	+	+		+
2711Bg	KI	x	rv		x	r	xp	x	xz	Kf	+	+	+	+
2715Bg	KI	x	zrv	x	marg		xz	x	z	Kf	Hb	+	+	+
2719Bg	KI	x		x	? / ?		x	x	zp		+	+	+	+
2721Bg	KI	x		? / ?			x	x	z		+	+		+
									+			+		

KI Kieta intrusive rocks

Abbreviations are listed in Table 6.4 and Appendix 2.

invariably orthopyroxene-bearing. The Balbi I volcanics are, in contrast to those of Balbi II, richer in apatite and may contain hornblende or biotite phenocrysts. The occurrence of hornblende and biotite phenocrysts appears to be characteristic for the Tore II volcanics and for the relatively young volcanoes along the drainage divide in the neighbourhood of the Tore volcano (Aiope, Sarime-S, Sarime-N, and upper Ramazon). The younger volcanics in the area around Kuepo and Eric's River, Tofu and Baiano (although the age of these volcanics is not certain) may contain biotite and armoured relicts of orthopyroxene as phenocrysts. Tore I rocks and most of the older Emperor Range volcanics show no orthopyroxene relicts. Biotite appears sporadically.

The intrusions in the Kieta Volcanics can be clearly distinguished from those of the Emperor Range. The Kieta intrusive rocks comprise firstly plutonic rocks which are genetically related to the volcanics; these are quartz-free, plagioclase-clinopyroxene-(poikilitic)-magnetite rocks with a coarse-grained ophitic texture. Secondly, some intrusions were observed in the Kieta Volcanics that showed no evidence of a genetic relationship with the volcanics, and therefore are referred to as the post-Kieta plutonics. The more westerly of the two intrusions in the vicinity of "Ples bilong Moses" (Figure 3.2) is undoubtedly pre-Keriaka, since the base of the Keriaka Limestone lies on an erosion surface. Plagioclase, hornblende, magnetite and apatite are present throughout. Clinopyroxene and biotite were observed occasionally. Quartz and K-feldspar occur as an interstitial graphic intergrowth and plagioclase shows replacement by K-feldspar. The easterly intrusion contains plagioclase, clinopyroxene, quartz, magnetite and apatite, as well as hornblende and biotite. K-feldspar occurs in one sample (2715Ra).

The quartz-plagioclase-hornblende-magnetite porphyry intrusions in the vicinity of Atamo cut the Kieta Volcanics and the Keriaka Limestone.

Almost all the Emperor Range plutonics consist of plagioclase, clinopyroxene, biotite, magnetite, apatite \pm hornblende. Generally the rocks are characterised by late growth of K-feldspar blasts of variable size. K-feldspar may also occur interstitially as a graphic intergrowth with quartz. The individual intrusions in the Emperor Range do not significantly differ petrographically from one another. Their petrographic similarity and spatial association suggests that they are genetically related. These intrusives can be assigned genetically to the older volcanics of the Emperor Range and may be considered as the cause of the extensive areas of alteration (Figure 4.6).

7. WHOLE-ROCK GEOCHEMISTRY

This section describes the whole-rock geochemistry of volcanics and intrusive rocks from northern and central Bougainville. The samples were analysed in the BGR for 36 major and trace elements using X-ray fluorescence spectrometry (XRF). The norms were calculated for the igneous rocks on the basis of the modified Streckeisen nomenclature (Muller, 1982). The rocks were first classified as "wet" or "dry" depending on the type of phenocrysts present. Appendix 3 contains the geochemistry of altered samples and Appendix 4 lists geochemical analyses of Kieta Volcanics tuffs, agglomerates and hornfels, as well as the Keriaka Limestone.

7.1 Volcanic rocks

Calculation of the norm demonstrated that the volcanics are predominantly andesites and quartz andesites. Some samples were determined as silica-undersaturated andesite, others as latite (Tables 7.1 - 7.4). The young post-Kieta volcanics ("dry" and "wet" volcanic norms, Table 7.1) and the Kieta Volcanics ("dry", Table 7.2) are plotted with their localities in the Streckeisen double-triangle diagram (unpublished program, Besang, BGR, 1988; see also Figure 6.1). The volcanics ("dry" and "wet") from Balbi, Tore and from the Emperor Range all fall in fields 8 (latite), 9 (latite andesite) and 10 (andesite) in the Streckeisen diagram. In contrast, the volcanics from Numa Numa and Billy Mitchell plot in fields 10 and 5 (quartz andesite); they cluster on the quartz-plagioclase tie-line. The Kieta Volcanics also fall on this tie-line. In comparison with the rocks from Billy Mitchell, Numa Numa and part of the Emperor Range, the Kieta Volcanics contain a considerably higher proportion of mafic minerals (40%) than the younger volcanics.

The older Kieta Volcanics have a tholeiitic character (Table 7.2), whereas the younger volcanics (Table 7.1) have a calcalkaline affinity. This can be demonstrated on the basis of several conventional diagrams. The K_2O/SiO_2 diagram (Figure 7.1) shows a clear grouping within the calcalkaline volcanics. The Emperor Range volcanics tend to have high K_2O , the Tore, Balbi I and II and some of the Emperor Range volcanics have medium K_2O , and those from Billy Mitchell have low K_2O . The Kieta Volcanics have by far the lowest K_2O . The $SiO_2 - FeO/MgO$ diagram (Figure 7.2a) displays a weak positive trend for the Kieta Volcanics and a weak negative trend for the younger volcanics. In the $TiO_2 - FeO/MgO$ plot (Figure 7.2c), the trend shown by the young volcanics is more clearly visible but the older Kieta volcanics show a somewhat wider scatter.

In the $(Na_2O + K_2O) - FeO - MgO$ triangular diagram (Figure 7.3), the young volcanics plot almost exclusively in the calcalkali field (CA), while the Kieta Volcanics plot in the tholeiite field or on the boundary between the two. The $K_2O - TiO_2 - P_2O_5$ triangular diagram (Figure 7.4) displays the difference between the two rock groups more clearly; the Kieta Volcanics mostly plot in the tholeiite field while the young volcanics show a split

Table 7.1

**YOUNGER VOLCANICS: WHOLE-ROCK GEOCHEMISTRY
AND NORMATIVE COMPOSITIONS**

Sample No	1 SiO ₂	2 TiO ₂	3 Al ₂ O ₃	4 Fe ₂ O ₃	5 MnO	6 MgO	7 CaO	8 Na ₂ O	9 K ₂ O	10 P ₂ O ₅	11 SO ₃	12 LOI	13 As	14 Ba	15 Bi	16 Co	17 Cr	18 Cu
103	61.01	0.56	17.08	4.62	0.12	1.56	5.35	3.97	2.25	0.20	0.05	2.60	1	447	1	1	1	1
105	51.25	0.77	15.00	8.45	0.19	5.27	8.32	3.26	2.46	0.45	0.21	2.71	1	300	1	1	1	280
112	53.46	0.72	19.19	7.73	0.23	1.02	5.13	4.35	3.16	0.53	0.31	3.44	31	395	1	22	1	17
601	58.25	0.79	17.59	6.16	0.14	2.03	6.00	4.01	2.88	0.29	0.09	1.36	1	346	1	1	1	1
608	53.39	0.99	17.71	8.58	0.18	3.34	8.35	3.69	2.15	0.31	0.10	0.54	17	265	1	21	1	1
609	53.60	0.98	17.35	8.56	0.18	3.48	8.13	3.74	2.11	0.29	0.12	0.90	1	267	1	1	1	1
610	54.08	0.93	17.19	8.57	0.17	3.45	8.02	3.98	2.19	0.29	0.14	0.36	1	272	1	1	1	1
611	54.25	0.95	17.74	8.27	0.18	3.53	8.03	3.70	2.17	0.30	0.12	0.10	27	282	1	1	1	1
612	56.33	0.84	17.35	7.78	0.18	2.31	6.01	3.59	2.60	0.29	0.11	2.04	1	340	1	24	1	1
613	58.41	0.73	18.64	4.72	0.13	1.82	5.03	4.04	2.75	0.30	0.12	2.78	1	346	1	26	1	1
907	50.32	0.99	18.22	9.56	0.13	3.06	9.77	3.18	1.63	0.35	0.16	1.91	11	172	1	1	1	1
1102	57.36	0.59	18.33	5.53	0.17	1.85	5.93	4.69	3.50	0.27	0.11	0.78	1	422	1	1	1	1
1202	55.24	0.63	19.57	6.01	0.19	1.50	5.64	4.63	3.56	0.36	0.10	1.74	1	516	10	32	1	1
1301	56.83	0.80	17.73	7.09	0.15	2.40	6.73	4.07	2.37	0.32	0.13	0.78	1	321	1	21	1	1
1302	58.07	0.77	17.84	4.98	0.03	1.17	2.39	3.83	3.21	0.08	0.42	6.68	21	416	1	1	1	1
1304	56.13	0.79	17.55	7.63	0.17	3.52	7.09	3.44	2.06	0.27	0.12	0.78	11	270	1	1	1	15
1501	54.01	0.72	19.21	6.89	0.29	1.67	7.24	4.55	2.87	0.47	0.04	1.25	10	444	8	1	1	1
1603	53.95	0.57	18.52	5.83	0.16	0.94	6.41	4.09	3.31	0.37	0.35	5.08	28	396	9	36	1	1
1604	52.79	0.79	18.80	7.81	0.25	1.91	8.18	4.70	2.56	0.49	0.09	0.93	1	334	1	36	1	1
1607	51.11	1.38	16.37	9.03	0.17	3.67	8.24	3.04	1.95	0.41	0.42	3.81	7	306	1	22	1	30
1801	60.03	0.52	17.04	5.67	0.12	2.67	5.65	3.23	1.98	0.24	0.04	2.30	1	386	1	1	1	55
1802	58.53	0.58	16.03	6.20	0.14	3.12	6.71	3.07	1.73	0.19	0.14	2.93	8	272	1	1	1	62
1805	52.98	0.92	17.13	9.78	0.19	4.13	8.42	3.19	1.88	0.37	0.06	0.23	1	239	1	1	1	17
1906	54.42	0.34	17.60	8.69	0.18	3.76	8.43	3.32	1.60	0.34	0.00	0.38	1	209	1	1	1	18
1901	54.04	0.85	17.97	8.61	0.18	3.55	7.81	3.70	1.51	0.41	0.00	0.93	1	304	8	1	1	18
1902	60.38	0.73	16.81	5.62	0.14	1.91	5.44	4.12	3.28	0.22	0.00	0.63	1	368	1	1	1	1
1903	59.50	0.77	17.20	6.09	0.15	2.17	5.91	3.98	3.07	0.23	0.00	0.50	9	349	1	1	1	1
1904	61.81	0.67	17.00	3.72	0.09	1.18	3.43	3.74	3.88	0.20	0.01	3.69	1	393	1	37	1	1
1905	53.90	1.01	17.53	8.43	0.18	3.54	8.02	3.64	2.18	0.30	0.00	0.80	1	269	1	1	1	1
2001	56.40	0.65	18.53	6.21	0.21	1.49	6.24	4.71	3.58	0.43	0.06	0.98	1	422	7	27	1	1
2004	53.69	0.68	18.16	6.44	0.19	1.40	6.68	4.26	3.33	0.43	0.36	3.31	1	452	9	1	1	1
2005	55.74	0.78	18.45	6.53	0.23	2.00	6.39	4.30	3.34	0.33	0.07	1.15	1	404	1	23	1	1
2003	53.44	0.75	18.32	8.36	0.44	2.86	5.74	3.97	2.92	0.46	0.04	2.14	10	397	1	32	1	1
2010	54.85	0.74	19.39	9.73	0.13	2.21	3.43	4.22	1.69	0.54	0.10	2.30	7	270	1	34	1	1
2014	56.90	0.63	20.30	5.81	0.16	1.45	3.67	4.59	3.12	0.35	0.08	2.43	1	420	1	36	1	1
2015	56.81	0.70	18.39	6.29	0.28	2.24	5.38	4.20	3.36	0.32	0.15	1.29	1	427	1	1	1	1
2016	53.64	0.63	18.14	5.50	0.28	1.22	6.22	4.47	3.70	0.32	0.01	5.31	14	431	1	39	1	1
2019	57.78	0.78	17.01	6.65	0.15	2.47	6.41	3.95	2.90	0.31	0.00	1.11	1	388	1	24	1	1
2020	58.39	0.77	16.87	6.57	0.14	2.54	6.22	4.27	2.78	0.30	0.00	0.45	13	397	1	1	1	24
2021	57.15	0.80	16.89	6.84	0.22	2.50	6.12	3.94	2.70	0.28	0.00	1.74	1	373	1	28	1	1
2024	54.45	0.87	17.22	8.15	0.29	2.98	6.13	3.55	2.75	0.31	0.28	2.43	1	369	1	29	1	1
2031	57.57	0.68	18.79	5.66	0.23	1.50	5.08	4.52	4.19	0.32	0.02	0.85	1	429	1	24	1	1
2036	56.03	0.63	18.68	5.82	0.19	1.54	5.91	4.45	3.65	0.33	0.22	1.98	1	440	6	22	1	1
2050	62.36	0.40	13.29	4.33	0.01	0.99	0.10	2.79	3.99	0.14	0.24	5.66	1	736	1	31	29	1
2054	55.74	0.75	18.54	6.78	0.20	2.17	5.71	4.61	3.83	0.51	0.08	0.56	1	398	1	25	1	1
2055	57.19	0.66	18.14	3.12	0.17	1.19	5.34	4.86	3.75	0.28	0.05	2.51	9	432	1	36	1	1
2060	53.77	0.69	17.73	6.03	0.26	1.55	6.76	4.26	3.11	0.38	0.09	4.75	6	352	7	32	1	1
2061	58.40	0.46	17.99	4.87	0.19	1.34	2.97	5.02	4.62	0.26	0.20	2.93	1	432	1	39	1	1
2062	58.18	0.48	18.12	4.49	0.37	1.57	3.37	5.52	3.12	0.28	0.76	3.15	15	270	1	1	1	1
2063	55.59	0.65	18.66	6.11	0.18	1.73	6.25	4.86	3.51	0.42	0.00	1.39	1	409	1	40	1	1
2064	55.81	0.64	18.81	6.04	0.15	1.82	6.04	4.98	3.60	0.41	0.00	0.96	13	420	1	41	1	1
2065	55.56	0.63	18.64	6.42	0.16	1.73	6.27	4.54	3.58	0.41	0.04	1.23	10	426	9	26	1	1
2066	57.38	0.63	18.36	5.65	0.17	1.77	5.79	4.96	3.63	0.26	0.00	0.63	7	432	1	34	1	1
2067	54.75	0.66	18.08	5.77	0.19	1.71	5.75	4.57	2.85	0.35	0.27	4.60	1	293	1	37	1	1
2068	57.34	0.70	18.29	5.74	0.19	1.91	6.14	4.73	3.48	0.27	0.15	0.40	1	407	1	26	1	1
2069	57.54	0.69	18.83	5.33	0.17	1.59	6.06	4.88	3.42	0.28	0.23	0.48	1	417	1	30	1	1
2070	57.34	0.47	18.27	4.83	0.17	1.18	4.74	5.14	3.80	0.28	0.14	2.95	16	383	1	44	1	1
2087	55.73	0.89	17.94	7.20	0.15	2.84	6.78	3.64	2.58	0.36	0.01	1.15	26	375	1	43	1	1
2090	55.44	0.70	18.86	7.29	0.77	1.90	3.86	4.12	2.59	0.32	0.29	3.40	23	577	1	34	1	1
2110	52.86	0.80	18.88	8.44	0.27	3.42	5.58	3.43	3.10	0.53	0.05	2.29	18	429	1	1	22	1
2111	56.63	0.64	18.79	5.30	0.18	1.48	5.45	5.20	3.98	0.33	0.11	1.34	9	450	1	28	1	1
2112	55.82	0.69	18.89	6.56	0.19	2.04	5.91	4.67	3.43	0.44	0.17	0.90	16	436	6	1	1	1
2114	59.07	0.51	19.52	4.51	0.14	0.90	4.16	4.95	4.35	0.29	0.13	0.90	13	480	1	32	1	1
2122	54.08	0.85	19.00	7.64	0.38	2.63	3.60	4.67	2.12	0.51	0.19	1.64	1	339	1	37	1	1
2139	57.11	0.64	18.69	5.02	0.18	1.15	5.69	4.94	4.04	0.30	0.33	1.23	1	435	1	1	1	1
2146	57.12	0.65	19.38	5.15	0.19	1.30	5.09	5.10	4.24	0.29	0.01	0.83	15	456	1	24	1	1
2411	59.49	0.69	17.52	5.99	0.13	1.49	5.65	3.93	3.04	0.28	0.04	0.89	14	348	1	1	1	1
3001	57.30	0.68	17.15	7.06	0.14	2.72	6.94	3.15	2.16	0.32	0.00	1.96	9	268	6	1	1	27
3101	61.18	0.50	16.87	5.16	0.12	1.95	5.79	4.12	1.82	0.21	0.00	1.75	1	308	0	1	1	1
3201	61.38	0.50	16.87	5.44	0.13	1.87	5.73	4.33	1.70	0.23	0.00	1.15	1	310	3	1	1	1
3301	61.23	0.48	17.04	5.39	0.14	2.22	6.14	4.27	1.64	0.24	0.00	0.68	1	302	1	1	1	1
3401	59.23	0.60	16.83	6.42	0.14	2.53	6.50	3.61	1.64	0.25	0.00	1.66	12	284	1	1	1	1
4433	54.18	0.63	18.16	6.95	0.24	1.96	6.36	4.09	2.92	0.44	0.05	2.78	23	401	1	1	1	1
4467	54.15	0.32	18.06	7.26	0.28	2.49	6.95	3.92	2.88	0								

Table 7.1
(continued)

19 Cu	20 La	21 Mo	22 Nb	23 Ni	24 Pb	25 Rb	26 Sc	27 Sn	28 Sr	29 Ta	30 Th	31 U	32 V	33 W	34 Y	35 Zn	36 Zr	Sample No
37	1	6	11	1	6	45	13	1	630	1	1	1	115	1	23	61	106	103
103	22	1	11	59	8	46	25	1	777	1	7	1	221	1	20	101	104	105
96	1	1	13	1	14	57	16	1	1002	1	10	1	196	1	20	103	124	112
87	27	9	11	5	6	64	16	1	596	1	1	4	160	1	24	71	159	601
79	1	1	7	1	15	38	29	1	701	1	1	4	287	1	17	81	101	608
67	1	1	9	1	1	38	29	1	670	1	1	1	271	1	20	78	102	609
48	23	1	10	1	13	39	31	1	686	7	7	3	289	1	22	77	114	610
80	23	1	7	1	10	43	24	1	699	1	1	3	270	1	21	80	108	611
87	21	1	13	1	12	57	16	1	580	1	1	1	172	1	24	92	154	612
196	1	1	12	1	1	66	18	1	597	1	6	1	163	1	23	116	156	613
100	1	1	1	10	1	22	32	1	650	6	1	1	322	1	20	77	62	907
99	23	1	15	6	9	69	12	1	889	8	1	4	154	1	26	-83	179	1102
137	23	1	9	1	1	67	10	1	1083	1	1	1	164	1	22	87	143	1202
48	23	6	14	6	1	47	15	1	633	1	1	1	186	1	25	68	162	1301
95	34	5	19	1	11	75	16	1	468	10	13	5	135	1	35	23	204	1302
86	1	4	9	6	1	40	23	1	620	1	5	5	216	1	21	70	115	1304
116	24	1	7	1	7	42	10	1	1197	1	1	1	202	1	17	80	93	1501
60	25	1	11	1	14	55	10	1	1146	1	1	1	135	1	22	104	118	1603
126	1	1	5	1	1	40	12	1	1232	1	1	1	209	1	23	102	89	1604
79	47	1	8	19	1	32	24	1	887	8	1	1	230	1	24	87	102	1607
44	21	1	1	15	1	51	13	1	712	1	1	1	133	1	17	52	80	1801
60	1	1	4	33	6	33	19	1	561	1	6	1	154	1	17	61	82	1802
109	1	3	5	16	9	29	29	1	611	1	1	1	274	1	23	74	66	1805
93	1	1	1	16	1	21	18	1	808	1	1	1	233	1	21	75	72	1806
129	33	5	6	13	1	73	17	1	563	1	1	1	219	1	24	89	77	1901
95	24	7	9	1	1	67	16	1	578	11	1	1	163	1	20	63	179	1902
81	21	5	11	1	1	93	16	1	489	8	10	7	125	1	23	68	158	1903
71	1	6	13	1	14	40	29	1	695	1	1	1	309	1	24	54	222	1904
106	1	6	6	1	1	65	13	1	919	6	1	1	140	1	21	75	106	1905
98	1	8	13	1	1	52	10	1	1016	5	1	1	187	5	18	86	159	2001
50	27	4	9	1	12	62	15	1	955	1	6	1	210	1	30	83	126	2004
130	23	7	10	5	1	47	14	1	941	1	1	1	198	1	23	121	125	2005
204	1	1	9	1	10	26	13	1	857	1	10	1	192	1	25	76	118	2008
69	29	1	9	1	6	49	6	1	1024	1	10	1	179	1	39	173	185	2010
141	24	4	16	1	19	58	10	1	807	7	1	1	167	11	23	95	172	2014
111	1	6	14	1	1	68	7	1	932	1	6	1	170	1	22	81	157	2015
92	27	1	14	1	8	60	16	1	741	1	6	1	189	1	23	70	139	2016
103	31	3	11	5	1	58	16	1	760	1	1	1	184	1	19	69	143	2019
89	24	1	13	1	1	54	17	1	678	1	1	1	163	1	25	93	162	2020
167	28	6	14	15	1	52	19	1	642	1	6	1	192	1	23	115	154	2021
120	25	3	13	11	1	87	8	1	893	8	7	1	151	6	22	164	225	2024
102	29	5	21	1	13	66	11	1	1104	18	12	25	153	6	28	81	146	2031
204	25	6	128	1	1	69	6	1	122	6	1	1	91	1	21	50	217	2036
30	1	1	15	1	1	68	10	1	939	7	11	1	176	1	23	91	122	2050
170	32	1	14	1	6	64	10	23	1014	1	9	4	135	1	18	82	164	2054
82	1	5	17	1	1	64	10	1	783	1	8	3	178	1	22	110	121	2055
66	21	4	9	1	9	50	14	1	798	1	7	1	111	1	20	103	148	2060
77	1	1	13	1	7	70	6	1	792	1	13	7	109	1	18	160	137	2061
56	26	1	11	1	23	53	8	1	1003	1	1	1	167	1	23	75	146	2062
91	1	3	11	1	8	65	10	1	1014	1	6	1	164	1	21	75	147	2063
93	1	4	13	1	5	65	12	1	989	1	1	1	175	1	23	73	143	2064
91	21	1	12	1	17	62	12	1	905	6	1	1	149	1	26	75	181	2065
102	23	3	18	1	10	71	11	1	777	1	8	1	148	1	20	91	129	2066
84	1	1	8	1	12	49	10	1	919	1	8	1	161	1	21	88	181	2067
100	30	1	17	6	1	70	14	1	947	1	9	4	157	1	21	93	197	2068
111	29	1	18	1	16	57	11	1	1037	1	16	1	103	1	18	100	157	2069
48	25	4	11	1	17	67	6	1	733	1	1	1	212	1	26	72	157	2070
32	23	4	16	5	16	51	18	1	865	1	12	1	170	1	35	188	175	2079
163	29	1	17	1	15	43	12	25	1117	1	18	5	223	1	24	231	115	2090
94	1	1	12	1	1	44	16	1	1040	1	6	3	167	1	21	85	186	2110
122	1	1	16	1	16	77	8	1	1001	1	9	1	177	1	21	86	148	2111
213	30	6	14	1	12	65	10	1	945	8	10	1	101	8	21	104	208	2112
78	1	1	13	1	24	83	6	1	795	1	15	1	240	1	21	138	124	2114
110	1	1	16	5	11	39	17	1	1100	1	5	1	152	1	19	80	199	2122
82	22	1	16	1	8	84	8	1	964	1	7	1	143	1	24	81	197	2139
96	22	6	20	1	7	77	8	1	639	7	13	9	139	1	25	71	177	2146
73	22	1	19	1	19	70	12	1	805	1	5	2	186	1	17	138	97	2611
44	1	2	6	11	7	54	17	7	721	1	12	5	120	4	12	65	93	3001
19	1	4	8	5	3	40	12	20	763	1	9	1	109	4	11	71	93	3101
24	1	1	7	9	5	37	11	1	701	1	6	1	130	1	17	71	93	3201
18	23	1	7	27	9	36	16	1	1042	1	1	1	169	1	13	75	94	3301
24	1	1	9	11	6	54	14	1	835	5	13	1	162	1	21	112	128	3401
82	1	1	11	76	20	48	18	1	1040	6	17	6	197	1	19	94	146	4467
166	21	1	15	1	11	62	14	1	1214	1	1	1	141	1	26	105	137	4478
145	26	7	15	1	9	54	8	1	1097	1	10	1	254	1	22	93	110	4501
88	37	1	16	1	9	49	15	1	712	1	15	1	106	1	18	88	178	4601
169	25	4	14	1	15	71	8	23	859	1	6	1	126	1	21	82	167	4602
37	21	1	19	1	26	65	8	1	1022	1	1	4	114	5	16	78	137	4604
73	28	5	16	1	11	58	12	1	929	1	1	1	195	1	22	87	151	4609
147	1	1	12	9	1	63	14	26	956	1	9	1	173	1	17	90	150	4701
72	1	1	14	1	11	67	13	1	1264	1	14	1	191	1	20	126	110	4705
153	22	4	14	1	10	46	11	1	1106	1	14	1	159	1	22	119	179	4709
115	26	3	11	1	15	41	8	1	1130	1	14	1	174	1	25	91	173	5089
125	1	1	16	1	5	59	8	1	1218	6	12	1	141	6	19	108	123	5095
35	34	1	15	1	70	18	22	1	680	1	8	1	185	1	22	111	182	6061
84	1	1	14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	6062
131	33	1	19	13	8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

YOUNG VOLCANICS (dry)

Table 7.1
(continued)

Norm calculation after Müller (1982)
Classification after Streckeisen (1974 and 1982)
Volcanic norm, dry

Analysis Streckeisen double-triangle plot

RF 103	FELD 10%:	QUARZANDESIT
RF 601	FELD 9%:	QUARZANDESIT
RF 608	FELD 10%:	FOIDFUEHRENDER ANDESIT
RF 609	FELD 10%:	ANDESIT
RF 613	FELD 10%:	ANDESIT
RF 611	FELD 10%:	FOIDFUEHRENDER ANDESIT
RF 612	FELD 9%:	QUARZANDESIT
RF 1102	FELD 9%:	ANDESIT
RF 1301	FELD 9%:	QUARZANDESIT
RF 1304	FELD 10%:	QUARZANDESIT
RF 1604	FELD 9%:	FOIDFUEHRENDER ANDESIT
RF 1805	FELD 10%:	ANDESIT
RF 1901	FELD 10%:	ANDESIT
RF 1902	FELD 9%:	QUARZANDESIT
RF 1905	FELD 10%:	ANDESIT
RF 2001	FELD 9%:	ANDESIT

RF 2014	FELD 9%:	ANDESIT
RF 2054	FELD 9%:	FOIDFUEHRENDER ANDESIT
RF 2061	FELD 8%:	LATIT
RF 2062	FELD 9%:	ANDESIT
RF 2064	FELD 9%:	FOIDFUEHRENDER ANDESIT
RF 2065	FELD 9%:	ANDESIT
RF 2090	FELD 9%:	QUARZANDESIT
RF 2110	FELD 9%:	ANDESIT
RF 2112	FELD 9%:	FOIDFUEHRENDER ANDESIT
RF 2114	FELD 8%:	LATIT
RF 2122	FELD 10%:	ANDESIT
RF 4433	FELD 9%:	ANDESIT
RF 4601	FELD 9%:	FOIDFUEHRENDER ANDESIT
RF 4701	FELD 9%:	ANDESIT
RF 6061	FELD 9%:	ANDESIT
RF 6062	FELD 9%:	ANDESIT

Mineralbestaende plutonischer und vulkanischer Gesteine
nach P. Mueller 1982, N. Jahrb. Geol., D 55

SERIE

VULKANITNORM, TROCKEN
Feldspatlosung Nr. 1 (Standardlosung)

	103	601	608	609	610	611	612	1102	1301	1304	1604	1805
QUARZ	= 13.41	6.35	0.00	0.58	0.00	0.00	6.46	0.60	4.64	5.68	0.00	1.73
ALKALIFELDSPAT	= 7.07	14.58	6.56	5.44	5.99	5.83	11.64	23.29	7.75	5.44	10.52	4.34
PLAGIOKLAS	= 66.23	61.05	61.36	66.09	65.99	64.40	61.73	58.38	66.90	64.99	63.11	63.46
NEPHELIN	= 0.00	0.00	1.56	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CORDIERIT	= 0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DIOPSID	= 5.38	8.48	23.29	14.29	15.03	22.11	6.73	10.61	9.46	8.42	14.52	12.60
HYPERSTHEN	= 5.51	6.31	0.00	9.46	8.84	0.00	9.63	4.23	7.66	11.86	0.00	13.31
OLIVIN	= 0.00	0.00	3.14	0.00	0.03	3.70	0.00	0.00	0.00	0.00	3.39	0.00
AKZESSORIEN												
APATIT	= 0.44	0.61	0.63	0.63	0.61	0.61	0.63	0.57	0.68	0.57	1.04	0.79
ILMENIT	= 0.81	1.11	1.37	1.39	1.38	1.30	1.20	0.97	1.13	1.11	1.12	1.31
PYRIT	= 0.02	0.03	0.04	0.04	0.05	0.04	0.04	0.04	0.05	0.04	0.03	0.02
MAGNETIT	= 1.12	1.46	2.01	2.05	2.04	1.92	1.92	1.32	1.70	1.86	1.93	2.40
ZIRKON	= 0.01	0.02	0.03	0.03	0.04	0.03	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03
SUMME	= 100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
FARBZAHL	= 13.29	18.03	30.52	27.89	28.02	29.72	20.17	17.74	20.71	23.89	22.06	30.46
AN-Gehalt im PLAG.	= 33.73	34.12	40.29	34.84	33.89	38.17	38.10	29.09	34.18	40.60	35.19	42.57
	1901	1902	1905	2001	2014	2054	2061	2062	2064	2065	2090	2110
QUARZ	= 3.07	7.84	1.15	0.00	3.04	0.00	0.77	0.72	0.00	0.00	4.21	0.00
ALKALIFELDSPAT	= 0.00	21.80	6.36	24.10	17.88	27.43	49.03	19.81	24.74	23.39	9.88	15.28
PLAGIOKLAS	= 71.30	52.87	65.22	58.56	62.73	54.46	38.04	64.40	51.93	59.57	69.44	60.61
NEPHELIN	= 0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.43	0.00	0.00	4.24	0.00	0.00	0.00
CORDIERIT	= 0.00	0.00	0.00	0.00	6.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.96	0.00
DIOPSID	= 8.77	9.54	12.98	10.76	0.00	8.49	3.57	9.10	13.56	8.49	0.00	11.87
HYPERSTHEN	= 12.63	4.83	10.16	1.30	6.32	0.00	6.06	3.37	0.00	2.89	11.68	0.57
OLIVIN	= 0.00	0.00	0.00	1.90	0.00	5.38	0.00	0.00	2.31	2.21	0.00	7.34
AKZESSORIEN												
APATIT	= 0.88	0.46	0.64	0.90	0.75	1.06	0.56	0.53	0.85	0.87	0.70	1.10
ILMENIT	= 1.21	1.03	1.42	0.91	0.96	1.05	0.66	0.67	0.89	0.95	1.01	1.11
PYRIT	= 0.00	0.00	0.00	0.02	0.03	0.03	0.07	0.27	0.00	0.01	0.10	0.02
MAGNETIT	= 2.12	1.33	2.02	1.52	1.42	1.63	1.22	1.07	1.46	1.57	1.99	2.06
ZIRKON	= 0.03	0.02	0.04	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03
SUMME	= 100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
FARBZAHL	= 25.63	17.50	27.27	17.34	9.50	17.67	12.16	15.08	19.09	17.03	15.50	24.11
AN-Gehalt im PLAG.	= 39.86	30.81	38.34	29.32	29.61	30.43	24.75	21.79	31.70	31.10	35.42	42.78
	2112	2114	2122	4433	4601	4701	6061	6062				
QUARZ	= 0.00	0.44	0.63	0.00	0.00	0.00	0.27	3.40				
ALKALIFELDSPAT	= 20.89	34.14	3.30	14.52	16.20	21.37	14.46	14.71				
PLAGIOKLAS	= 53.96	53.29	70.71	63.83	57.12	60.83	71.99	61.87				
NEPHELIN	= 3.79	0.00	0.00	0.00	3.28	0.00	0.00	0.00				
CORDIERIT	= 0.00	0.00	7.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
DIOPSID	= 15.84	7.33	0.00	13.41	17.14	8.67	5.66	7.62				
HYPERSTHEN	= 0.00	2.35	12.84	4.36	0.00	0.06	4.69	8.64				
OLIVIN	= 2.06	0.00	0.00	0.25	2.34	5.33	0.00	0.00				
AKZESSORIEN												
APATIT	= 0.91	0.61	1.09	0.95	1.07	1.02	0.71	0.74				
ILMENIT	= 0.92	0.71	1.21	0.90	1.18	1.03	0.84	1.22				
PYRIT	= 0.06	0.05	0.07	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00				
MAGNETIT	= 1.54	1.07	2.46	1.76	1.64	1.66	1.35	1.77				
ZIRKON	= 0.02	0.01	0.03	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02				
SUMME	= 100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00				
FARBZAHL	= 21.37	12.13	17.69	21.65	23.40	17.80	13.28	20.02				
AN-Gehalt im PLAG.	= 34.53	29.07	25.46	34.58	39.95	31.51	29.74	36.82				

YOUNG VOLCANICS (wet)

Table 7.1
(continued)

Norm calculation after Müller (1982)

Classification after Streckeisen (1974 and 1982)

Volcanic norm, wet

Analysis Streckeisen double-triangle plot

	2031	2036	2055	2060	2063	2066	2067	2068	2069	2070	2089
QUARZ	= 2.98	2.48	0.00	0.00	0.02	0.00	4.23	2.08	2.06	0.00	4.80
ALKALIFELDSPAT	= 23.42	16.35	28.07	18.62	14.51	25.78	2.49	15.31	14.09	30.79	2.11
PLAGIOKLAS	= 56.68	63.01	47.04	55.72	65.43	47.14	74.46	62.67	66.24	48.35	66.01
NEPHELIN	= 0.00	0.00	3.72	2.68	0.00	4.82	0.00	0.00	0.00	2.98	0.00
CORDIERIT	= 0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
BIOTIT	= 6.52	6.04	0.00	0.00	5.82	0.00	7.69	5.32	4.72	0.00	7.34
WOLLASTONIT	= 0.00	0.00	3.92	0.69	0.00	1.03	0.00	0.00	0.00	0.94	0.00
DIOPSID	= 7.43	9.01	14.50	18.91	10.90	18.38	7.86	11.67	10.00	14.46	16.02
HYPERSTHEN	= 0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
KORUND	= 0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
AKZESSORIEN											
APATIT	= 0.68	0.70	0.59	0.82	0.89	0.53	0.77	0.56	0.58	0.58	0.74
ILMENIT	= 0.95	0.39	0.91	0.99	0.91	0.92	0.96	0.97	0.95	0.65	1.24
PYRIT	= 0.01	0.08	0.02	0.03	0.00	0.00	0.10	0.05	0.08	0.05	0.00
MAGNETIT	= 1.33	1.42	1.21	1.52	1.50	1.33	1.43	1.36	1.25	1.19	1.70
ZIRKON	= 0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.03
SUMME	= 100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
FARBZAHL	= 16.92	18.16	21.16	22.99	20.04	22.26	18.83	19.94	17.61	17.89	27.07
AN-Gehalt im PLAG.	= 29.91	30.73	30.50	34.73	27.31	31.44	28.37	27.48	27.82	27.41	37.54
	2111	2139	2146	2611	3001	3101	3201	3301	3401	4467	4478
QUARZ	= 0.00	0.00	0.00	8.28	7.44	16.09	15.72	15.20	15.65	1.35	0.00
ALKALIFELDSPAT	= 29.53	29.96	31.56	11.38	3.35	0.00	0.00	0.00	0.00	6.68	13.83
PLAGIOKLAS	= 39.23	53.32	44.94	60.66	61.42	66.11	66.39	65.51	61.78	65.59	53.19
NEPHELIN	= 8.99	0.69	5.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.45
CORDIERIT	= 0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
BIOTIT	= 0.00	1.86	0.44	4.26	3.70	8.41	8.39	9.06	10.66	6.02	6.02
WOLLASTONIT	= 3.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DIOPSID	= 16.09	11.33	14.49	12.42	20.75	6.93	6.93	7.69	8.91	16.62	18.62
HYPERSTHEN	= 0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
KORUND	= 0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
AKZESSORIEN											
APATIT	= 0.67	0.64	0.59	0.59	0.66	0.45	0.48	0.50	0.54	0.76	1.03
ILMENIT	= 0.87	0.90	0.89	0.95	0.94	0.71	0.71	0.68	0.85	1.15	1.04
PYRIT	= 0.04	0.12	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.01
MAGNETIT	= 1.23	1.16	1.22	1.42	1.70	1.28	1.35	1.34	1.60	1.77	1.79
ZIRKON	= 0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02
SUMME	= 100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
FARBZAHL	= 22.26	16.03	17.65	19.68	27.78	17.80	17.89	19.29	22.57	26.38	28.52
AN-Gehalt im PLAG.	= 34.72	27.61	33.17	33.28	42.21	34.22	33.08	34.73	41.16	34.96	37.46
	4501	4602	4604	4609	4705	4709	5089	5095			
QUARZ	= 2.37	10.95	5.49	7.67	0.69	1.47	0.00	6.29			
ALKALIFELDSPAT	= 10.40	21.44	23.49	7.96	7.15	0.00	26.32	3.09			
PLAGIOKLAS	= 69.37	54.04	54.51	67.43	70.34	76.90	47.92	73.42			
NEPHELIN	= 0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.93	0.00			
CORDIERIT	= 0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
BIOTIT	= 3.56	5.09	1.89	5.83	9.85	7.45	0.00	8.68			
WOLLASTONIT	= 0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.26	0.00			
DIOPSID	= 11.36	5.87	11.48	8.11	8.35	9.98	15.71	5.26			
HYPERSTHEN	= 0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
KORUND	= 0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
AKZESSORIEN											
APATIT	= 0.67	0.55	0.62	0.73	0.95	1.10	0.70	0.73			
ILMENIT	= 0.89	0.89	0.96	0.90	1.01	1.13	0.90	0.93			
PYRIT	= 0.00	0.02	0.29	0.00	0.00	0.07	0.05	0.23			
MAGNETIT	= 1.37	1.12	1.25	1.35	1.64	1.87	1.17	1.34			
ZIRKON	= 0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02			
SUMME	= 100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00			
FARBZAHL	= 17.86	13.57	16.50	16.94	21.83	21.62	19.82	17.20			
AN-Gehalt im PLAG.	= 27.43	34.85	36.42	30.95	48.69	35.78	34.40	32.02			

YOUNG VOLCANICS (wet)

Table 7.1
(continued)

Norm calculation after Müller (1982)
Classification after Streckeisen (1974 and 1982)
Volcanic norm, wet

Analysis Streckeisen double-triangle plot

	2031	2036	2055	2060	2063	2066	2067	2068	2069	2070	2089
QUARZ	= 2.98	2.48	0.00	0.00	0.02	0.00	4.23	2.08	2.06	0.00	4.80
ALKALIFELDSPAT	= 23.42	16.35	28.07	18.62	14.51	25.78	2.49	15.31	14.09	30.79	2.11
PLAGIOKLAS	= 56.68	63.01	47.04	55.72	65.43	47.14	74.46	62.67	66.24	48.35	66.01
NEPHELIN	= 0.00	0.00	3.72	2.68	0.00	4.82	0.00	0.00	0.00	2.98	0.00
CORDIERIT	= 0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
BIOTIT	= 6.52	6.04	0.00	0.00	5.82	0.00	7.69	5.32	4.72	0.00	7.34
WOLLASTONIT	= 0.00	0.00	3.92	0.69	0.00	1.03	0.00	0.00	0.00	0.94	0.00
DIOPSID	= 7.43	9.01	14.50	18.91	10.90	18.38	7.86	11.67	10.00	14.46	16.02
HYPERSTHEN	= 0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
KORUND	= 0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
AKZESSORIEN											
APATIT	= 0.68	0.70	0.59	0.82	0.89	0.53	0.77	0.56	0.58	0.58	0.74
ILMENIT	= 0.95	0.39	0.91	0.99	0.91	0.92	0.96	0.97	0.95	0.65	1.24
PYRIT	= 0.01	0.08	0.02	0.03	0.00	0.00	0.10	0.05	0.08	0.05	0.00
MAGNETIT	= 1.33	1.42	1.21	1.52	1.50	1.33	1.43	1.36	1.25	1.19	1.70
ZIRKON	= 0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.03
SUMME	= 100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
FARBZAHL	= 16.92	18.16	21.16	22.99	20.04	22.26	18.83	19.94	17.61	17.89	27.07
AN-Gehalt im PLAG.	= 29.91	30.73	30.50	34.73	27.31	31.44	28.37	27.48	27.82	27.41	37.54
	2111	2139	2146	2611	3001	3101	3201	3301	3401	4467	4478
QUARZ	= 0.00	0.00	0.00	8.28	7.44	16.09	15.72	15.20	15.65	1.35	0.00
ALKALIFELDSPAT	= 29.53	29.96	31.56	11.38	3.35	0.00	0.00	0.00	0.00	6.68	13.83
PLAGIOKLAS	= 39.23	53.32	44.94	60.66	61.42	66.11	66.39	65.51	61.78	65.59	53.19
NEPHELIN	= 8.99	0.69	5.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.45
CORDIERIT	= 0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
BIOTIT	= 0.00	1.86	0.44	4.26	3.70	8.41	8.39	9.06	10.66	6.02	6.02
WOLLASTONIT	= 3.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DIOPSID	= 16.09	11.33	14.49	12.42	20.75	6.93	6.93	7.69	8.91	16.62	18.62
HYPERSTHEN	= 0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
KORUND	= 0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
AKZESSORIEN											
APATIT	= 0.67	0.64	0.59	0.59	0.66	0.45	0.48	0.50	0.54	0.76	1.03
ILMENIT	= 0.87	0.90	0.89	0.95	0.94	0.71	0.71	0.68	0.85	1.15	1.04
PYRIT	= 0.04	0.12	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.01
MAGNETIT	= 1.23	1.16	1.22	1.42	1.70	1.28	1.35	1.34	1.60	1.77	1.79
ZIRKON	= 0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02
SUMME	= 100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
FARBZAHL	= 22.26	16.03	17.65	19.68	27.78	17.80	17.89	19.29	22.57	26.38	28.52
AN-Gehalt im PLAG.	= 34.72	27.61	33.17	33.28	42.21	34.22	33.08	34.73	41.16	34.96	37.46
	4501	4602	4604	4609	4705	4709	5089	5095			
QUARZ	= 2.37	10.95	5.49	7.67	0.69	1.47	0.00	6.29			
ALKALIFELDSPAT	= 10.40	21.44	23.49	7.96	7.15	0.00	26.32	3.09			
PLAGIOKLAS	= 69.37	54.04	54.51	67.43	70.34	76.90	47.92	73.42			
NEPHELIN	= 0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.93	0.00			
CORDIERIT	= 0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
BIOTIT	= 3.56	5.09	1.89	5.83	9.85	7.45	0.00	8.68			
WOLLASTONIT	= 0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.26	0.00			
DIOPSID	= 11.36	5.87	11.48	8.11	8.35	9.98	15.71	5.26			
HYPERSTHEN	= 0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
KORUND	= 0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
AKZESSORIEN											
APATIT	= 0.67	0.55	0.62	0.73	0.95	1.10	0.70	0.73			
ILMENIT	= 0.89	0.89	0.96	0.90	1.01	1.13	0.90	0.97			
PYRIT	= 0.00	0.02	0.29	0.00	0.00	0.07	0.05	0.23			
MAGNETIT	= 1.37	1.12	1.25	1.35	1.64	1.87	1.17	1.34			
ZIRKON	= 0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02			
SUMME	= 100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00			
FARBZAHL	= 17.86	13.57	16.50	16.94	21.27	21.63	19.82	17.20			
AN-Gehalt im PLAG.	= 27.43	34.85	36.47	30.95	28.69	35.78	34.40	32.02			

Table 7.2

KIETA VOLCANICS: WHOLE-ROCK GEOCHEMISTRY AND NORMATIVE COMPOSITIONS

Sample No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₃	LOI	As	Sa	Si	Co	Co	Cr
501	56.09	1.55	14.99	8.22	0.15	2.74	7.30	3.59	2.08	0.32	0.08	2.24	1	328	1	1	1	41
503	53.71	1.25	15.14	6.41	0.17	3.35	8.09	4.50	2.60	0.24	0.74	3.30	1	511	1	1	1	49
507	52.07	0.88	17.03	8.92	0.19	3.39	9.10	4.49	1.12	0.40	0.09	1.58	29	149	10	1	1	30
1001	46.69	1.32	15.42	9.14	0.14	8.26	8.32	2.76	1.01	0.30	0.71	5.01	1	120	1	1	47	254
1006	49.59	2.10	15.86	10.49	0.13	3.39	3.91	3.17	0.91	0.29	0.13	2.44	10	171	7	1	1	66
1807	47.39	1.95	15.47	9.92	0.14	4.45	10.30	2.31	0.39	0.28	0.19	6.54	1	64	9	1	1	184
2720	48.02	1.29	16.04	10.11	0.12	6.56	9.93	1.96	0.13	0.13	0.23	4.79	23	28	1	1	1	202
5078	46.24	1.33	15.32	10.93	0.16	5.62	7.44	4.08	0.15	0.14	0.28	7.80	1	1	1	1	25	126

19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	Sample No
Cu	La	Mo	Nb	Ni	Pb	Rb	Sc	Sn	Sr	Ta	Th	U	V	W	Y	Zn	Zr	
27	28	5	14	18	1	29	23	1	425	1	1	3	193	1	24	70	135	501
113	30	1	6	24	1	36	25	1	270	1	5	1	163	1	24	34	99	503
1110	1	6	3	23	8	16	20	1	678	1	1	1	258	1	28	75	84	507
64	31	5	18	133	1	14	34	1	373	1	1	1	190	1	28	69	135	1001
87	31	1	13	45	1	17	27	1	328	1	1	1	210	1	24	79	145	1006
67	23	1	7	46	1	5	31	1	374	1	1	1	213	1	23	86	124	1807
133	33	1	11	113	1	6	23	1	212	1	13	1	185	1	21	29	73	2720
83	1	1	7	69	1	5	31	1	212	1	10	1	196	1	18	107	80	5078

KIETA VOLCANICS (dry)

Norm calculation after Müller (1982)

Classification after Streckeisen (1974 and 1982)

Volcanic norm, dry

Analysis Streckeisen double-triangle plot

RF 501	FELD 9+:	CUARZANDESIT
RF 503	FELD 9+:	FOIDFUEHRENDER ANDESIT
RF 507	FELD 10:	ANDESIT
RF 1001	FELD 10:	LEUKOBASALT
RF 1006	FELD 10:	LEUKOBASALT (Dike)
RF 1807	FELD 10+:	LEUKOQUARZBASALT
RF 2720	FELD 10+:	LEUKOQUARZBASALT
RF 5078	FELD 10:	LEUKOBASALT

Mineralbestaende plutonischer und vulkanischer Gesteine
nach P. Mueller 1932, N. Jahrb. Geol., D 55

SERIE

VULKANITNORM, TROCKEN

Feldspatioesung Nr. 1 (Standardloesung)

	variablt.	501	503	507	1001	1006	1807	2720	5078
QUARZ	=	3.32	0.00	0.00	0.00	0.74	4.85	4.17	0.00
ALKALIFELDSPAT	=	7.53	16.70	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PLAGIOKLAS	=	53.54	53.34	71.36	61.16	63.05	59.44	57.06	66.49
NEPHELIN	=	0.00	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DIOPSID	=	13.12	21.12	16.24	10.36	13.47	16.59	12.21	11.42
HYPERSTHEN	=	7.45	0.00	3.47	12.86	16.62	13.03	21.68	5.33
OLIVIN	=	0.00	2.72	4.06	9.44	0.00	0.00	0.00	11.42
AKZESSORIEN									
APATIT	=	0.70	0.53	0.27	0.67	0.64	0.64	0.30	0.33
ILMENIT	=	2.41	1.82	1.26	2.70	3.06	3.00	1.94	2.10
PYRIT	=	0.03	0.27	0.03	0.26	0.05	0.07	0.11	0.11
CHROMIT	=	0.01	0.01	0.00	0.04	0.01	0.03	0.03	0.02
MAGNETIT	=	1.83	1.36	2.21	1.99	2.34	2.32	2.49	2.77
ZIRKON	=	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01

SUMME = 100.00 100.00 100.00 100.00 100.00 100.00 100.00 100.00 100.00

FARZAHLE = 25.57 27.84 23.14 38.84 36.22 35.72 38.77 33.51

AN-Gehalt im PLAG. = 32.45 22.98 32.97 46.50 43.77 57.09 65.25 38.04

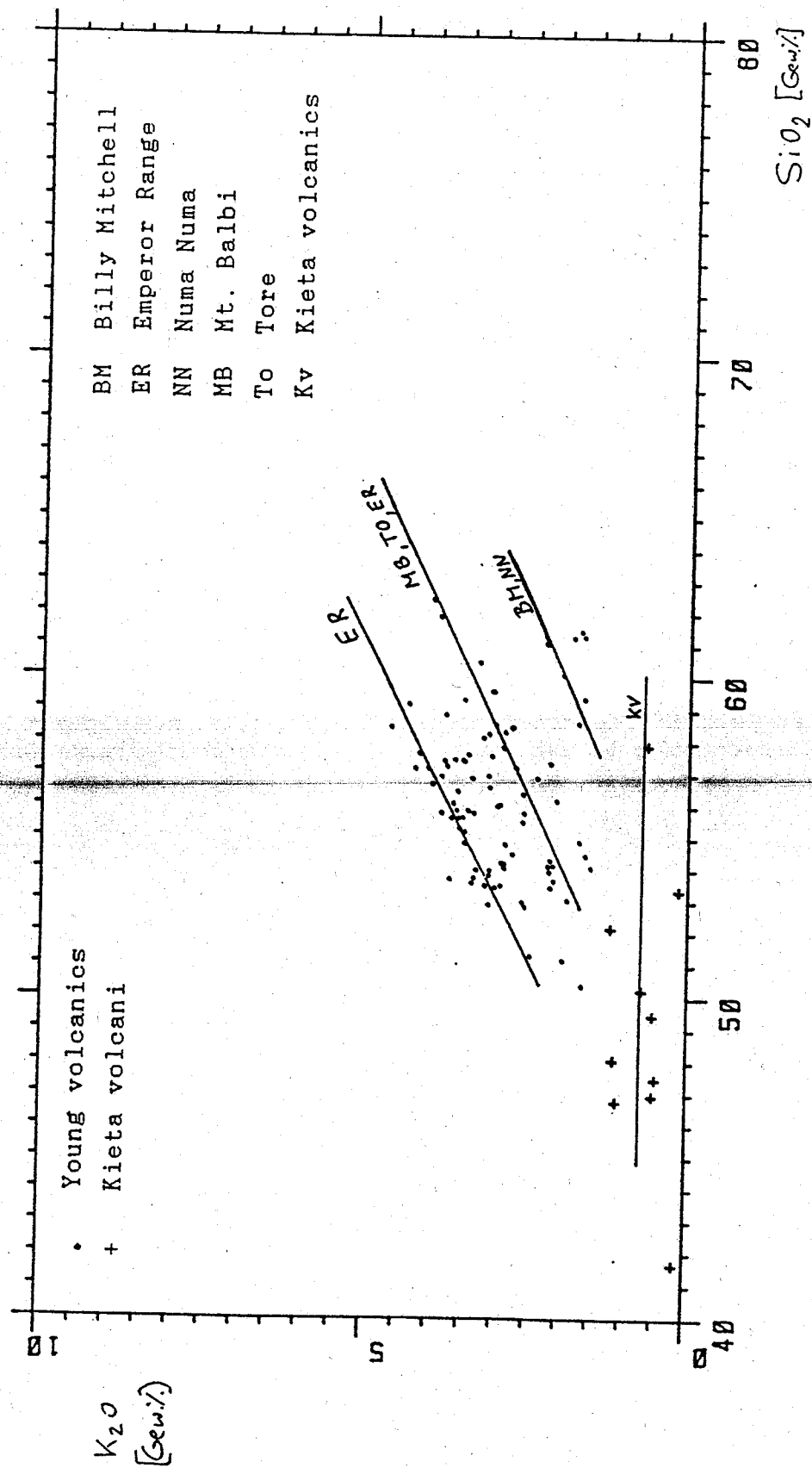


Figure 7.1 K₂O-SiO₂ relations of Kieta Volcanics and Younger volcanics

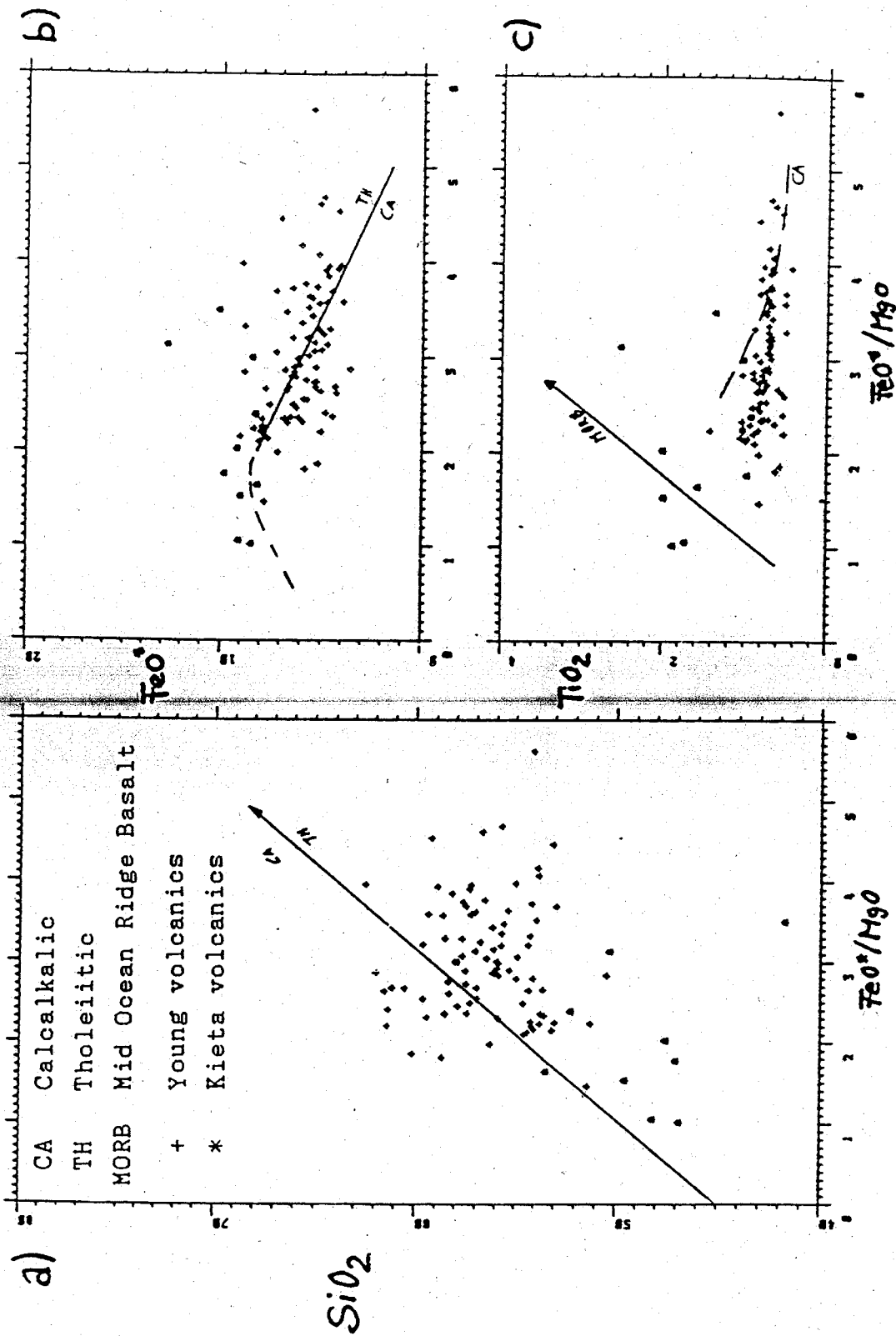


Figure 7.2 SiO_2 -FeO-MgO-TiO₂ relations of Kieta Volcanics and Younger volcanics. a. SiO_2 -FeO*/MgO b. FeO*-FeO*/MgO c. TiO₂-FeO*/MgO (FeO*= total XRF iron). Classification of volcanics is after Miyashiro (1975).

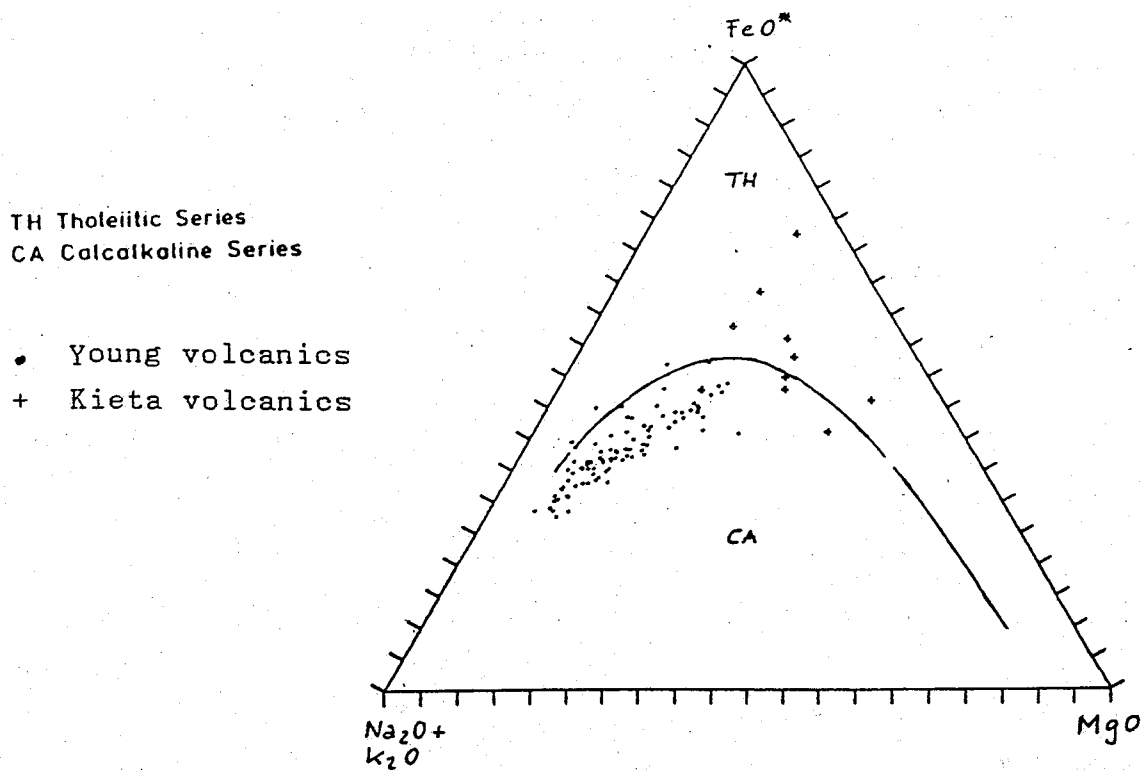


Figure 7.3 FMA diagram for Kieta Volcanics and Younger volcanics. Classification is after Irvine and Baragar (1971).

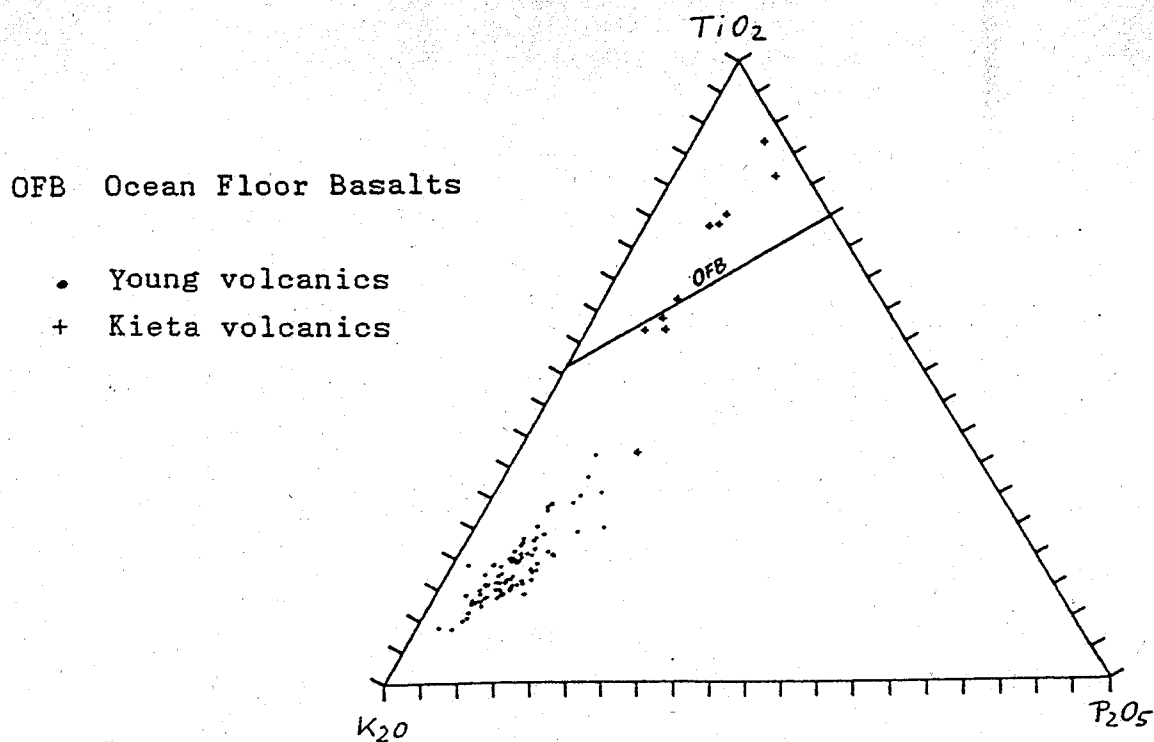


Figure 7.4 TiO₂-K₂O-P₂O₅ relations of Kieta Volcanics and Younger volcanics. Classification is after Pearce, Gorman and Birkett (1975).

near the K_2O corner into a P_2O_5 -rich trend and a TiO_2 -rich trend. The Na_2O - CaO triangle (Figure 7.5) underlines the CaO -rich character of the Kieta Volcanics and shows a relatively constant Na_2O/K_2O ratio with variable CaO for the young volcanics.

When TiO_2 is plotted against Zr (Figure 7.6), TiO_2 is seen to increase rapidly with increasing Zr for the Kieta Volcanics, while the young volcanics, which generally have TiO_2 below 1%, plot in a broad zone showing a weak negative correlation between TiO_2 and Zr .

In the Zr - $Ti/100$ - $3Y$ diagram (Figure 3.7, fields after Pearce and Cann, 1973; dashed boundaries after Rehm, 1982), most of the young volcanics plot in field B (calcalkali basalts). Some of the young volcanics and the Kieta Volcanics plot in fields A and C (A = within-plate basalts; C = low-potash tholeiites). In the Zr - $Ti/100$ - $Sr/2$ diagram (Figure 7.8), the young volcanics mostly plot in the calcalkali basalt (CAB) field, but some of them fall in the low-potash tholeiite (LKT) field. A few samples plot outside these fields near the $Sr/2$ corner. The Kieta Volcanics plot more or less exclusively in the LKT (low potassium tholeiite) and OFB (ocean-floor basalt) fields.

It is not possible to classify the above volcanics using Pearce and Cann's (1973) method without reservations, since some of the samples do not fall within the boundaries of this classification. However, it shows the general trends.

7.2 Intrusive rocks

Tables 7.3 and 7.4 contain the XRF analyses and norms of both subvolcanic and plutonic rocks. In the Na_2O - K_2O - CaO diagram (Figure 7.9), the intrusive rocks display a similar trend to that shown by the volcanics. The Kieta intrusives (subvolcanics, plutonics and dykes = 4, 6 and * in Figure 7.9) are mostly K_2O poor and relatively CaO rich. Samples showing elevated K_2O are probably those affected by growth of K-feldspar blasts. Rocks from the Emperor Range and Balbi (subvolcanics, and plutonics = 3 and 5 in Figure 7.9) show variable CaO and more or less constant Na_2O/K_2O ratios. A number of the intrusive rocks from the Emperor Range appear to be characteristically high in K_2O ; these particular rocks have been considerably enriched in K_2O at a late-magmatic or metasomatic stage. This aspect suggests that the intrusions are alkalic. However, the petrography of these intrusive rocks demonstrates that originally most of them were not alkalic rocks. The late-magmatic or post-magmatic introduction of K_2O led to intense metasomatism of the rock. This caused some of the original plagioclase to be completely replaced by K-feldspar, starting at the interstices; plagioclase is now only recognizable from relict texture. The K-feldspar may be graphically intergrown with late quartz at the edges of the plagioclase. Adularia as the last phase formed was observed in several samples and in some samples, adularia replaces almost the entire rock.

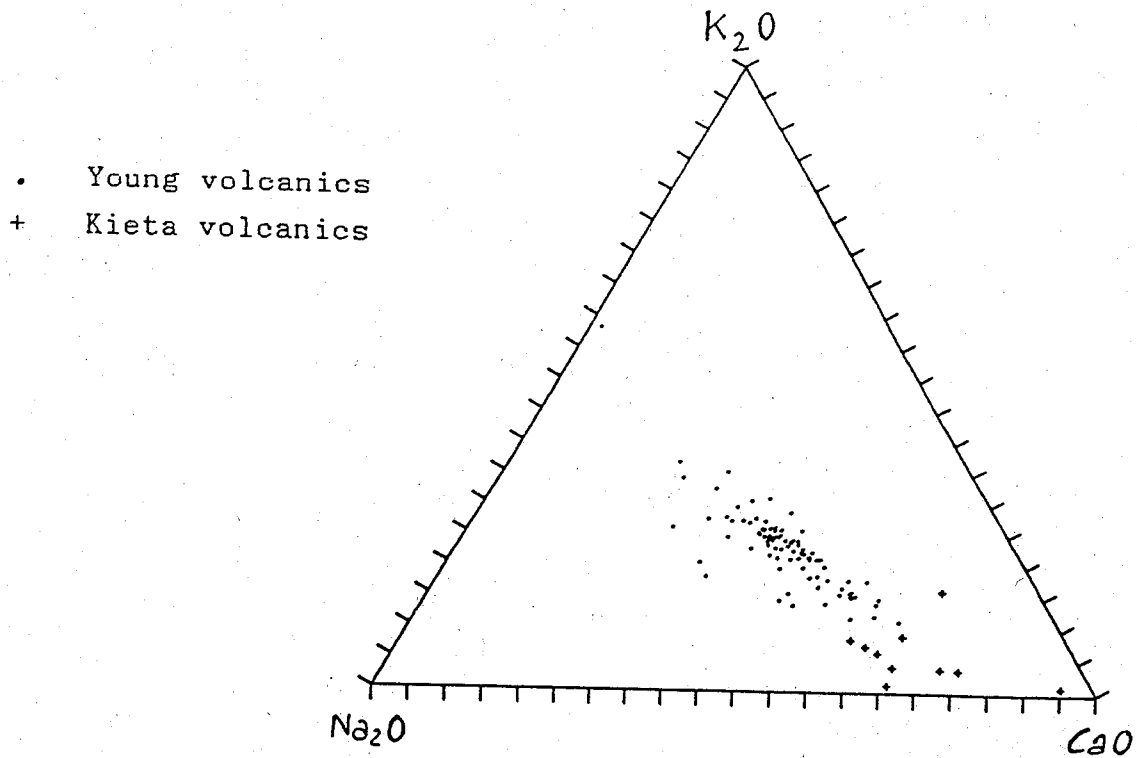


Figure 7.5 $\text{Na}_2\text{O}-\text{K}_2\text{O}-\text{CaO}$ relations of Kieta Volcanics and Younger volcanics.

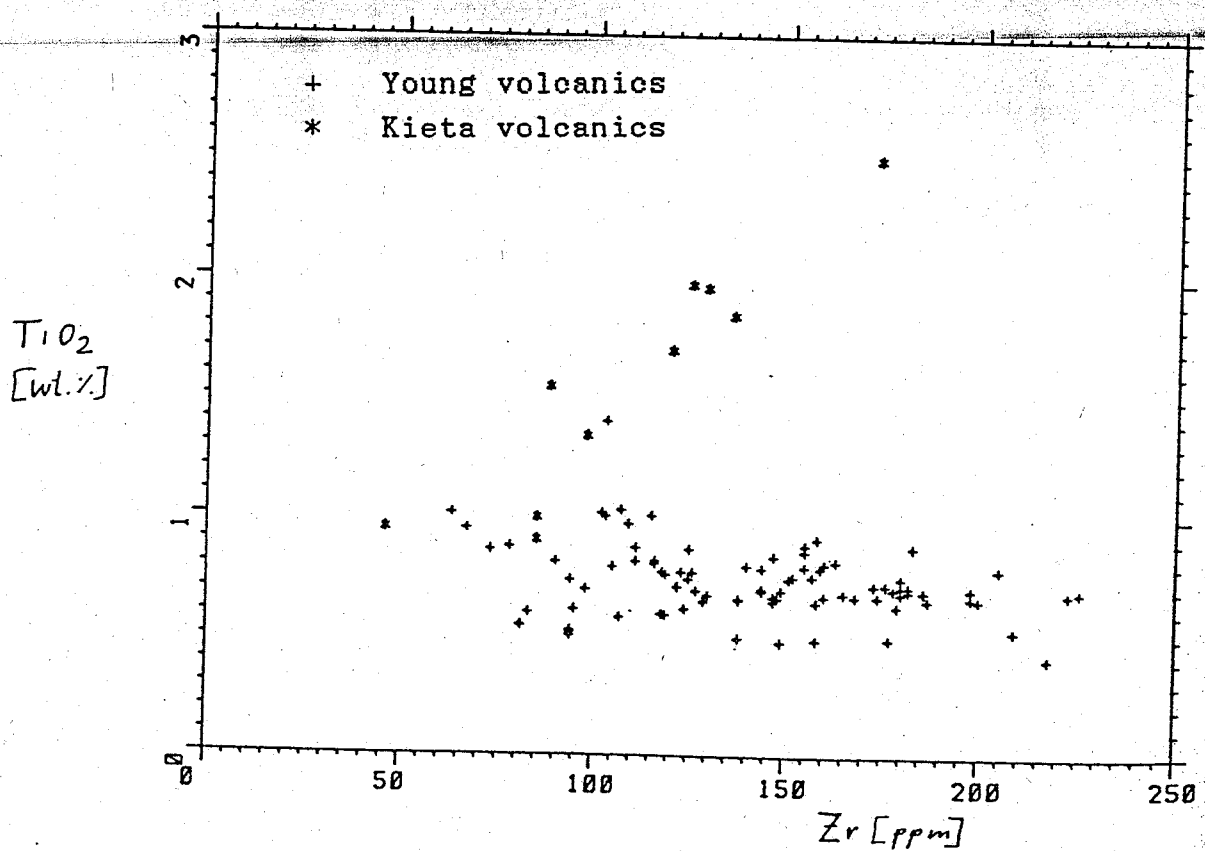


Figure 7.6 TiO_2 -Zr relations of Kieta Volcanics and Younger volcanics.

- A Within Plate Basalts
- B Calcalkali Basalts
- D Low Potassium Tholeiites
- - dotted fields after Rehm (1982)
- Young volcanics
- + Kieta volcanics

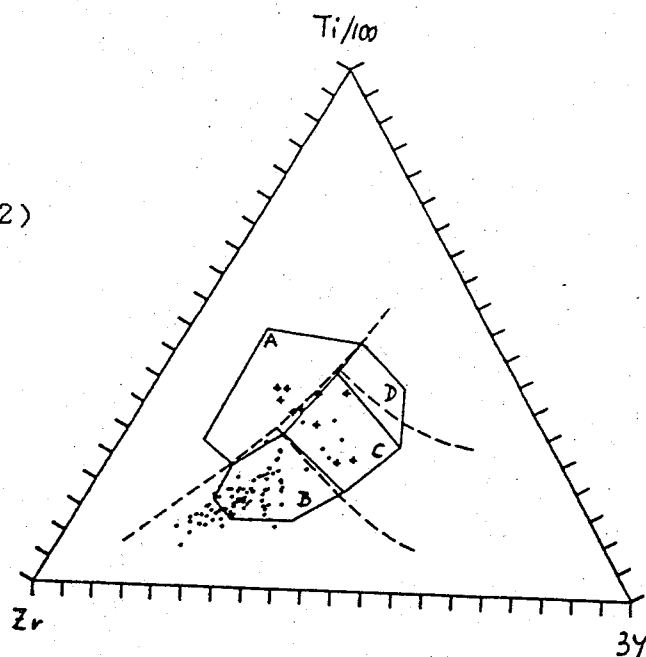


Figure 7.7 Zr-Ti/100- 3Y diagram for Kieta Volcanics and Younger volcanics. Fields are after Pearce and Cann (1973).

- CAB Calcalkali Basalts
- LKT Low Potassium Tholeiites
- OFB Ocean Floor Basalts
- Young volcanics
- + Kieta volcanics

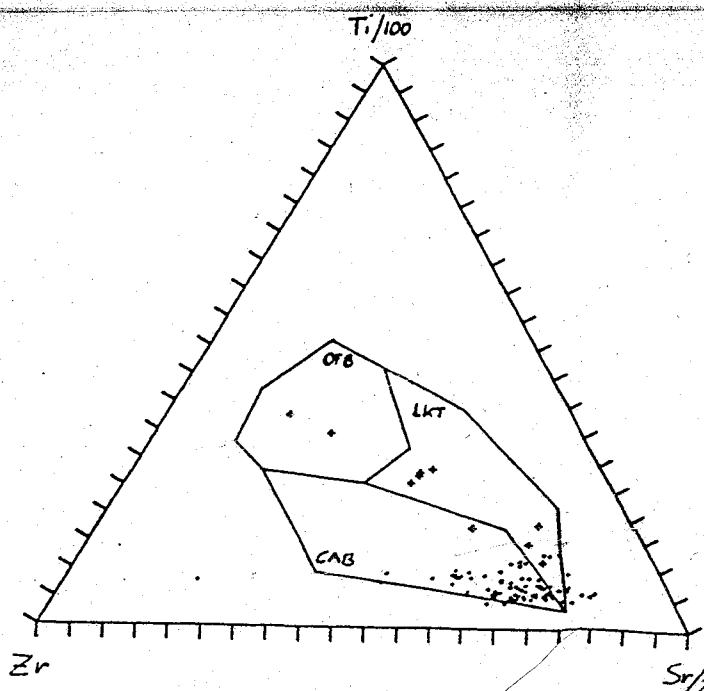


Figure 7.8 Zr-Ti/100-Sr/2 diagram for Kieta Volcanics and Younger volcanics. Fields are after Pearce and Cann (1973).

Table 7.3

**SUBVOLCANIC ROCKS: WHOLE-ROCK GEOCHEMISTRY
AND NORMATIVE COMPOSITIONS**

Sample No	1 SiO ₂	2 TiO ₂	3 Al ₂ O ₃	4 Fe ₂ O ₃	5 MnO	6 MgO	7 CaO	8 Na ₂ O	9 K ₂ O	10 P ₂ O ₅	11 SO ₃	12 LOI	13 As	14 Ba	15 Bi	16 Co	17 Cr	18 Cu
506	52.78	1.05	19.19	7.21	0.27	3.35	2.87	4.18	3.19	0.44	0.33	4.33	28	399	7	1	1	1
2035	59.35	0.58	13.91	4.23	0.17	0.89	4.10	5.00	4.97	0.25	0.03	0.79	12	398	1	52	1	1
2044	55.37	0.40	20.12	5.05	0.14	2.06	1.68	3.35	7.88	0.26	0.23	2.25	13	391	7	31	1	22
2045	57.83	0.63	19.23	7.24	0.17	2.10	3.79	4.09	3.16	0.39	0.15	1.65	1	424	1	22	1	1
2047	57.75	0.61	19.73	5.20	0.26	0.75	4.81	5.53	3.20	0.26	0.10	0.96	1	517	1	33	1	1
2048	56.97	0.54	19.66	6.33	0.23	1.44	4.14	5.09	3.01	0.34	0.11	1.43	1	478	1	36	1	1
2053	53.29	0.57	19.31	5.63	0.18	1.75	4.41	4.87	3.80	0.30	0.09	0.91	9	460	1	43	1	1
2057	54.31	0.62	13.28	5.93	0.25	1.55	5.03	4.60	3.43	0.40	0.06	4.34	1	337	1	46	1	1
2116	56.23	0.73	19.09	6.51	0.23	2.00	5.75	4.41	3.50	0.42	0.14	0.69	8	450	1	39	1	1
2117	53.54	0.33	21.34	8.13	0.17	1.91	3.49	3.72	2.26	0.41	0.26	3.44	1	237	6	52	1	1
3051	65.65	0.37	17.12	3.30	0.14	1.04	4.83	4.32	1.35	0.14	0.00	0.80	1	473	1	1	1	1
5056	53.32	0.31	17.59	5.34	0.16	2.37	5.90	3.15	1.13	0.14	0.00	3.36	1	273	1	1	1	27
5059	66.35	0.22	16.10	2.31	0.09	0.64	2.80	3.83	2.54	0.11	0.00	4.58	1	453	1	1	1	1
5060	54.24	0.69	13.32	7.63	0.20	3.01	7.75	3.71	0.25	0.20	0.00	3.59	7	158	1	1	1	1
5063	66.60	0.22	16.31	2.77	0.10	0.67	3.42	4.11	1.58	0.10	0.29	3.15	1	674	1	1	1	1
5064	55.03	0.61	17.72	7.32	0.16	2.60	6.95	3.20	0.92	0.17	0.91	3.93	14	215	1	1	1	1
5066	53.92	0.62	13.11	7.17	0.19	2.91	8.14	3.51	0.30	0.18	0.00	4.65	20	159	8	1	1	21
5067	53.61	0.55	13.27	6.24	0.17	2.24	7.13	3.36	1.22	0.21	0.00	0.35	7	350	1	1	1	1
5068	61.03	0.33	15.76	4.41	0.11	2.40	6.07	3.65	0.47	0.12	0.00	5.09	1	321	1	1	1	65
5070	60.12	0.49	13.44	5.54	0.16	1.76	6.45	4.05	0.30	0.17	0.00	1.24	1	335	1	1	1	1
5072	52.94	1.60	14.84	12.97	0.21	2.72	5.84	4.39	0.81	0.33	0.22	2.61	11	238	1	49	28	1
5073	61.61	0.43	13.72	5.33	0.05	1.72	5.34	3.60	1.51	0.13	0.10	2.65	16	501	6	1	1	1
5074	61.51	0.42	13.10	4.30	0.10	1.69	5.84	4.23	1.54	0.16	0.01	1.28	1	599	1	1	1	1
5075	59.74	0.37	13.90	4.25	0.10	2.54	5.16	3.39	0.97	0.13	0.32	6.31	3	250	1	1	1	51
5077	60.75	0.37	16.57	4.36	0.09	2.30	6.13	3.51	1.08	0.12	0.07	4.20	5	318	1	1	1	60
5078	46.24	1.33	13.32	10.93	0.16	5.62	7.44	4.08	0.15	0.14	0.28	7.80	1	1	1	1	25	126
5079	60.03	0.32	17.78	5.51	0.13	1.34	6.66	3.84	1.22	0.18	0.15	1.55	13	275	7	1	1	1
5084	60.83	0.40	16.79	5.07	0.15	1.61	3.32	2.91	2.35	0.13	1.39	4.50	1	223	1	1	1	1
5088	60.93	0.41	16.83	5.40	0.13	1.48	5.04	3.47	1.49	0.16	0.57	2.45	1	288	1	1	1	1
6057	56.99	0.67	19.64	5.31	0.15	0.74	4.97	5.02	4.03	0.36	0.00	1.03	1	499	1	41	1	1
6058	32.01	1.36	16.21	12.63	0.36	2.27	4.59	4.71	3.61	0.67	0.02	0.84	23	374	7	56	1	1
6073	53.23	1.70	14.61	11.37	0.19	3.99	3.15	4.43	3.49	0.22	0.00	1.20	13	68	8	1	1	15

19 Cu	20 La	21 Mo	22 Nb	23 Ni	24 Pb	25 Rb	26 Sc	27 Sn	28 Sr	29 Ta	30 Th	31 U	32 V	33 W	34 Y	35 Zn	36 Zr	Sample No
123	1	4	13	13	7	45	23	1	623	1	1	1	278	1	25	157	100	506
143	36	2	29	1	1	117	7	1	356	1	9	1	103	1	24	77	280	2035
151	23	6	15	9	143	125	3	1	735	9	16	6	115	1	21	211	233	2044
156	22	5	21	11	26	45	10	1	1144	6	9	7	168	1	20	96	133	2045
124	23	1	16	1	1	48	3	1	1239	1	1	1	116	1	21	144	90	2047
52	24	5	9	1	5	44	7	1	1330	1	9	1	145	1	22	138	108	2048
112	24	8	19	1	6	75	8	1	777	1	1	1	152	1	25	87	168	2053
101	29	1	12	1	3	53	7	1	848	1	9	1	135	1	21	125	142	2057
37	31	1	14	1	1	55	12	1	1042	1	18	1	174	1	21	104	141	2116
174	26	5	12	1	1	61	15	1	342	1	12	1	215	1	27	108	140	2117
32	1	1	9	1	5	27	7	1	538	1	7	1	73	1	19	62	97	5051
90	1	1	3	13	1	17	16	1	416	1	8	1	143	1	16	74	75	5056
9	1	1	3	1	1	39	4	1	430	1	6	1	23	1	14	56	98	5059
57	21	1	4	9	11	5	24	1	597	1	7	6	212	1	20	98	58	5060
1	1	1	11	1	10	27	4	1	514	1	1	1	32	1	6	48	95	5063
163	1	1	6	6	8	17	17	1	299	1	1	1	144	5	18	78	76	5064
45	21	1	3	1	13	10	21	26	553	1	9	1	177	1	16	97	62	5066
44	1	1	3	1	9	26	13	1	580	1	1	1	151	1	18	84	85	5067
31	1	1	3	14	1	16	14	1	570	1	15	1	106	10	9	66	65	5068
27	1	1	6	10	5	15	13	1	543	1	9	1	101	10	18	95	86	5070
53	42	1	19	1	1	16	27	1	304	1	1	5	105	1	46	118	233	5072
13	1	1	7	8	3	27	14	1	560	1	1	1	122	8	10	35	65	5073
55	1	1	7	20	7	24	8	1	630	7	13	1	105	10	11	472	76	5074
25	1	1	4	13	1	24	14	1	540	1	1	1	115	6	11	58	67	5075
14	1	1	1	8	12	25	14	1	693	1	15	3	104	1	7	53	66	5077
83	1	1	7	69	1	5	31	1	212	1	10	1	196	1	18	107	80	5078
29	1	1	7	1	12	23	14	1	594	1	7	3	143	1	14	84	88	5079
77	30	1	6	1	1	41	10	1	379	1	11	6	99	1	18	630	88	5084
25	1	1	3	1	1	22	11	1	623	1	13	1	105	1	9	146	88	5088
43	30	1	20	1	6	33	8	21	1087	1	11	1	151	1	23	89	190	6057
152	27	1	19	1	1	77	10	1	740	6	9	5	385	1	32	168	167	6058
100	24	1	7	15	1	3	78	1	274	1	1	1	222	1	29	56	105	6073

Table 7.3
(continued)

Norm calculation after Müller (1982)
Classification after Streckeisen (1974 and 1982)
Plutonic norm, extra dry

Analysis color index Streckeisen double-triangle plot

RF 2044	CI	10	FELD	7*: FOIDFUEHRENDER SYENIT
RF 2045	CI	16	FELD	9*: QUARZMONZODIORIT
RF 2046	CI	12	FELD	8: MONZONIT
RF 2047	CI	12	FELD	9: MONZODIORIT
RF 2048	CI	12	FELD	9: MONZODIORIT
RF 2057	CI	16	FELD	8: MONZONIT
RF 2116	CI	22	FELD	9*: FOIDFUEHRENDER MONZODIORIT
RF 2117	CI	17	FELD	9*: QUARZMONZODIORIT
RF 6057	CI	12	FELD	3*: FOIDFUEHRENDER MONZONIT
RF 6058	CI	27	FELD	8*: FOIDFUEHRENDER MONZONIT

Mineralbestaende plutonischer und vulkanischer Gesteine
nach P. Mueller 1932, N. Jahrb. Geol., D 55

SERIE

PLUTONITNORM, EXTREM TROCKEN
Feldspatloesung Nr. 2 (Loesung fuer heisse Plutonite)

		2044	2045	2046	2047	2048	2057	2116	2117	6057	6058
QUARZ	=	0.00	6.33	2.72	0.01	1.34	0.00	0.00	5.14	0.00	0.00
ALKALIFELDSPAT	=	56.71	25.46	38.08	27.64	24.08	30.54	24.11	17.43	34.99	33.73
PLAGIOKLAS	=	28.38	51.19	40.06	60.31	61.93	53.92	52.09	50.70	52.59	34.33
NEPHELIN	=	5.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.11	0.00	0.35	5.36
DISTHEN	=	0.00	1.47	7.35	0.00	0.11	0.00	0.00	10.16	0.00	0.00
DIOPSID	=	0.05	0.00	0.00	4.95	0.00	6.16	16.56	0.00	6.23	11.76
HYPERSTHEN	=	0.00	11.35	8.48	4.37	9.24	4.57	0.00	12.31	0.00	0.00
OLIVIN	=	7.36	0.00	0.00	0.00	0.00	1.46	1.68	0.00	2.71	8.26
AKZESSORIEN											
APATIT	=	0.55	0.84	0.79	0.54	0.73	0.87	0.86	0.88	0.76	1.41
ILMENIT	=	0.56	0.39	0.36	0.85	0.90	0.90	0.99	1.20	0.94	1.92
PYRIT	=	0.03	0.05	0.06	0.03	0.04	0.02	0.05	0.09	0.00	0.01
MAGNETIT	=	1.24	1.31	1.44	1.27	1.57	1.54	1.54	2.04	1.40	3.16
ZIRKON	=	0.01	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.05
SUMME	=	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
FARBZAHL	=	9.87	15.56	11.76	12.04	12.50	15.54	21.70	16.56	12.07	26.57
AN-Gehalt im PLAG.	=	55.11	33.06	22.71	31.00	34.31	35.26	41.22	37.44	34.73	34.03

Table 7.3
(continued)

YOUNG SUBVOLCANICS (wet)

Norm calculation after Müller (1982)
Classification after Streckeisen (1974 and 1982)
Plutonic norm, wet, biotite before hornblende

Analysis Color index Streckeisen double-triangle plot

RF 2035	CI 13	FELD 8°	FOIDFUEHRENDER MOMZONIT
RF 2053	CI 21	FELD 8°	FOIDFUEHRENDER MOMZONIT

Mineralbestaende plutonischer und vulkanischer Gesteine
nach P. Mueller 1932, N. Jahrb. Geol., 9 55

SERIE

PLUTONITNORM, NASS, BIOTIT VOR HORNBLENDE
Feldspatloesung Nr. 2 (Loesung fuer heisse Plutonite)

	2035	2053
ALKALIFELDSPAT	= 46.15	31.45
PLAGIOKLAS	= 40.19	44.83
NEPHELIN	= 0.34	2.79
BIOTIT	= 1.40	0.14
DIOPSID	= 9.56	17.91
AKZESSORIEN		
APATIT	= 0.51	0.61
ILMENIT	= 0.81	0.91
PYRIT	= 0.01	0.03
MAGNETIT	= 1.02	1.31
ZIRKON	= 0.01	0.02
SUMME	= 100.00	100.00
FARBZAHL	= 13.32	20.93
AN-Gehalt im PLAG.	= 32.38	35.89

Table 7.3
(continued)

KIETA SUBVOLCANICS (wet)

Norm calculation after Müller (1982)
Classification after Streckeisen (1974 and 1982)
Plutonic norm, wet, Hornblende before biotite

Analysis Color index Streckeisen double-triangle plot

RF 2717	CI	8	FELD	5: TONALIT
RF 5051	CI	12	FELD	5: TONALIT
RF 5056	CI	19	FELD	5: TONALIT
RF 5063	CI	7	FELD	5: TONALIT
RF 5064	CI	29	FELD	10*: QUARZDIORIT
RF 5066	CI	28	FELD	10*: QUARZDIORIT
RF 5067	CI	25	FELD	10*: QUARZDIORIT
RF 5069	CI	39	FELD	10: PYROXENHORNBLENDEGABBRO
RF 5070	CI	19	FELD	10*: QUARZDIORIT
RF 5076	CI	22	FELD	10*: QUARZDIORIT
RF 5084	CI	14	FELD	5: TONALIT
RF 5088	CI	19	FELD	4: GRANODIORIT
RF 6077	CI	40	FELD	10: PYROXENHORNBLENDEGABBRO
RF 6078	CI	44	FELD	10: DIORIT

QUARZ	=	0.00	1.12
ALKALIFELDSPAT	=	1.51	0.00
PLAGIOKLAS	=	58.63	54.83
MUSKOVIT	=	0.00	0.00
BIOTIT	=	0.00	0.00
HORNBLLENDE	=	8.53	22.72
PARGASIT	=	16.21	0.00
DIOPSID	=	11.37	15.73
HYPERSTHEN	=	0.00	0.00
AKZESSORIEN			
APATIT	=	0.19	0.48
ILMENIT	=	1.14	2.41
PYRIT	=	0.04	0.00
MAGNETIT	=	1.97	2.63
ZIRKON	=	0.02	0.04
SUMME	=	100.00	100.00

Mineralbestaende plutonischer und vulkanischer Gesteine
nach P.Mueller 1982, N.Jahrb.Geol., D 55

FARBZAHL = 39.71 44.05

SERIE

AN-Gehalt im PLAG. = 57.06 20.67

PLUTONITNORM, NASS, HORNBLLENDE VOR BICTIT
Feldspatloesung Nr. 2 (Loesung fuer heisse Plutonite)

	2717	5051	5056	5063	5064	5066	5067	5069	5070	5076	5084	5088
QUARZ	= 27.83	21.04	19.87	27.38	9.91	10.35	7.82	0.00	15.77	12.48	26.67	17.47
ALKALIFELDSPAT	= 0.00	4.22	0.00	0.00	3.57	0.00	5.29	0.00	0.00	2.44	0.00	9.19
PLAGIOKLAS	= 44.60	62.60	61.52	62.46	57.76	61.20	62.24	61.00	65.00	63.25	48.81	54.44
MUSKOVIT	= 17.36	0.00	0.00	3.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.37	0.00
BIOTIT	= 1.02	2.42	11.21	5.63	0.00	2.99	0.00	0.00	0.00	5.64	0.00	11.55
HORNBLLENDE	= 0.00	7.96	1.32	0.00	22.27	21.35	8.11	16.29	11.13	7.55	0.00	15.91
PARGASIT	= 0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.41	0.00	0.00	0.00	0.00
DIOPSID	= 0.00	0.00	0.00	0.00	3.13	0.00	13.80	6.09	0.00	11.97	0.00	0.49
HYPERSTHEN	= 5.23	0.00	3.36	0.00	0.00	0.88	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
AKZESSORIEN												
APATIT	= 0.35	0.29	0.30	0.22	0.36	0.41	0.43	0.27	0.36	0.37	0.29	0.34
ILMENIT	= 0.79	0.51	0.75	0.32	0.59	0.91	0.76	1.72	0.70	0.64	0.60	0.59
PYRIT	= 0.01	0.00	0.00	0.11	0.33	0.00	0.00	0.02	0.00	0.01	0.52	0.21
MAGNETIT	= 0.83	0.95	1.66	0.69	1.77	1.88	1.53	2.17	1.39	1.30	1.17	1.34
ZIRKON	= 0.01	0.01	0.02	0.00	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01
SUMME	= 100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
FARBZAHL	= 3.15	12.14	13.61	6.97	28.76	28.45	24.65	39.00	19.23	21.83	14.15	18.91
AN-Gehalt im PLAG.	= 17.73	33.30	51.60	32.05	43.84	45.35	41.51	51.87	40.99	44.59	41.85	39.76

Table 7.3
(continued)

KIETA DIKES

Norm calculation after Müller (1982)
Classification after Streckeisen (1974 and 1982)
Plutonic norm

Analysis Color index Streckeisen double-triangle plot

RF 1006	CI	39	FELD	10*:	QUARZDIORIT
RF 1709	CI	36	FELD	10*:	QUARZDIORIT
RF 2706	CI	25	FELD	10*:	QUARZDIORIT
RF 2716	CI	15	FELD	10*:	QUARZDIORIT
RF 5054	CI	60	FELD	14:	FOIODIORIT
RF 5059	CI	6	FELD	4:	GRANODIORIT
RF 5072	CI	32	FELD	10*:	QUARZDIORIT
RF 5078	CI	35	FELD	10:	DIORIT

Mineralbestände plutonischer und vulkanischer Gesteine
nach P. Mueller 1982, N. Jahrb. Geol., D 55

SERIE

PLUTONITNORM

Feldspatloesung Nr. 2 (Loesung fuer heisse Plutonite)

		1006	1709	2706	2716	5054	5059	5072	5078
QUARZ	=	4.04	9.98	11.32	15.54	0.00	26.25	7.51	0.00
ALKALIFELDSPAT	=	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.32	0.00	0.00
PLAGIOKLAS	=	57.35	54.07	63.36	69.58	34.51	52.29	60.97	65.20
NEPHELIN	=	0.00	0.00	0.00	0.00	5.40	0.00	0.00	0.00
MUSKOVIT	=	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	3.83	0.00	0.00
BIOTIT	=	9.02	2.99	12.43	2.36	0.93	5.14	8.09	1.32
DIOPSID	=	13.80	0.00	9.32	7.01	38.64	0.00	8.94	13.20
HYPERSTHEN	=	9.63	23.06	0.00	3.71	0.00	0.00	8.01	3.60
OLIVIN	=	0.00	0.00	0.00	0.00	10.43	0.00	0.00	11.00
AKZESSORIEN									
APATIT	=	0.64	0.53	0.64	0.26	0.33	0.24	0.85	0.30
ILMENIT	=	3.06	3.14	1.12	0.79	5.16	0.32	2.35	2.10
PYRIT	=	0.05	0.17	0.00	0.01	0.00	0.00	0.08	0.10
CHROMIT	=	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
MAGNETIT	=	2.35	3.87	1.79	0.73	4.43	0.60	3.19	2.70
ZIRKON	=	0.03	0.04	0.02	0.01	0.11	0.00	0.01	0.00
SUMME	=	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
FARBZAHL	=	38.61	35.91	25.32	14.89	60.10	6.30	31.52	34.80
AN-Gehalt im PLAG.	=	48.03	45.94	41.96	34.54	42.21	32.36	31.84	38.60

Table 7.4

**PLUTONIC ROCKS: WHOLE-ROCK GEOCHEMISTRY
AND NORMATIVE COMPOSITIONS**

PLUTONICS (KIETA PLUTONICS AND "YOUNG" INTRUSIONS)

Sample No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₃	LOI	A _s	B _a	B _i	C _e	C _o	Cr
104	59.78	0.53	17.51	5.66	0.10	1.91	4.76	3.55	1.70	0.12	0.02	3.48	1	400	7	1	1	1
1401	53.65	0.75	19.24	6.64	0.23	2.35	5.93	4.73	3.72	0.46	0.26	6.50	7	543	8	23	1	1
1704	47.11	2.74	12.87	17.60	0.41	5.28	7.95	3.32	0.49	0.18	0.23	1.44	13	58	12	1	1	1
1703	59.15	2.47	14.73	13.35	0.34	4.01	6.03	2.70	0.62	0.31	0.81	3.25	24	42	11	49	1	1
2026	59.63	0.43	16.78	2.31	0.23	0.32	3.51	2.27	9.56	0.12	1.02	1.76	1	366	1	1	1	1
2027	63.58	0.50	17.89	3.31	0.20	0.36	1.85	4.21	6.14	0.12	0.02	1.31	1	253	1	39	1	1
2028	62.05	0.61	13.23	3.17	0.03	0.75	2.90	4.17	6.10	0.17	0.06	0.93	1	271	1	51	1	1
2029	57.83	0.66	13.49	5.33	0.13	1.59	5.64	5.03	3.68	0.29	0.00	0.48	13	393	1	1	1	1
2032	56.77	0.66	19.27	6.10	0.33	1.55	5.40	4.86	3.48	0.36	0.03	0.70	10	468	1	50	1	1
2037	63.89	0.32	17.00	3.55	0.10	0.47	0.63	5.65	6.43	0.10	0.05	1.00	7	120	1	55	1	1
2038	54.15	0.79	18.81	7.84	0.32	2.60	6.26	4.55	2.77	0.52	0.04	0.81	11	430	13	23	1	1
2039	53.97	0.69	13.60	7.06	0.22	2.47	6.96	4.87	2.96	0.50	0.09	0.91	1	274	1	24	1	1
2041	51.33	0.35	16.45	10.17	0.32	3.91	7.95	3.15	3.04	0.67	0.08	1.45	15	335	1	1	1	28
2042	55.48	0.79	19.30	6.15	0.19	1.37	5.01	4.90	3.89	0.45	0.06	1.38	1	489	9	50	1	1
2046	56.32	0.66	19.78	5.93	0.05	1.23	1.47	5.20	3.20	0.36	0.17	4.33	1	326	1	35	1	1
2049	60.16	0.37	13.15	4.97	0.13	1.17	4.75	4.43	3.30	0.24	0.07	0.38	1	403	1	44	1	1
2054	55.74	0.75	18.54	6.78	0.20	2.17	5.71	4.61	3.83	0.51	0.08	0.56	1	398	1	25	1	1
2101	55.03	0.70	13.98	7.59	0.18	2.11	5.31	4.14	3.08	0.46	0.16	1.74	11	457	6	1	1	1
2103	57.55	0.62	19.22	6.37	0.20	1.46	5.32	5.05	2.26	0.31	0.11	1.05	12	420	7	52	1	1
2104	53.92	0.60	13.13	5.61	0.16	1.16	5.35	4.62	3.67	0.29	0.13	0.64	15	433	3	49	1	1
2105	56.69	0.70	13.59	6.28	0.22	1.76	6.43	4.75	3.29	0.38	0.13	0.48	15	396	8	21	1	1
2106	52.75	1.17	15.28	11.64	0.42	2.89	6.84	3.59	3.66	0.65	0.13	0.56	11	308	1	61	1	1
2107	65.01	0.55	17.92	3.33	0.12	0.57	1.28	4.97	6.23	0.13	0.35	1.38	1	182	1	1	1	1
2108	55.49	0.73	19.33	6.40	0.21	1.92	5.06	4.62	4.21	0.52	0.13	1.09	1	420	1	37	1	1
2109	64.39	0.21	13.00	1.95	0.06	0.12	1.41	4.46	7.44	0.06	0.15	1.23	27	395	1	1	1	1
2113	53.24	0.47	17.50	4.24	0.15	1.07	4.60	4.79	3.50	0.25	0.17	3.34	1	501	1	48	1	1
2114	59.09	0.51	19.32	4.51	0.14	0.90	4.16	4.95	4.35	0.29	0.13	0.90	13	480	1	32	1	1
2115	53.97	0.52	18.88	4.75	0.19	1.12	4.23	5.16	4.47	0.30	0.12	0.71	1	456	1	49	1	1
2119	59.17	0.64	13.39	5.10	0.23	1.45	2.47	4.54	5.17	0.36	0.21	1.69	1	505	1	30	1	1
2120	57.72	0.53	19.42	5.40	0.16	1.34	4.43	4.85	4.11	0.38	0.05	1.11	11	416	1	1	1	1
2123	70.33	0.17	14.39	2.13	0.06	0.30	3.59	4.43	5.74	0.05	0.17	0.83	23	57	1	59	1	1
2132	57.44	0.50	19.58	4.90	0.10	1.07	2.96	5.04	3.71	0.25	0.03	1.76	1	543	1	37	1	1
2137	57.11	0.54	13.69	5.02	0.13	1.15	5.69	4.94	4.04	0.30	0.33	1.23	1	435	1	1	1	1
2107	49.57	3.37	14.74	13.76	0.21	3.36	9.06	3.12	0.64	0.44	0.90	1.05	24	88	1	1	1	1
2107	60.76	1.05	15.77	7.27	0.14	1.71	4.89	4.47	1.75	0.27	0.90	1.60	1	362	1	41	1	32
2111	43.44	2.32	16.75	13.64	0.16	3.27	3.93	2.99	1.16	0.21	0.00	1.34	1	209	1	39	1	1
2115	56.32	0.86	13.38	6.90	0.12	5.69	7.70	3.59	0.38	0.15	0.12	1.63	1	146	6	24	1	124
2119	52.03	0.59	17.95	5.07	0.14	2.35	9.99	3.33	0.13	0.03	0.22	6.14	26	61	1	1	1	79
2121	65.22	0.54	15.85	3.53	0.09	2.14	3.16	4.10	1.93	0.18	0.33	3.26	48	203	6	1	1	1
2136	55.24	0.76	13.99	6.82	0.17	1.63	6.91	4.55	2.30	0.37	0.00	0.93	1	427	1	25	1	18
2104	55.31	0.75	17.03	5.90	0.23	1.76	6.76	4.63	2.50	0.41	0.03	1.00	12	390	1	1	1	1
5054	44.60	3.57	13.37	19.51	0.31	6.72	9.56	3.11	0.09	0.15	0.00	1.64	27	1	9	44	35	1
5053	47.22	1.40	17.16	8.43	0.22	4.44	10.13	3.89	0.15	0.21	0.13	1.98	1	79	9	1	1	96
5061	69.64	0.15	13.93	1.73	0.10	0.53	3.05	1.31	3.38	0.08	0.19	5.15	1	353	6	1	1	1
5069	46.46	1.16	19.91	8.35	0.15	3.66	10.72	3.27	0.35	0.12	0.06	4.75	11	67	10	1	22	1
5071	49.12	1.75	14.64	10.30	0.16	6.53	3.50	4.13	0.73	0.23	0.03	3.11	16	133	1	1	20	233
5076	57.27	0.45	17.85	5.16	0.16	2.33	6.83	3.53	3.87	0.17	0.02	2.96	7	278	1	1	1	20
5080	60.32	0.44	17.16	4.50	0.20	1.70	4.21	3.77	2.21	0.16	0.64	4.09	15	299	1	1	1	1
5081	60.25	0.44	16.66	4.39	0.19	1.53	5.63	3.57	1.54	0.15	0.45	3.99	13	279	1	1	1	1
5082	63.53	0.41	16.77	4.47	0.17	1.50	3.61	2.95	3.04	0.15	0.10	2.81	1	510	1	1	1	28
5083	46.25	1.44	15.37	12.53	0.20	6.06	11.24	2.66	0.20	0.11	0.25	2.80	26	43	1	1	46	31
5089	56.88	0.67	19.26	5.03	0.19	1.47	6.00	4.99	3.84	0.34	0.15	0.55	6	461	1	36	1	1
5095	55.75	0.65	13.81	5.74	0.16	1.65	5.71	4.34	2.97	0.34	0.64	2.61	11	444	1	22	1	1
6066	61.42	0.43	17.76	4.34	0.03	0.55	0.93	5.33	5.79	0.17	0.09	1.49	18	149	1	43	1	1
6067	55.33	0.66	12.95	5.34	0.20	1.35	5.80	4.92	3.20	0.45	0.03	0.39	25	428	1	1	1	1
6071	56.31	0.54	12.09	5.36	0.17	1.31	6.00	4.53	3.85	0.34	0.01	0.61	7	450	1	20	1	1
6072	63.59	0.35	15.76	2.47	0.09	0.29	1.37	4.23	3.18	0.07	0.00	0.34	19	472	6	1	1	1
6074	56.03	0.77	17.93	6.72	0.20	2.09	4.45	4.75	4.79	0.42	0.02	1.15	1	359	1	1	1	1
6075	59.76	0.57	17.97	5.11	0.12	1.01	2.26	4.28	5.63	0.27	0.06	2.21	1	73	1	1	1	31
6077	48.53	0.31	20.83	8.12	0.19	4.27	11.14	3.09	0.64	0.09	0.13	1.44	24	73	1	1	1	100
6080	49.33	1.24	16.47	9.78	0.22	5.84	9.19	3.50	0.44	0.27	0.11	2.09	7	163	1	1	1	1

Table 7.4
(continued)

PLUTONICS (KIETA PLUTONICS AND "YOUNG" INTRUSIONS)

19 Cu	20 La	21 Mo	22 Nb	23 Ni	24 Pb	25 Rb	26 Sc	27 Sn	28 Sr	29 Ta	30 Th	31 U	32 V	33 W	34 Y	35 Zn	36 Zr	Sample No
40	1	1	1	1	1	33	18	1	621	1	1	1	144	1	10	55	78	104
130	1	4	14	1	16	72	15	1	907	7	1	1	171	1	23	110	131	1401
231	24	1	10	19	1	4	51	1	194	1	1	1	523	1	30	106	114	1704
237	50	1	12	1	1	9	36	21	233	1	9	1	332	1	39	109	172	1708
6378	1	22	27	1	1	224	3	45	653	13	14	1	97	6	25	81	244	2026
74	1	11	41	1	1	144	3	1	472	5	19	10	73	1	40	234	465	2027
297	21	16	42	1	24	133	4	38	497	1	1	1	82	1	36	101	536	2028
120	1	8	17	1	3	77	7	1	897	9	1	1	143	1	23	60	130	2029
133	1	9	13	1	7	62	10	1	1112	1	9	1	162	1	23	196	148	2032
217	1	20	40	1	17	217	6	1	174	7	21	10	16	1	34	66	599	2037
111	1	4	69	1	7	44	15	1	1022	7	7	10	216	1	23	145	107	2038
123	1	6	18	1	7	56	12	1	1119	1	1	1	131	1	23	96	154	2039
123	1	6	9	14	1	43	25	1	1203	1	6	1	280	1	19	108	87	2041
152	30	1	17	1	6	76	10	1	1013	1	7	1	143	1	23	81	142	2042
12	29	1	3	1	1	78	9	1	787	1	1	1	151	1	17	21	104	2046
102	1	1	17	1	7	65	8	21	914	1	15	1	104	7	25	53	158	2049
170	32	1	14	1	6	62	10	1	939	7	11	1	176	1	23	91	122	2054
260	22	10	14	6	8	53	12	3	1072	6	8	0	168	1	24	90	137	2101
1099	23	4	16	0	13	51	10	17	1204	3	14	2	149	1	21	107	129	2103
237	1	1	14	3	13	63	8	0	767	5	12	0	110	1	22	71	159	2104
23	1	0	17	0	10	56	12	1	972	1	8	4	157	0	23	85	149	2105
316	27	1	14	1	1	62	13	1	663	7	1	1	312	1	34	127	164	2106
95	1	1	23	1	21	152	3	1	262	1	15	7	51	1	20	86	618	2107
181	1	1	19	1	7	37	10	1	377	6	16	1	143	1	22	94	174	2108
102	1	1	13	1	13	169	3	1	461	1	17	7	31	1	16	51	312	2109
90	22	1	14	1	10	79	8	1	919	7	15	1	91	1	15	77	176	2113
78	1	1	13	1	24	83	6	1	945	8	10	1	101	8	21	104	208	2114
63	1	1	14	1	10	95	8	1	778	1	21	4	101	1	20	113	229	2115
92	34	5	22	1	23	83	9	21	753	1	23	7	132	1	24	118	215	2119
127	1	1	13	1	1	94	8	1	383	9	18	8	126	1	24	90	223	2120
19	36	1	52	1	22	225	3	22	119	1	32	13	1	1	36	53	323	2123
123	1	1	15	1	15	69	8	1	1106	1	14	1	147	1	20	98	151	2132
82	22	1	16	1	3	54	3	1	1100	1	5	1	152	1	19	80	199	2139
84	29	1	10	15	1	15	34	1	302	5	1	1	310	1	23	111	113	2707
15	34	1	18	17	9	31	14	1	250	5	6	7	76	1	43	77	285	2709
136	22	1	9	19	1	19	36	1	360	1	1	1	500	1	26	118	96	2711
55	23	1	14	51	6	8	23	1	234	6	10	5	182	1	18	43	122	2715
22	1	1	10	65	1	5	25	1	404	1	11	3	152	1	9	33	52	2719
10	26	1	13	11	5	47	10	1	314	1	16	6	85	1	15	26	132	2721
163	1	1	13	1	12	57	14	1	973	1	8	5	180	1	22	100	137	4436
170	1	4	13	1	13	43	10	1	1154	1	13	1	162	1	21	121	103	4704
73	29	1	3	32	8	1	63	1	156	1	1	1	900	1	25	139	73	5054
40	1	1	9	43	5	1	29	1	344	1	1	1	161	1	20	107	93	5058
14	1	1	12	1	10	79	1	28	61	1	1	1	23	6	9	65	66	5061
91	1	1	7	25	9	7	28	1	351	1	1	1	192	1	18	63	67	5069
40	26	1	15	84	5	13	34	1	451	1	1	5	154	1	21	35	118	5071
28	25	1	7	15	1	17	14	1	513	6	1	1	115	7	13	73	76	5075
3	1	1	7	6	7	38	10	1	482	1	7	1	105	1	12	112	87	5080
1	1	1	5	1	13	25	14	1	423	1	12	5	113	1	12	95	82	5081
15	1	1	5	1	13	42	10	1	438	1	14	1	97	1	12	515	82	5082
172	1	1	9	41	5	5	46	1	299	1	1	1	363	1	18	33	59	5083
125	1	1	16	1	10	78	10	1	1106	1	14	1	159	1	22	119	179	5089
55	34	1	13	1	15	41	3	1	1130	1	14	1	174	1	25	91	173	5095
205	1	16	35	1	21	198	3	1	216	1	26	10	47	5	26	100	495	6066
126	1	1	12	1	13	54	10	31	1211	1	11	1	152	1	18	103	119	6067
130	1	5	13	1	12	71	3	1	1091	1	12	5	153	1	21	109	157	6071
3	1	5	24	1	14	127	4	1	438	1	11	5	49	1	20	74	214	6072
136	1	1	17	1	20	93	12	1	731	7	9	1	177	7	22	90	158	6074
132	21	8	13	1	11	124	8	1	517	1	17	1	109	1	27	83	395	6075
132	27	4	5	43	14	15	25	1	370	1	6	5	154	1	16	70	52	6077
27	28	1	17	33	1	8	25	30	382	1	1	1	193	1	21	97	128	6080

Table 7.4
(continued)

KIETA PLUTONICS (wet)

Norm calculation after Müller (1982)

Classification after Streckeisen (1974 and 1982)

Plutonic norm, wet, hornblende before biotite

Analysis Color index Streckeisen double-triangle plot

RF	104	CI	16	FELD	5:	TONALIT		5077	5079	5080	5081	5082	
RF	1707	CI	17	FELD	10+:	QUARZDIOIRIT	QUARZ	=	15.71	12.76	13.18	16.05	25.00
RF	2707	CI	49	FELD	10:	DIOIRIT	ALKALIFELDSPAT	=	5.79	6.50	13.89	9.26	3.47
RF	2709	CI	24	FELD	9+:	QUARZMONZDIOIRIT	PLAGIOKLAS	=	56.86	59.73	54.62	56.13	48.88
RF	2711	CI	45	FELD	9:	MONZDIOIRIT	MUSKOVIT	=	0.00	0.00	0.00	0.00	4.68
RF	2715	CI	44	FELD	10+:	QUARZDIOIRIT	BIOTIT	=	0.00	0.00	0.00	0.00	10.85
RF	5060	CI	32	FELD	10+:	QUARZDIOIRIT	HORNBLLENDE	=	10.50	12.95	12.98	11.82	0.00
RF	5061	CI	5	FELD	4:	GRANODIOIRIT	DIOPSID	=	3.91	5.50	3.04	4.36	0.00
RF	5068	CI	22	FELD	5:	TONALIT	AKZESSORIEN						
RF	5073	CI	20	FELD	9+:	QUARZMONZDIOIRIT	APATIT	=	0.27	0.39	0.34	0.33	0.33
RF	5074	CI	17	FELD	9+:	QUARZMONZDIOIRIT	ILMENIT	=	0.53	0.74	0.64	0.65	0.59
RF	5075	CI	23	FELD	10+:	QUARZDIOIRIT	PYRIT	=	0.02	0.03	0.23	0.17	0.04
RF	5077	CI	22	FELD	5:	TONALIT	MAGNETIT	=	1.10	1.35	1.07	1.22	1.15
RF	5079	CI	21	FELD	10+:	QUARZDIOIRIT	ZIRKON	=	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01
RF	5080	CI	13	FELD	9+:	QUARZMONZDIOIRIT							
RF	5081	CI	19	FELD	9+:	QUARZMONZDIOIRIT	SUMME	=	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
RF	5082	CI	13	FELD	4:	GRANODIOIRIT							
Mineralbestaende plutonischer und vulkanischer Gesteine nach P.Mueller 1932, N.Jahrb.Geol., D 55							FARBZAHL	=	21.63	21.01	18.31	18.56	12.97
SERIE							AN-Gehalt im PLAG.	=	41.35	39.87	36.40	39.45	43.24

PLUTONITNORM, NASS, HORNBLLENDE VOR BIOTIT
Feldspatloesung Nr. 3 (Standardloesung)

		104	1707	2707	2709	2711	2715	5060	5061	5068	5073	5074	5075
QUARZ	=	20.97	15.53	1.73	12.45	0.47	8.75	5.35	41.01	19.80	15.34	13.70	13.32
ALKALIFELDSPAT	=	0.00	4.35	2.84	10.03	6.75	0.64	0.00	17.23	1.34	8.74	8.25	4.82
PLAGIOKLAS	=	61.40	62.03	46.91	53.78	49.17	46.92	62.79	32.08	56.45	55.74	60.69	58.65
MUSKOVIT	=	1.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.56	0.00	0.00	0.00	0.00
BIOTIT	=	13.67	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.18	0.00	0.00	0.43	0.00
HORNBLLENDE	=	0.00	1.26	24.97	18.54	31.63	39.73	17.84	0.00	20.19	9.26	14.93	7.55
DIOPSID	=	0.00	14.14	15.12	1.40	5.32	1.72	10.66	0.00	0.23	5.65	0.00	13.75
AKZESSORIEN													
APATIT	=	0.27	0.37	0.95	0.58	0.46	0.33	0.44	0.17	0.26	0.28	0.34	0.28
ILMENIT	=	0.85	0.64	4.42	1.50	4.11	1.23	0.99	0.23	0.56	0.61	0.59	0.53
PYRIT	=	0.01	0.12	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.07	0.00	0.04	0.00	0.01
MAGNETIT	=	1.42	1.04	2.95	1.72	3.03	1.64	1.91	0.47	1.15	1.32	1.06	1.08
ZIRKON	=	0.02	0.01	0.04	0.01	0.06	0.02	0.03	0.00	0.01	0.02	0.01	0.01
SUMME	=	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
FARBZAHL	=	16.24	17.49	48.47	23.74	44.61	43.70	31.36	5.13	22.41	20.18	17.36	23.22
AN-Gehalt im PLAG.	=	44.09	39.11	35.94	22.38	40.83	26.39	43.43	64.70	35.57	40.22	35.14	35.13

Table 7.4
(continued)

YOUNG PLUTONICS (dry)

Norm calculation after Müller (1982)
Classification after Streckeisen (1974 and 1982)
Plutonic norm, extremely dry

Analysis Color index Streckeisen double-triangle plot

RF 1431	CI	25	FELD	9*: FOIDFUEHRENDER MONZODIORIT
RF 2026	CI	13	FELD	7: SYENIT
RF 2027	CI	7	FELD	8*: QUARZMONZONIT
RF 2028	CI	7	FELD	8*: QUARZMONZONIT
RF 2041	CI	32	FELD	9*: FOIDFUEHRENDER MONZODIORIT
RF 2049	CI	13	FELD	9*: QUARZMONZODIORIT
RF 2101	CI	17	FELD	9: MONZODIORIT
RF 2105	CI	21	FELD	9*: FOIDFUEHRENDER MONZODIORIT
RF 2109	CI	10	FELD	8: MONZONIT
RF 2123	CI	7	FELD	8*: QUARZMONZONIT

Mineralbestaende plutonischer und vulkanischer Gesteine
nach P. Mueller 1932, N. Jahrb. Geol., D 55

SERIE

PLUTONITNORM, EXTREM TROCKEN
Feldspatloesung Nr. 3 (Standardloesung)

		1401	2026	2027	2028	2041	2049	2101	2105	2109	2123
QUARZ	=	0.00	0.65	7.24	4.58	0.00	5.92	1.59	0.00	1.58	15.98
ALKALIFELDSPAT	=	23.62	67.44	40.76	40.41	19.88	24.31	19.65	20.27	48.19	37.31
PLAGIOKLAS	=	44.39	18.36	45.25	45.95	46.38	56.83	61.45	56.17	40.16	39.23
NEPHELIN	=	6.91	0.00	0.00	0.00	1.46	0.00	0.00	2.36	0.00	0.00
NOLLASTONIT	=	0.00	3.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.59	2.97
DIOPSID	=	19.76	7.63	2.59	5.35	20.03	6.11	2.38	17.01	3.59	3.57
HYPERSTHEN	=	0.00	0.00	2.41	1.75	0.00	4.25	11.00	0.00	0.00	0.00
OLIVIN	=	1.20	0.00	0.00	0.00	7.03	0.00	0.00	0.92	0.00	0.00
AKZESSORIEN											
APATIT	=	0.04	0.26	0.24	0.35	1.41	0.51	0.98	0.77	0.12	0.09
ILMENIT	=	1.01	0.51	0.69	0.35	1.20	0.80	0.99	0.95	0.26	0.25
PYRIT	=	0.09	0.36	0.01	0.02	0.03	0.02	0.06	0.04	0.05	0.06
MAGNETIT	=	1.54	0.44	0.31	0.71	2.55	1.22	1.88	1.49	0.44	0.53
ZIRKON	=	0.02	0.01	0.01	0.01	0.03	0.01	0.02	0.02	0.00	0.00
SUMME	=	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
FARBZAHL	=	24.58	13.05	6.76	9.06	32.28	12.93	17.31	21.21	10.07	7.48
AN-Gehalt im PLAG.	=	39.12	40.10	26.08	28.23	47.50	32.68	40.12	34.45	17.13	9.65

Table 7.4
(continued)

YOUNG PLUTONICS (wet)

Norm calculation after Müller (1982)
Classification after Streckeisen (1974 and 1982)
Plutonic norm, wet, biotite before hornblende

Analysis Color index Streckeisen double-triangle plot

RF 505	CI 23	FELD 9*	QUARZMONZODIORIT
RF 2029	CI 19	FELD 9*	FOIDFUEHRENDER MONZODIORIT
RF 2032	CI 17	FELD 9*	MONZODIORIT
RF 2034	CI 9	FELD 5*	TONALIT
RF 2037	CI 14	FELD 6*	FOIDFUEHRENDER ALKALIFELDSPAT-SYENIT
RF 2038	CI 25	FELD 10*	DIORIT
RF 2039	CI 25	FELD 9*	FOIDFUEHRENDER MONZODIORIT
RF 2042	CI 19	FELD 9*	MONZODIORIT
RF 2103	CI 17	FELD 10*	QUARZDIORIT
RF 2104	CI 13	FELD 9*	MONZODIORIT
RF 2106	CI 35	FELD 9*	MONZODIORIT
RF 2107	CI 3	FELD 8*	MONZONIT
RF 2108	CI 20	FELD 9*	MONZODIORIT
RF 2115	CI 14	FELD 9*	MONZODIORIT
RF 2119	CI 14	FELD 9*	QUARZMONZODIORIT
RF 2120	CI 15	FELD 9*	MONZODIORIT
RF 2132	CI 12	FELD 9*	QUARZMONZODIORIT
RF 4704	CI 21	FELD 9*	MONZODIORIT
RF 6066	CI 15	FELD 3*	FOIDFUEHRENDER MONZONIT
RF 6067	CI 23	FELD 9*	FOIDFUEHRENDER MONZODIORIT
RF 6071	CI 21	FELD 9*	FOIDFUEHRENDER MONZODIORIT
RF 6072	CI 6	FELD 8*	QUARZMONZONIT
RF 6074	CI 25	FELD 13*	FOIDMONZODIORIT
RF 6075	CI 13	FELD 5*	QUARZMONZONIT

Mineralbestände plutonischer und vulkanischer Gesteine
nach P. Mueller 1982, N.-Jahrb. Geol., D 55

SERIE

PLUTONITNORM, NASS, BIOTIT VOR HORNBLENDE
Feldspatloesung Nr. 3 (Standardloesung)

	505	2029	2032	2034	2037	2038	2039	2042	2103	2104	2106	2107
QUARZ	= 4.89	0.00	3.51	17.89	0.00	3.45	0.00	0.65	6.03	1.88	3.14	4.52
ALKALIFELDSPAT	= 3.57	21.23	14.75	0.00	40.87	6.67	11.67	17.50	6.63	22.78	14.12	38.30
PLAGIOKLAS	= 63.56	59.35	64.27	35.30	43.03	65.12	62.47	62.94	59.92	57.31	47.59	48.92
NEPHELIN	= 0.00	0.62	0.00	0.00	2.09	0.00	1.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MUSKOVIT	= 0.00	0.00	0.00	26.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CORDIERIT	= 0.00	0.00	0.00	10.61	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
BIOTIT	= 12.37	2.12	9.47	0.00	0.00	13.89	8.86	9.60	8.68	0.19	13.61	3.26
HOLLASTONIT	= 0.00	0.00	0.00	0.00	4.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DIOPSID	= 6.77	13.59	4.74	0.00	3.21	6.68	12.00	5.75	5.54	15.01	15.46	3.34
HYPERSTHEN	= 0.00	0.00	0.00	6.05	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
AKZESSORIEN												
APATIT	= 0.76	0.61	0.76	0.40	2.20	1.10	1.05	0.95	0.65	0.59	1.40	0.28
ILMENIT	= 1.02	0.91	0.92	0.99	0.43	1.10	0.96	1.11	0.87	0.83	1.66	0.49
PYRIT	= 0.11	0.00	0.01	0.11	3.02	0.01	0.03	0.02	0.04	0.04	0.05	0.12
MAGNETIT	= 1.76	1.26	1.55	1.33	0.36	1.96	1.74	1.47	1.57	1.34	2.93	0.77
ZIRKON	= 0.02	0.02	0.02	0.02	0.00	0.03	0.02	0.02	0.02	0.01	0.04	0.01
SUMME	= 100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
FARBZAHL	= 23.03	13.31	17.47	8.89	13.95	24.77	24.66	18.91	17.37	18.02	35.15	8.26
AN-Gehalt im PLAG.	= 30.62	28.35	32.01	11.23	4.19	35.20	32.39	30.55	33.12	30.83	31.77	16.63
	2108	2115	2119	2120	2132	4704	6066	6067	6071	6072	6074	6075
QUARZ	= 0.99	1.33	6.25	2.80	7.39	3.12	0.00	0.00	0.00	17.19	0.00	6.25
ALKALIFELDSPAT	= 19.73	24.94	25.30	20.29	13.47	9.55	43.77	15.92	24.34	32.36	30.95	31.70
PLAGIOKLAS	= 59.51	59.59	53.98	61.79	63.26	66.31	34.36	61.24	50.71	43.93	33.98	49.46
NEPHELIN	= 0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.41	2.62	4.10	0.00	10.03	0.00
MUSKOVIT	= 0.00	0.00	0.76	0.00	3.63	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CORDIERIT	= 0.00	0.00	0.70	0.00	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
BIOTIT	= 9.34	4.48	10.92	7.72	9.18	7.36	0.00	5.06	0.00	1.63	0.29	7.10
HOLLASTONIT	= 0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.25	0.00	0.49	0.00	0.00	0.00
DIOPSID	= 6.20	7.11	0.00	4.47	0.00	10.02	9.74	11.89	17.47	3.16	21.26	1.83
HYPERSTHEN	= 0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
AKZESSORIEN												
APATIT	= 1.10	0.62	0.76	0.79	0.53	0.86	0.35	0.92	0.69	0.14	1.86	0.57
ILMENIT	= 1.01	0.72	0.90	0.81	0.84	1.04	0.58	0.91	0.87	0.48	1.05	0.81
PYRIT	= 0.03	0.04	0.07	0.02	0.01	0.01	0.03	0.01	0.00	0.00	0.01	0.02
MAGNETIT	= 1.55	1.16	1.23	1.30	1.17	1.70	1.02	1.42	1.32	0.01	1.57	1.25
ZIRKON	= 0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.01	0.02	0.01
SUMME	= 100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
FARBZAHL	= 19.77	14.13	13.30	15.12	11.75	21.02	14.96	20.23	16.00	6.02	25.04	12.60
AN-Gehalt im PLAG.	= 31.61	25.29	27.23	30.67	27.53	36.02	12.41	36.00	39.32	19.34	37.76	27.07

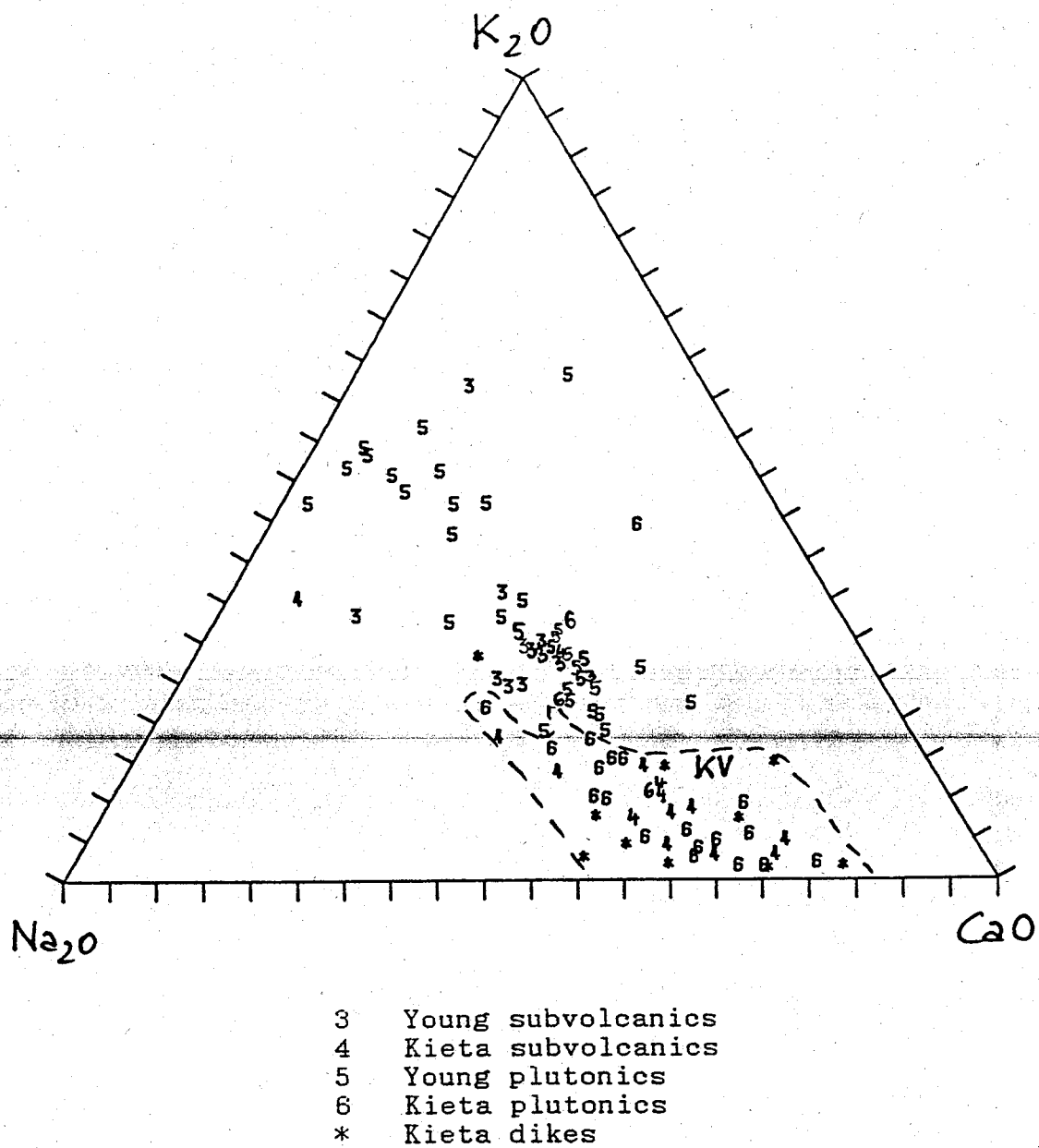


Figure 7.9 Na_2O - K_2O - CaO relations of plutonic rocks.

The Kieta intrusives and the Emperor Range intrusives are characteristically different. In the Streckeisen diagram (Figure 7.10), the Emperor Range intrusive rocks and their marginal facies rocks (microdiorite) plot, with few exceptions, in fields 8 (monzonite) and 9 (monzodiorite). In contrast, the Kieta intrusives (microdiorites and dykes) plot in fields 9, 10 (diorite and gabbro), 5 (tonalite), and 4 (granodiorite). It should be noted that in the Streckeisen diagram, fields 8, 9 and 10 each comprise three subfields and therefore include quartz-bearing (eg. 8) and feldspathoid-bearing (e.g 8') varieties.

7.3 Comparison between the volcanic and plutonic rocks

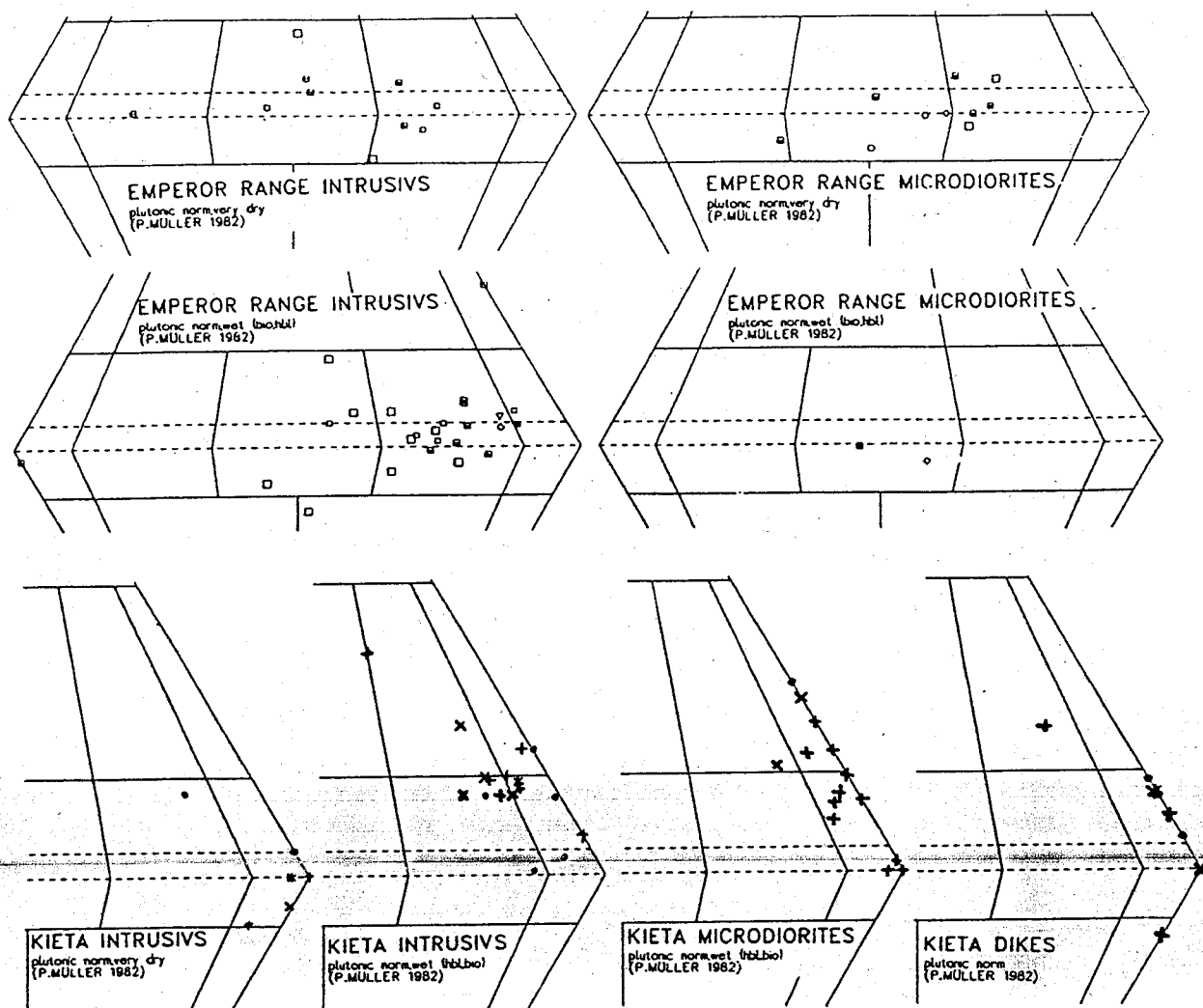
The three investigated groups of rocks a) the young volcanics, b) the Kieta Volcanics, and c) the plutonic rocks are plotted in the $(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) - \text{SiO}_2$ diagrams (after Le Bas et al., 1986; see Figure 7.11). The Kieta Volcanics, as well as the Kieta plutonic rocks, are usually oversaturated in silica. The volcanics plot in Figure 7.11b in the basalt (B), basaltic andesite (O1), andesite (O2) and dacite (O3) fields. They correlate chemically with the Kieta intrusives (Figure 7.11c).

The Emperor Range, Balbi and Tore volcanics are silica saturated and plot in the latite-basalt (S1), basaltic latite-andesite (S2), latite andesite (S3), and latite (L) fields in the diagram (Figure 7.11a). The volcanics from Numa Numa and Billy Mitchell are slightly silica oversaturated and plot in the basaltic andesite (O1), andesite (O2), and dacite (O3) fields in Figure 7.11b. Highly differentiated plutonic rocks (and often altered varieties also) plot in the rhyolite field (R) in Figure 7.11c. Thus they show a close correlation with the Emperor Range volcanics and plutonics. The Balbi and Tore and some of the Emperor Range plutonics and volcanics are poorer in alkalis than the majority of the Emperor Range plutonics and volcanics. The Emperor Range plutonics have a wider range of SiO_2 than the comparable volcanics, which in fact may be genetically connected to them. The Numa Numa and Billy Mitchell volcanics occupy a special position amongst the young volcanics. They have the lowest total alkalis and in this respect are comparable with the quartz-plagioclase phenocryst-bearing Kieta intrusives.

7.4 Summary

Whole-rock geochemical studies have demonstrated that the Kieta Volcanics are tholeiitic and can be clearly distinguished from younger rocks of calc-alkali affinity. It is possible that amongst the young volcanics, a chemical differentiation series can be recognised which appears to be linked to the relative age of the different suites. The older Emperor Range volcanics show higher total alkalis than the volcanics from Balbi and Tore and the younger volcanic rocks from the Emperor Range. The Billy Mitchell and Numa Numa volcanics have the lowest total alkalis.

In comparing volcanics with plutonic rocks, there is a good correlation between the less differentiated plutonic rocks and the volcanics. The strong metasomatism which some samples



Young intrusions

- △ Balbi
- Emperor Range
- ☒ Puspa, upper Uruai
- ☐ Ramazon - Sarime
- ☐ Middle Ramazon
- ☐ Ramazon - Melilup
- ◻ Eric's River
- ◊ Ramazon - Kuepo

Kieta intrusions

- + Atamo
- × Kopani
- * Karato
- Ples bilong Moses

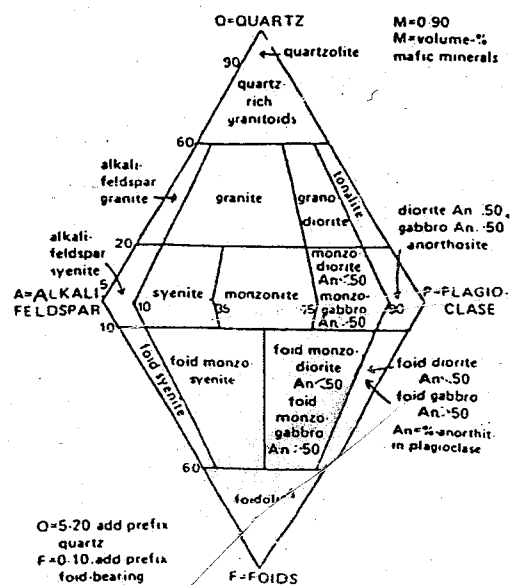
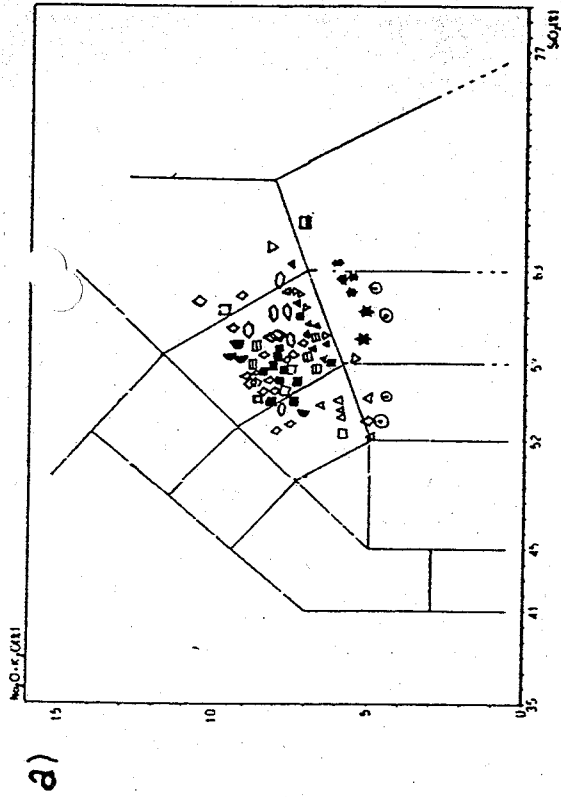


Figure 7.10 Classification (after Streckeisen, 1976) of plutonic rocks.



1977-1986
1977-1986

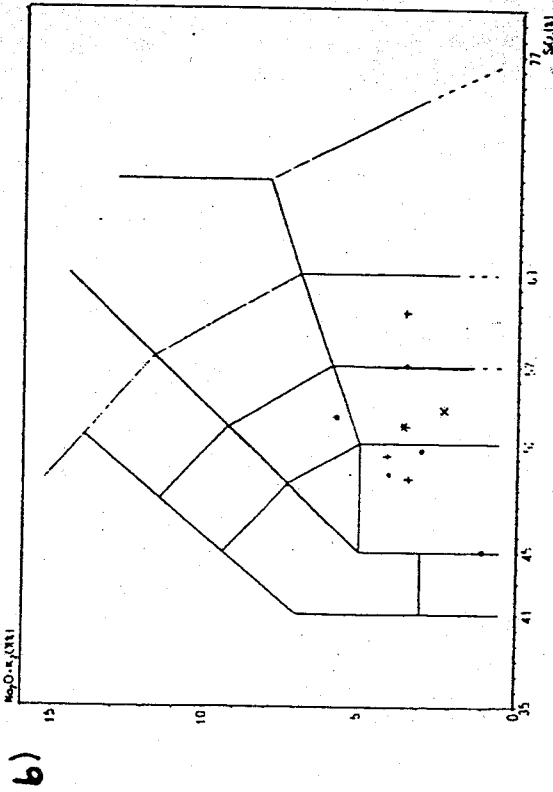
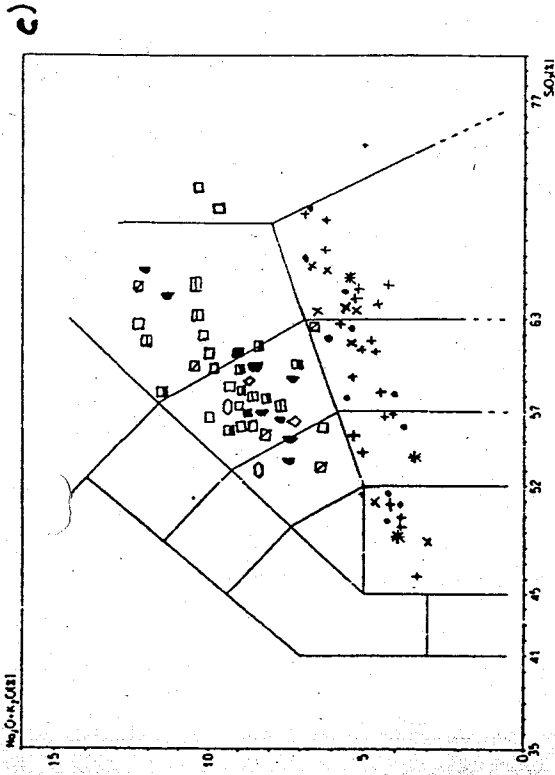


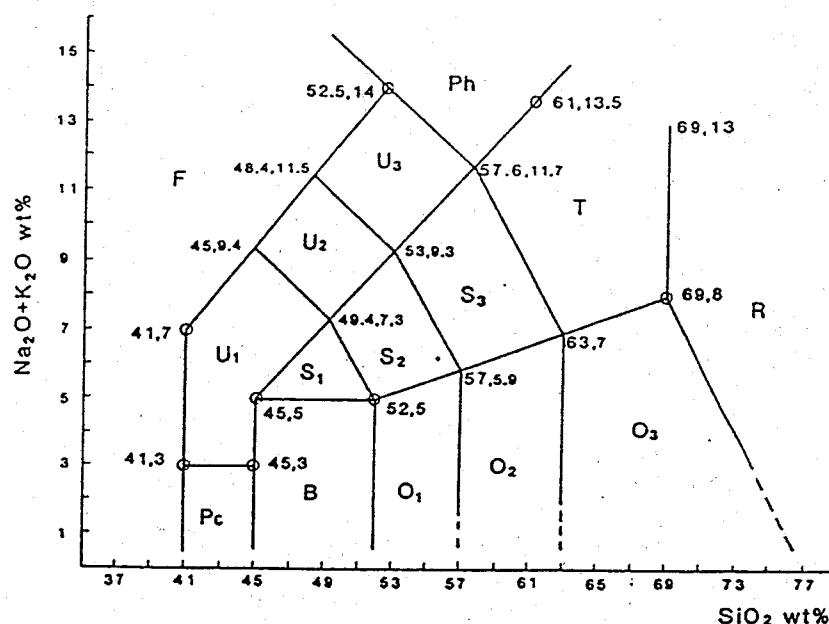
Figure 7.11

($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$) - SiO_2 relations, all igneous rocks.
a. Andesites b. Kila Volcanics c. Intrusives d.
and e. Chemical classification of volcanic rocks
based on total alkali silica diagram after Le Bas
et al., 1986.



Young igneous rocks Kieta igneous rocks

- | | | | |
|---|--------------------------------------|---|-----------------------|
| ★ | Billy Mitchell | + | Atamo |
| ○ | Numa Numa | X | Kopani |
| ▽ | Balbi 1 | * | Karato |
| △ | Balbi 2 | . | Borora, Uruavi, Uruai |
| ▲ | Tore | | |
| ■ | Emperor Range | | |
| □ | Baiano-W, upper right Uruai, Aiope | | |
| ▤ | Baiano-E, Puspa | | |
| ▥ | Sarime, upper Ramazon, Baniu Plateau | | |
| ▦ | Middle Ramazon | | |
| ▧ | Ramazon near Melilup | | |
| ▨ | Eric's River, upper left Uruai | | |
| ▩ | Kuepo, Tewe, Tofu, Ramazon near Tofu | | |
| ◊ | Irung, Wasinobus, Aruai | | |



The total alkali-silica (TAS) diagram showing the location and symbols of the 15 fields together with the coordinates of definitive points (shown by small circles) required to construct the diagram. The larger numbers are coordinates which are exactly defined, while the smaller numbers are only approximate coordinates, generally being determined by the intersection to two exactly defined lines. The letters O, S, and U indicate the general state of silica saturation: O oversaturated, S saturated, U undersaturated.

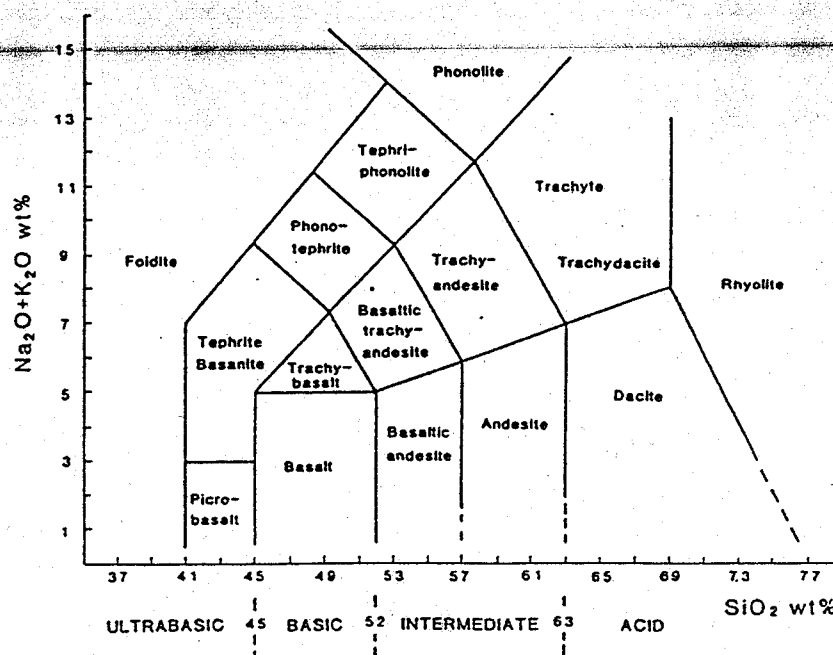


Figure 7.11 (continued) (Na₂O + K₂O) -SiO₂ relations, all igneous rocks. a. Andesites b. Kieta Volcanics c. Intrusives d. and e. Chemical classification of volcanic rocks based on total alkali silica diagram after Le Bas et al., 1986.

display, shifts them to higher total alkalies and higher SiO_2 . Cu - Au mineralisation may be associated with this alteration (upper Ramazon). The intrusions which are found in the area of the Kieta Volcanics can be divided into two groups which probably reflect a differentiation trend. Firstly, those basic rocks which have a direct genetic relationship with the Kieta Volcanics, and secondly the intermediate to acid-quartz-porphyry intrusions, which are definitely younger than the Kieta Volcanics and are partly younger than the Keriaka Limestone (partially metamorphosed to hornfels and skarn). Their stratigraphic position is not yet clear.

Dr D. Rammlmair
Federal Institute of Geosciences
and Natural Resources
Hannover, December 1989

Issued under the authority of

Dr Ing. F.-W Wellmer
Head of Economic Geology
and International Cooperation

REFERENCES

- BLAKE, D.H. and MIEZITIS, Y., 1967: Geology of Bougainville and Buka Islands, New Guinea. BMR Bull., 93.
- IRVINE, T.N. and BARAGAR, W.R.A., 1971: A Guide to the chemical classification of the common volcanic rocks.- Can. J. Earth Sci., 8(5), 523-548.
- LE BAS, M.J., LE MAITRE, R.W., STRECKEISEN, A., and ZANETTIN, B., 1986: A chemical classification of volcanic rocks based on the total alkali - silica diagram. J. Petrol., 27 (3), 745-775.
- MIYASHIRO, A., 1975: Classification, characteristics, and origin of ophiolites. J. Geol., 83, 249-281.
- MULLER, P., 1982: Von der CIPW-Norm ausgehende Berechnung von Mineralbeständen magmatischer Gesteine in Analogie zu der Modalzusammensetzung plutonischer und vulkanischer Gesteine. Geol. Jb. D 55, 3041, Hannover 1982.
- PEARCE, J.A., and CANN, J.R., 1973: Tectonic setting of basic volcanic rocks determined using trace element analyses. Earth Planet. Sci. Lett., 19, 290-300.
- PEARCE, J.A., GORMAN, B.E., and BIRKETT, T.C., 1975: The TiO_2 - K_2O - P_2O_5 diagram: a method of discriminating between oceanic and non-oceanic basalts. Earth Planet. Sci. Lett., 24, 415-426.
- REHM, E., 1982: Sedimentpetrographische und geochemische Untersuchungen an Sedimenten, vulkanogenen Sedimentanteilen und Vulkaniten aus dem Nordpazifik ("Valdivia" Forschungsfahrten VA 13/1 und VA 18) Teil 1 und 2. - Clausthal nat. wiss. Diss. 144p, Clausthal Zellerfeld 1981.
- STRECKEISEN, A., 1974: Classification and nomenclature of plutonic rocks. Geol. Rundschau., 63(2), 773-786.
- STRECKEISEN, A., 1976: Classification of the common igneous rocks by means of their chemical composition: a provisional attempt. N. Jb. Miner. Mh., 1976, 1-15.
- STRECKEISEN, A., 1980: Classification and nomenclature of volcanic rocks, lamprophyres, carbonatites and melilitic rocks. Geol. Rundschau., 69, 194-207.

APPENDIX 1
SAMPLE CATALOGUE

Key to:

Stratigraphic Unit

1
2
3

BA Bally
BM Billy Mitchell
ER Emperor Range

4 KL Keriakia Limestone
5 KV Keriakia - Vukhanit
6 NN Numa Numa
7 TO TOEE

Rock type

1 A Andesite
2 B Breccia, Agglomerate, tuff (sp)
3 C Conglomerate, sandstone
4 D Diomite
5 H Microdiorite

6 H Hornfels
7 L Limestone
8 P Pillow lava
9 X altered, mineralized
10 Z unknown protolith
11 S Coltatar

PROJECT: GSPNG - GGR				Rock		SAMPLE		TOPO SHEET: WAKVNA-1		Book I	
SURVEY OF BOUGAINVILLE								SAMPLER: RAMMLMAIR			
SAMPLE NO		GRID REFERENCE		ELEV.	SITE DESCRIPTION		DIAGNOSTICS		REMARKS	LOCALITY	
		East X-coor.	North Y-coor.		Outcrop Locat.	Strat. Unit	Rock type	Diag.			
Type	Sample Number			Height m							
P 87	101 RA	072988	93400	500	+	KV B		+		Togardu W	X
P 81	102 RA	298	401	500	+	KV A		+		4 W	X
P 83	103 RA	296	401	500	+	KV A		+		4 W	
P 87	104 RA	288	339	500	+	KV D		+		4 W	
P 87	201 RA	313	388	390	+	KV A		+	CHAVENEUS	4 SW	
P 87	301 RA	335	380	300	+	KL L		+	coralls	4 S	X
P 87	302 RA	335	390	300	+	KV B		+	green alt poly lithic frag	4 S	
P 87	303 RA	335	390	300	+	KV B		+		4 S	
P 87	304 RA	335	390	300	+	KV A		+	Soft	4 S	
P 87	401 RA	419	517	20	+	BA B		+	OUT of R.R. mouth	URURVA (Bula)	
P 87	402 RA	419	517	20	+	BA A		+	Plaster + S Roadwork	4	
P 87	403 RA	419	517	20	+	BA B		+		4	
P 87	501 RA	404	504	40	+	KVP		+	Ep Varied Red Shallow Water	4	
P 87	502 RA	404	504	40	+	KL B		+	VORREIFF	4	X
P 87	503 RA	404	504	40	+	KVP		+	Ep Varied	4	

PROJECT: GSPNG-BGR <u>Rock</u> SAMPLE										TOPO SHEET: <u>URUAVI</u>				<u>KUNU</u>			
SURVEY OF BOUGAINVILLE										SAMPLER: <u>RAKIL/1111</u>				<u>BOOK I</u>			
SAMPLE NO			G R		ELEV	SAMPLE SITE DESCRIPTION		DIAGNOSTICS			FIELDBOOK REFERENCE	REMARKS	LOCALITY	THIN SEC			
YEAR	NUMBER	SAMPLER	EAST	NORTH	METRES	Outcrop	Flow	Stratig. Unit	Rock type	propyl.	argill.	adv. argill.	Silicified	SULPHIDE	UNALTERED	PALY	CHEM ANAL.
P 87	903	RA 07	416	93	487	+	KL	L	L						+	+	
P 87	904	RA	416		487	+	KL	L	L							+	
P 87	905	KA	416		487	+	KL	C	C						+	+	
P 87	906	KA	415		488	+	KL	L	L						+	+	
P 87	907	KA	415		488	+	KL	B	B						+	+	
P 87	1001	KA	400		462	+	KV	P	P						+	+	
P 87	1002	KA	400		462	+	KV	P	P						+	?	
P 87	1101	KA	148		721	+	EA	A	A			+	+			+	
P 87	1102	KA	147		722	+	EA	A	A					+			
P 87	1103	KA	147		723	+	ER	2	2			+	+				X
P 87	1104	KA	147		723	+	ER	H	H					+			+
P 87	1105	KA	147		723	+	ER	B	B					+			X
P 87	1106	KA	147		723	+	ER	A	A			+	+				X
P 87	1107	KA	147		723	+	ER	A	A					+			X
P 87	1108	KA	147		723	+	ER	B	B					+			X

W

W

W

W

W

W

W

KU

KU

KU

KU

KU

KU

KU

KU

1003-1006

Wichita
Sook I

[illegible]

Tab. R. 1, 7

PROJECT: GSPNG-BGR <u>ROCKS</u> SAMPLE										TOPO SHEET: <u>KUNUA-</u>					(7)					
SURVEY OF BOUGAINVILLE										SAMPLER: <u>RAMMILLIK</u>					BLOCK 2					
SAMPLE NO			G R			ELEV		SAMPLE SITE DESCRIPTION		DIAGNOSTICS			FIELDBOOK REFERENCE		REMARKS		LOCALITY			
YEAR	NUMBER	SAMPLER	EAST	NORTH	METRES	OUTCROP	STRATIG. UNIT	ROCK TYPE	PREP. METHOD	GRAVIM.	EDX ANAL.	SULPHIDE	UNALTERED							
P 8711305	KL		07208	93439	2430	+	US2	A					+	1904			BALBI (Lijon)	✓	✓	✓
P 872001	KL		204	570	970	+	EL	A				+		2004	PL PX		SIRIBIA/AREPOB	✓	✓	✓
P 872002	KL		204	570	970	+	EL	B				+		2004	Tuff / kgf		"	✓	✓	✓
P 872003	KL		202	574	1000	+	EL	?	+		X			2005	Shear Zone		"	✓	✓	✓
P 872004	KL		196	592	7470	+	ER	A	+					2010	PL PX		"	✓	✓	✓
P 872005	KL		177	596	1730	+	ER	A	+			+		2012			URVAIT.	✓	✓	✓
P 872006	KL		173	603	1535	+	ER	A	+	+		+		2014			"	✓	✓	✓
P 872007	KL		168	611	1370	+	ER	A		+		+		2018			"	✓	✓	✓
P 872008	KL		163	611	1370	+	ER	A				+		2018	PL		"	✓	✓	✓
P 872009	KL		162	608	1425	+	ER	A	+	X		X		2020	NS fault 50/45		"	✓	✓	✓
P 872010	KL		154	599	1535	+	EL	A				+		2022	PL		"	✓	✓	✓
P 872011	KL		158	596	1655	+	EL	A	+		X			2023	X And Milky		URVAIT.	✓	✓	✓
P 872012	KL		151	595	1340	+	EL	2	+		X			2025	X		URVAI	✓	✓	✓
P 872013	KL		142	600	1700	+	EL	A	+		X			2027	X		AIOPE	✓	✓	✓
P 872014	KL		142	600	1700	+	TO	A						2027	PL Cpx And		"	✓	✓	✓

07/4/0

15544
CHEM ANAL
FALY
THIN SEC

PROJECT: GSPNG-BGR <u>Rock</u> SAMPLE										TOPO SHEET: <u>400004</u>				SAMPLER: <u>RAMMILINIL</u>				<u>Book 2</u>						
SURVEY OF BOUGAINVILLE																								
SAMPLE NO			G R			ELEV		SAMPLE SITE DESCRIPTION		DIAGNOSTICS				FIELDBOOK REFERENCE		REMARKS		LOCALITY						
YEAR	TYPE	NUMBER	SAMPLER	EAST	NORTH	METRES		Outcrop	Stratig. Unit	Rock type	propyl.	argill.	ad. argill.	Silic. f.oss.	SULPHIDE	UNALTERED					THIN SEC	PALY	CHEM ANAL.	ASSAY
P 87		100	1T RA	071	137	936	03	162	-	X TOA	X						2023	pl px.	ALOPE r.T.	✓				
P 87		101	10 RA		139	602	1620	X	TOA		X						2029	pl px	1 u	✓	✓			
P 87		102	11 RA		124	599	1465	+	TO2	+		+	+				2031	pl	u	✓	✓			
P 87		103	12 RA		124	599	1465	+	TOB								2031	Tuff / lignimb.	u	✓	✓			
P 87		104	13 RA		110	594	1425	+	TOA								2033	pl px + Bi And	u	✓	✓			
P 87		105	14 RA		110	594	1425	+	TOA								2033	pl px + Bi And	u	✓	✓			
P 87		106	15 RA		120	603	1465	+	ERA	+	+						2031	pl	u	✓	✓			
P 87		107	16 RA		123	607	1540	X	ERA	+		+					2035	landslide X pl - porph	u	✓	✓			
P 87		108	17 RA		123	616	1650	X	ERA	+		X					2041	landslide X pl porph	u	✓	✓			
P 87		109	18 RA		116	622	1540	X	ERA								2043	pl Bi And	RAMA-204	✓				
P 87		110	19 RA		116	627	1580	X	ERA		X						2044	contact has pl + pl + m	u	✓	✓			
P 87		111	20 RA		116	628	1570	X	ERA	D	X						2046	Micro Dior.	u	✓	✓			
P 87		112	21 RA		116	630	1560	X	ERA	D	X						2046	disse cpy ven pl - Diorite	u	✓	✓			
P 87		113	22 RA		116	632	1510	X	ERA	D	X						2047	Micro Dior.	u	✓	✓			
P 87		114	23 RA		116	633	1520	X	ERA	D	X						2047	+ Bi Dior.	u	✓	✓			

Other

PROJECT: GSPNG-BGR <u>Rock</u> SAMPLE SURVEY OF BOUGAINVILLE										TOPO SHEET: <u>KUNDA</u> — SAMPLER: <u>RAHILIAN</u>					Book 2					(9)		
SAMPLE No			G R			ELEV		SAMPLE SITE DESCRIPTION		DIAGNOSTICS					FIELDBOOK REFERENCE		REMARKS		LOCALITY			
TYPE	YEAR	NUMBER	SAMPLER	EAST	NORTH	METRES		Outcrop	Strat. Unit	Prey. cl.	Argill.	Silic. f. r.	SULPHIDE	UNALTERED						THIN SEC	FALY	CHEM ANAL.
P 8770	2011	1	RA	116	936	2315	20	+	ERH	x					2047		Hornfels Breccia	RAMAZON		✓	✓	
P 8720	2011	2	RA	125	637	1600		+	ESA	1					2048		PL Cpx Psi	"	✓	✓	✓	
P 8720	2011	3	RA	127	647	1200		+	ERD	-					2049		PL Cpx	"	✓	✓	✓	
P 8720	2011	4	RA	133	650	1190		+	ERB	+					2051		Green polymict breccia	"	✓	✓	✓	
P 8720	2011	5	RA	133	650	1190		+	ERA		+				2051		X	"	✓	✓	✓	
P 8720	2011	6	RA	132	654	1170		+	ERM				+		2052		Gr. PL Cpx Mic A.5	"	✓	✓	✓	
P 8720	2011	7	RA	143	666	920		+	ERA				+		2053		PL Cpx Mic A.5	"	✓	✓	✓	
P 8720	2011	8	RA	143	667	905		+	ERD				+		2054		+ Chalc	"	✓	✓	✓	
P 8720	2011	9	RA	143	667	400		+	ERD	+					2054		+ Chalc	"	✓	✓	✓	
P 8720	2011	10	RA	145	677	775		+	ERD				+		2051			"	✓	✓	✓	
P 8720	2011	11	RA	142	684	755		+	ERA				+		2058		Pl + Chalc	"	✓	✓	✓	
P 8720	2011	12	RA	148	683	540		+	ERD				+		2059		Coarse Dio + Chalc	"	✓	✓	✓	
P 8720	2011	13	RA	148	693	581		+	ERD				+		2059		V. Coars. Bi	"	✓	✓	✓	
P 8720	2011	14	RA	145	693	583		+	ERB	1					2059		Agglom/poly	"	✓	✓	✓	
P 8720	2011	15	RA	141	693	581		+	ERM	+					2059		Micro d. ice	"	✓	✓	✓	

0448

CHEN AMK

FALY

THIN SEC

RAMAZON

"

"

"

"

"

"

"

"

"

"

"

"

"

"

"

"

"

"

"

"

"

"

"

"

"

"

TOPO SHEET: 600004
SAMPLER: 600004

⑩

SAMPLE NO			G R		ELEV	SAMPLE SITE DESCRIPTION		DIAGNOSTICS				FIELDBOOK REFERENCE	REMARKS	LOCALITY	THIN SEC		
TYPE	YEAR	NUMBER	EAST	NORTH	METRES	Outcrop	Strat. Unit	Rock type	propyl.	argill.	ad. argill.	Silic. flow	SULPHIDE	UNALTERED			
P 872045	RA	107	146	93693	586	+	ERM	ERM					+		2059	Micro dia	RAMAZON
P 872046	RA	145		693	585	+	ERM	ERM	+			+			2059	Leucocratic dike	"
P 872047	RA	148		694	580	+	ERM	ERM				+			2060	Micro dia (trac)	"
P 872048	RA	150		695	575	+	ERM	ERM	+			+			2061	Micro dia + det. py	"
P 872049	RA	150		696	570	+	ERM	ERM				+			2062	Pl Gpx div. rockslide	"
P 872050	RA	151		702	560	+	ERA	ERA				+			2064	PL #6 Bi	" L.T.
P 872051	RA	151		703	560	+	ERB	ERB	+			+			2064	X Breccie	"
P 872052	RA	154		706	530	+	ERA	ERA	+			+			2066	X diss Py	"
P 872053	RA	158		711	510	+	ERM	ERM				+			2067	Bi Pl Gpx dia	"
P 872054	RA	167		626	420	+	ERM	ERM				+			2068		RAMAZON R.T.
P 872055	RA	176		636	620	+	ERA	ERA				+			2069	Bi Gpx Bi-A	IRUNG
P 872056	RA	158		722	500	+	ERA	ERA	+			+			2071	X Pl porph	KUEPO R.T.
P 872057	RA	156		722	520	+	ERM	ERM				+			2072	Pl Gpx	" R.T.
P 872058	RA	156		721	560	+	ERB	ERB							2073	In situ And Breccia	"
P 872059	RA	155		723	520	+	ERA	ERA	+			+			2074	X And + Gips	"

Tab. R. 1, 11

PROJECT: GSPNG-BGR <u>Rock</u> SAMPLE										TOPO SHEET: <u>KUNUVA</u>										(11)										BOOK 2, 3									
SURVEY OF BOUGAINVILLE										SAMPLER: <u>KARILLI</u>																													
SAMPLE NO			G R				ELEV		SAMPLE SITE DESCRIPTION		DIAGNOSTICS				FIELDBOOK REFERENCE		REMARKS		LOCALITY																				
YEAR	NUMBER	SAMPLER	EAST	NORTH	METRES	Outcrop	Stratig. Unit	Rock type	propyl.	argill.	ad. ang.	silicified	SULPHIDE	UNALTERED																									
P 8	7206	102	071	5392	723	610	ER A							+																									
P 8	7206	102	153	724	615	ER A								+																									
P 8	7206	102	150	723	680	ER A									+																								
P 8	7206	102	145	723	900	ER A								+																									
P 8	7206	102	145	723	900	ER A								+																									
P 8	7206	102	145	723	900	ER A								+																									
P 8	7206	102	144	723	960	ER A								+																									
P 8	7210	102	156	697	600	ER D								+																									
P 8	7210	102	156	696	690	ER D								+																									
P 8	7210	102	156	694	680	ER D								+																									
P 8	7210	102	155	692	115	ER D								+																									
P 8	7210	102	153	686	820	ER D								+																									
P 8	7210	102	160	674	1020	ER D								+																									
P 8	7210	102	162	665	1140	ER D								+																									
P 8	7210	102	162	665	1150	ER D								+																									

151 KU

152 KU

153 KU

154 KU

155 KU

156 KU

157 KU

158 KU

159 KU

160 KU

161 KU

162 KU

163 KU

164 KU

165 KU

(2067
2070

PROJECT: GSPNG - <u>ROCK</u> SAMPLE										TOPO SHEET: <u>KUNUNA</u>										(13)													
SURVEY OF BOUGAINVILLE										SAMPLER: <u>RAMULAIR</u>																							
SAMPLE No			G. R.			ELEV		SAMPLE SITE DESCRIPTION			ALTERATION DIAGNOSTICS						FIELDBOOK REFERENCE		REMARKS		LOCALITY		THIN SEC					CHEM. ANAL.		ASSAY		OTHER	
YEAR	NUMBER	SAMPLER	EAST	NORTH	METRES	OUTCROP	FLOAT	STRATIGR	UNIT	ROCK TYPE	PROPYL.	ARGILL.	ADV ARGL	SILICIFIED	SULPHIDE	UNALTERED																	
P 872124	RA	07206	93628	860	+	ERD					+				+		2158	diorite+Ht+Py	URVA1		✓			✓	+								
P 872125	RA	204	628	905	+	ERA					+				+		2159	X And	"					✓	+								
P 872126	RA	165	608	1520	+	ERA					+				+		2164	bleached, Gossan	UPPER URVA1						+								
P 872127	RA	170	605	1540		ERA	+				+						2166		" P175						+								
P 872128	RA	170	605	1540	+	ERA					+						2166	X And	" "						+								
P 872129	RA	170	605	1540	+	ERA											2166		" "						+								
P 872130	RA	164	609	1480	+	ERA					+						2168	bleached	" P3005						+								
P 872131	RA	164	609	1510	+	ERA									+		2168	pyrite + bleached	" "						+								
P 872132	RA	163	611	1490	+	ERD					+						2169	Bi Diorite	" "					✓									
P 872133	RA	162	612	1490	+	ERA									+		2170	base replacement	" "						+								
P 872134	RA	162	612	1490	+	ERA									+		2170	grey repl. SiO2	" "						+								
P 872135	RA	162	612	1490	+	ERA									+		2170	grey repl. SiO2	" "						+								
P 872136	RA	162	612	1490	+	ERA									+		2170	grey repl. SiO2	" "						+								
P 872137	RA	162	612	1490	+	ERA											2170	white SiO2 vein	" "						+								
P 872138	RA	162	612	1490	+	ERA					+						2170	propyl alteration	" "						+								

PROJECT: GSPNG ... ROCK ... SAMPLE SURVEY OF BOUGAINVILLE										TOPO SHEET: <u>KUNUA</u> SAMPLER: <u>RAMMLAR</u>										(14)							
SAMPLE NO			G R			ELEV	SAMPLE SITE DESCRIPTION			ALTERATION DIAGNOSTICS				FIELDBOOK REFERENCE	REMARKS	LOCALITY											
TYPE	YEAR	NUMBER	SAMPLER		EAST	NORTH	METRES	OUTCROP	FLOAT	STRATIGR	UNIT	ROCK TYPE	PROPYL	ARGILL	ADV ARGL	SILICIFIED	SULPHIDE	UNALTERED					THIN SEC	PALY	CHEM ANAL	ASSAY	OTHER
P 872139	RA	07163	93612	1500	+	ED							+							2171	Bidiote	upr. URUA				+	
P 872140	RA	163	612	1503	+	ERB									+					2171	Hydr. Breccia	"				+	
P 872141	RA	163	612	1505	+	ERA								+						2172	pyritized	"				+	
P 872142	RA	163	611	1510	+	ERH														2172	Itomized	"				+	
P 872143	RA	163	611	1515	+	ER?														2172	Qtz vein	"				+	
P 872071	RA	110	594	1440	+	ERB									+					2032	polybreccia	Alope v. Trib				+	
P 872072	RA	110	594	1440	+	ERA									+					2032	Slit-Yred	"				+	
P 872073	RA	110	594	1440	+	ERA										+				2032	Miss Py + veins	"				+	
P 872074	RA	110	594	1440	+	ERA										+				2032	Highly silicified	"				+	
P 872075	RA	110	594	1440	+	ERA										+				2032	partly silicified	"				+	
P 872076	RA	110	594	1440	+	ERA									+					2032	breccia	"				+	
P 872077	RA	110	594	1440	+	ERA										+				2032	Speckled Py	"				+	
P 872078	RA	110	594	1440	+	ERA										+				2032	Py breccia	"				+	
P 872079	RA	110	594	1440	+	ERA											+			2032	Speckled repl.	"				+	
P 872080	RA	110	594	1440	+	ERA									+					2032	pyritized	"				+	
P 872081	RA	110	594	1440	+	ERB										+				2032	pyritized	"				+	

196 Ku
- Ku
- Ku
- Ku
200- Ku
- Ku
205 Ku
Ku
Ku
Ku
Ku
Ku
210 Ku

PROJECT: GSPNG SURVEY OF BOUGAINVILLE										TOPO SHEET: KUNUN SAMPLER: RMMHMA										(15)				
SAMPLE NO			G R			ELEV		SAMPLE SITE DESCRIPTION			ALTERATION DIAGNOSTICS				FIELDBOOK REFERENCE		REMARKS		LOCALITY		THIN SEC			
YEAR	NUMBER	SAMPLER	EAST	NORTH	METRES	OUTCROP	FLOAT	STRATIGR	UNIT	ROCK TYPE	PROPYL	ARGILL	ADV ARGL	SILICIFIED	SULPHIDE	UNALTERED					CHEM ANAL	ASSAY	OTHER	
P 8	72081	RA	07110	93594	1440	+				ERB				+			2032	Brecc. Rpt 512	AIOpen Tr 6			✓	+	
P 8	72082	RA	1110	594	1440	+				ERB	+			+			2032	Repl. SiO2 + py dist rem	"		✓	+		
P 8	72083	RA	122	608	1500	+				ERB							2035	Carbonate Sink	"		✓	+		
P 8	72084	RA	122	608	1500	+				ERB							2035	Stalactite	"		✓	+		
P 8	72085	RA	119	605	1495	+				ERA	+			+			2082	alt And + Py dist rem + brecc. 512 rem	Saving Tr 6		✓	+		
P 8	72086	RA	119	605	1495	+				ERB	+			+			2082	brecc. 512 rem	"		✓	+		
P 8	72087	RA	117	612	1580	+				ERB	+			+			2087	argill. 512 rem, chalc. 512	"		✓	+		
P 8	72088	RA	117	613	1620	+				ERB				+			2089	poly breccia	"		✓	+		
P 8	72089	RA	116	614	1650	+				ERA						+	2090	Pl. Bigr rorp	"		✓	+		
P 8	72090	RA	127	606	1600	+				ERA	+						2095	Pl. Bigr porph. + Py	AIOpen Tr. 6		✓	+		
P 8	72091	RA	127	606	1600	+				ERA	+			+			2095		"		✓	+		
P 8	71403	RA	235	662	665	+				ERL				+			1405	metamorph. Limestone	URUA 140		✓			
P 8	72144	RA	141	647	1600	+				ERC							2126	Lake sed	Eric's River			+		
P 8	72145	RA	168	650	1520	+				ERB							2125	brecc. 512 rem	"			+		
P 8	72146	RA	172	646	1610	+				ERA						+	2126	Pl. 16 porph. B.	"		✓			

211 KU
212 KU
213 KU
214 KU
215 KU
216 KU
217 KU
218 KU
219 KU
220 KU
221 KU
222 W
223 K
224 K
225 K

100. N. 1, 16

PROJECT: GSPNG-BGR Rock SAMPLE
SURVEY OF BOUGAINVILLE

TOPO SHEET: WAKUNA
SAMPLER: RA-HILDAIK

WAKUNA

(16)

SAMPLE NO			G R		ELEV	SAMPLE SITE DESCRIPTION			ALTERATION DIAGNOSTICS					FIELDBOOK REFERENCE	REMARKS	LOCALITY	THIN SEC	PALY	CHEM ANAL	OTHER
TYPE	YEAR	NUMBER	SAMPLER	EAST	NORTH	METRES	Outcrop	Stratig. Unit	Rock type	propyl.	argill.	ad. clay	Silicified	SULPHIDE	UNALTERED					
P 81	W	608	R1	0222	993	451	+	KA	A						+	614				Red River S
P 82	W	608	R2	228	451	2150	+	KA	A						+	614				"
P 87	W	610	A4	228	452	2150	+	KA	A						+	613				"
P 87	W	611	R2	228	452	2150	+	KA	A						+	613				"
P 87	W	612	R2	233	450	2050	+	KA	A						+	615				"
P 87	W	613	R2	233	450	2050	+	KA	A						+	615				"
P 87	W	614	R2	230	450	2025	+	KA	2+						+	612				Reference piece Replacement
P 87	KV	2067	R2	161	721	460	+	EP	A						+	2070				KUEPO
P 87	KV	2068	R2	161	721	460	+	EP	A						+	2070				"
P 87	KV	2069	R2	161	721	460	+	EP	A						+	2070				"
P 87	KV	2070	R2	161	721	460	+	EP	A						+	2070				"
P 87	W	1003	P1	361	432	205	+	KL	L							1002	Forum			URUAVI
P 87	W	1004	R4	363	437	210	+	KL	L							1002	"			"
P 87	W	1005	R1	363	433	2151		KL	L							1002	"			"
P 87	W	1006	R1	366	453	120	+	KVA							+	1003	very fine gr.			"

226

101

230

235

240

Tab. R.1, 17

B
S
Lahar
Solfatara

PROJECT: GSPNG STREAM SEDIMENT SAMPLE SURVEY OF BOUGAINVILLE										TOPO SHEET: <u>WAKUNAI</u> SAMPLER: <u>RAMMLAR</u>					(17)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
SAMPLE No			G R			ELEV	SAMPLE SITE DESCRIPTION			ALTERATION DIAGNOSTICS				FIELDBOOK REFERENCE	REMARKS	LOCALITY	THIN SEC PALY CHEM ANAL ASSAY OTHER																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
TYPE	YEAR	NUMBER	SAMPLER	EAST	NORTH	METRES	OUTCROP	FLOAT	STRATIGR	UNIT	ROCK TYPE	PROPYL.	ARGILL.	ADV ARGL	SILICIFIED	SULPHIDE	UNALTERED																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	

241 W

245 W

250 W

255 W

APPENDIX 2

ABBREVIATIONS USED IN THIS REPORT AND THEIR MEANINGS

A AA = atomic absorption spectrometry
A = adularite
Ab = albite
Act = actinolite
alt = altered
Ap = apatite
arg = argillic

B Ba = Bagana
Bg = Bering
Bi = biotite
BM = Billy Mitchell
br = brown
brecc = breccia
breccd = brecciated
B&W = black and white

C Cc = calcite
Chl = chlorite
Cp = clinopyroxene

D D = Duguman
diss = disseminated

E e = inclusion
Ep = epidote
ER = Emperor Range

F Fs = feldspar

G gl = glass
GU = geological unit

H Hb = hornblende
Hm = hematite

K K = Kieta
Kf = K-feldspar
KL = Keriaka Limestone
Ku = Kunua
KV = Kieta Volcanics

L l = left

M MB = Mount Balbi
met = metamorphic
min = mineral
Mt = magnetite
Mu = muscovite

N NB = New Britain

NN = Numa Numa

 O Ol = olivine
 Om = opaque mineral(s)
 Op = orthopyroxene
 oph = ophitic

 P Ph = phlogopite
 Pl = plagioclase
 PM = Panguna
 PNG = Papua New Guinea
 POR = Porgera
 Pu = pumpellyite
 Px = pyroxene
 Py = pyrite

 Q Qz = quartz

 R r = right
 Ra = Rammlmair
 repl. = replacement
 rk = rock
 Rt = rutile

 S Ser = sericite
 Serp = serpentine
 sil = silicified
 Sm = ~~smectite~~
 sm = submicroscopic
 Sp = spinel
 st.sil = strongly silicified
 Su = Sumaijang

 T Tc = talc
 TiA = titanaugite
 Tit = sphene
 TO = Tore
 TV = Tore Volcano

 V var = variolitic

 W W = Wakunai
 WD = Wild Dog
 wh = white

 X x = idomorphic/hypidiomorphic
 Xtal = crystal

 Z z = interstitial
 Ze = zeolite
 Zr = zircon

APPENDIX 3

WHOLE-ROCK GEOCHEMISTRY OF ALTERED SAMPLES

Sample No	1 SiO2	2 TiO2	3 Al2O3	4 Fe2O3	5 MnO	6 MgO	7 CaO	8 Na2O	9 K2O	10 P2O5	11 SO3	12 LOI	13 As	14 Ba	15 Bi	16 Co	17 Cr	18 Cu
102	61.10	0.34	13.38	4.55	0.02	C.00	0.14	0.00	0.89	0.22	0.24	13.25	7	348	1	1	1	24
201	61.89	0.71	1.19	17.93	0.02	C.00	0.10	0.00	0.16	0.05	0.17	17.08	85	121	8	1	32	1
504	66.93	0.29	16.40	2.22	0.03	C.51	1.50	4.57	5.05	0.04	0.09	1.54	36	637	1	34	1	1
602	24.09	0.40	25.42	2.35	0.01	C.00	0.10	1.46	5.28	0.43	5.86	34.03	25	295	1	26	1	1
603	37.02	0.63	20.94	9.52	0.01	C.30	0.63	0.53	2.01	0.36	0.58	25.13	49	449	1	42	1	19
605	36.21	0.52	13.39	7.01	0.00	C.00	0.11	0.84	4.22	0.32	3.95	28.04	42	336	1	46	1	1
606	54.26	0.57	13.90	3.30	0.02	C.00	0.80	0.67	1.18	0.20	1.10	16.39	1	255	7	1	1	22
607	45.20	0.56	0.38	8.57	0.00	C.00	0.00	0.00	0.08	0.01	0.16	44.40	177	459	1	1	1	1
701	56.03	2.33	15.18	11.03	0.02	C.26	0.14	0.00	1.57	0.26	0.21	12.40	122	86	8	1	1	83
1002	41.17	0.76	23.04	6.00	0.03	1.37	23.93	0.00	0.02	0.14	0.31	5.85	1	1	1	1	1	1
1103	46.64	0.48	14.11	10.59	0.01	C.00	0.36	0.89	2.14	0.49	2.90	20.83	141	339	1	41	1	1
1305	13.30	0.05	31.67	2.90	0.01	C.00	0.60	0.32	7.10	2.45	3.81	37.38	43	417	1	124	1	37
1309	44.33	0.50	17.72	4.57	0.01	C.00	0.15	0.40	4.07	0.53	2.47	24.54	158	320	1	34	1	1
1501	54.00	0.02	0.45	23.27	0.03	C.00	0.10	0.00	0.05	0.03	0.09	15.41	102	1	17	1	1	1
1602	45.00	0.74	21.49	12.90	0.04	2.34	0.32	2.45	3.93	0.49	0.25	9.49	28	858	18	42	1	1
2003	45.79	0.30	15.35	9.56	0.21	2.29	2.75	1.33	2.08	0.44	1.55	16.73	11	223	1	33	1	1
2006	56.62	0.67	19.02	6.74	0.07	C.54	0.78	4.41	2.95	0.43	0.14	6.96	35	223	1	23	1	1
2009	49.27	0.57	16.51	16.64	0.09	C.54	0.27	0.13	3.11	0.63	0.19	10.79	1	352	8	1	1	1
2011	58.56	0.66	18.07	5.59	0.14	1.79	0.64	4.40	2.34	0.17	0.35	6.74	26	206	1	1	1	31
2012	55.10	0.65	15.56	1.74	0.00	C.00	0.63	0.93	2.01	0.26	3.31	19.09	1	267	1	35	1	1
2013	57.85	0.63	18.84	3.69	0.09	C.00	0.08	0.26	2.18	0.22	1.00	14.79	26	492	1	1	1	1
2017	59.59	0.71	17.58	5.94	0.14	1.70	4.95	3.94	3.07	0.23	0.00	1.66	15	449	1	1	1	1
2022	53.25	0.92	20.15	7.45	0.02	C.83	0.11	1.50	6.63	0.10	0.09	8.25	51	693	7	59	1	1
2023	54.50	0.78	20.90	7.27	0.01	C.87	0.03	0.11	3.43	0.04	0.09	11.34	54	103	1	57	1	1
2051	56.57	0.63	17.74	5.34	0.18	1.46	6.02	4.75	2.86	0.31	0.54	2.91	1	389	7	38	1	1
2052	62.97	0.38	18.88	3.39	0.14	C.43	0.23	6.82	5.54	0.04	0.12	2.63	16	352	1	32	1	1
2056	60.66	0.60	20.99	3.56	0.02	C.58	0.18	4.45	4.37	0.08	0.18	3.86	1	360	1	46	1	1
2059	41.23	0.81	13.86	8.25	0.02	C.20	3.24	0.40	2.43	0.31	10.40	13.31	18	134	1	1	1	1
2071	56.14	0.71	27.39	1.52	0.00	C.00	0.13	0.08	0.52	0.48	0.09	12.41	93	669	1	32	1	1
2072	63.05	0.67	8.72	9.33	0.01	C.00	0.43	0.27	1.76	0.27	1.81	14.03	160	484	1	1	1	1
2073	97.15	0.63	0.59	0.12	0.01	C.00	0.08	0.04	0.04	0.03	0.00	0.65	24	1	1	1	1	1
2074	87.32	0.72	3.13	0.79	0.00	C.00	0.09	0.24	0.62	0.09	0.35	5.85	166	41	1	1	1	1
2075	55.70	0.71	20.69	2.18	0.04	C.81	4.23	2.56	6.04	0.34	0.13	5.96	1	2039	1	41	1	64
2076	62.73	0.92	23.27	3.00	0.00	C.00	0.06	0.00	0.07	0.13	0.01	9.08	62	144	1	28	1	1
2077	69.77	0.72	20.09	0.67	0.00	C.00	0.12	0.00	0.10	0.27	0.00	7.85	35	464	1	43	1	1
2078	93.39	1.00	1.64	2.33	0.00	C.00	0.06	0.00	0.06	0.05	0.00	1.31	64	1	1	1	1	28
2079	75.33	0.30	3.11	1.52	0.00	C.00	0.11	0.16	1.86	0.20	1.54	9.89	83	476	1	1	1	55
2080	23.19	3.74	27.13	0.55	0.03	C.00	0.07	0.63	6.37	0.64	6.33	30.23	35	2133	1	147	1	1
2081	87.70	0.57	6.09	0.60	0.00	C.00	0.25	0.00	0.09	0.49	0.21	3.36	33	429	1	1	1	1
2082	95.22	0.93	1.56	0.26	0.00	C.00	0.07	0.07	0.04	0.04	0.02	1.24	39	1	1	1	1	29
2085	56.11	0.49	13.70	3.29	0.00	C.00	0.28	1.20	1.54	0.20	2.27	20.13	34	507	1	1	1	62
2086	49.30	0.68	32.73	1.93	0.00	C.00	0.23	0.00	0.14	0.43	0.04	13.70	20	295	1	59	1	25
2087	53.31	0.73	16.79	0.21	0.00	C.00	0.17	0.64	3.91	0.39	3.77	19.06	13	658	1	62	1	1
2088	52.16	0.57	3.23	25.70	0.01	C.00	0.07	0.05	0.65	0.10	0.14	16.94	43	165	1	1	1	1
2091	57.05	0.77	13.31	5.49	0.13	2.38	2.37	2.79	2.28	0.37	0.25	6.14	16	358	1	25	1	1
2118	61.06	0.58	18.61	5.43	0.13	1.66	0.60	2.59	3.33	0.32	0.24	4.39	1	331	1	38	1	1
2601	14.67	0.15	0.75	0.32	0.01	C.00	0.12	0.13	0.19	0.02	0.05	83.20	16	145	1	1	1	1
2602	66.53	0.75	7.93	5.64	0.03	C.00	1.29	1.93	1.88	0.04	0.09	13.04	20	434	1	1	1	1
2603	84.58	0.93	0.55	0.07	0.00	C.00	0.06	0.07	0.03	0.07	0.19	12.90	1	540	1	1	1	1
2604	33.77	0.90	0.39	0.34	0.03	C.00	0.04	0.12	0.05	0.02	0.06	58.56	43	440	1	1	1	1
2605	79.07	0.96	3.83	0.92	0.01	C.00	0.37	0.54	1.43	0.07	0.03	12.13	1	452	1	1	1	1
2606	34.27	0.60	11.74	25.77	0.07	1.02	2.61	2.03	1.50	0.26	0.17	19.35	13	233	11	1	140	1
2610	77.31	1.23	0.93	3.61	0.00	C.00	0.20	0.16	0.06	0.05	0.16	15.73	1	773	1	1	1	1
2612	81.32	1.37	1.07	0.16	0.00	C.00	0.10	0.10	0.05	0.07	0.12	15.15	1	949	1	1	1	1
2614	60.28	0.37	7.47	0.70	0.02	C.03	7.29	1.92	2.54	0.21	8.25	10.28	1	405	1	1	1	1
2615	73.55	0.07	0.36	0.23	0.01	C.00	0.08	0.29	0.07	0.02	0.08	24.58	14	1522	1	1	1	1
2616	29.36	0.63	0.38	0.03	0.00	C.00	0.06	0.16	0.06	0.02	0.06	68.34	1	206	1	1	1	1
2617	77.56	1.40	0.63	0.33	0.00	C.00	1.13	0.10	0.05	0.05	0.20	18.86	11	467	1	1	1	1
2618	46.07	1.00	24.50	6.53	0.01	1.14	0.40	0.39	1.75	0.35	0.11	16.80	13	174	1	1	1	28
2619	14.82	0.17	0.21	0.04	0.00	C.30	0.05	0.03	0.04	0.01	0.05	83.99	1	231	1	1	1	1
4247	36.75	1.05	3.74	0.44	0.01	C.30	0.18	0.14	1.02	0.04	0.02	5.98	1	413	1	1	1	1
4310	44.93	0.74	15.50	3.77	0.00	C.00	0.42	1.35	1.46	0.44	3.15	22.06	121	422	6	38	1	1
4412	57.25	0.63	24.16	3.07	0.01	C.00	0.56	0.00	0.29	1.08	0.15	12.28	28	844	1	22	1	1
4413	56.69	0.61	13.81	9.29	0.01	C.00	0.18	0.00	0.06	0.27	0.17	13.45	313	193	1	37	1	1
4414	41.83	0.44	21.73	0.37	0.00	C.00	0.22	0.84	4.26	0.56	3.14	25.99	162	572	1	66	1	1
4415	95.48	0.92	0.33	0.10	0.00	C.00	0.02	0.00	0.04	0.01	0.00	2.55	8	1	1	1	1	1
4432	61.96	0.30	22.33	2.17	0.00	C.00	0.16	0.04	0.09	0.42	0.07	10.73	32	474	1	39	1	74
4434	49.05	2.63	1.27	23.25	0.02	C.00	0.04	0.00	0.11	0.12	0.27	16.88	249	5443	20	63	21	74
4435	50.19	1.33	29.22	1.22	0.00	C.00	0.20	0.04	0.38	1.11	0.26	15.25	127	1307	57	152	1	110
4438	60.58	0.47	11.75	13.51	0.09	C.00	0.52	0.18	0.28	0.75	0.15	11.15	41	500	1	28	1	1
4442	47.81	0.57	31.45	2.44	0.01	C.00	0.32	0.27	0.39	0.96	0.21	14.99	30	794	1	71	1	1

ALTERED ROCK

19 Cu	20 La	21 Mo	22 Nb	23 Ni	24 Pb	25 Rb	26 Sc	27 Sn	28 Sr	29 Ta	30 Th	31 U	32 V	33 W	34 Y	35 Zn	36 Zr	Sample No
52	1	1	3	1	1	10	16	1	792	1	6	3	143	1	1	17	114	102
95	31	18	3	12	5	5	6	1	68	1	1	3	31	1	8	78	152	201
27	1	1	15	1	1	76	4	1	301	1	8	1	58	1	15	29	156	504
51	1	10	7	1	1	31	17	1	1077	1	12	1	236	1	1	9	81	602
69	23	3	6	1	53	9	14	1	946	5	11	1	380	1	6	23	99	603
35	1	3	9	1	13	20	16	1	982	1	9	3	291	1	1	8	86	605
93	1	1	1	1	1	51	19	24	138	1	1	1	203	1	5	15	65	606
40	1	6	8	1	37	1	3	1	25	1	1	3	41	1	1	31	69	607
39	29	5	12	3	10	33	32	1	16	1	1	3	265	1	16	14	154	701
67	1	1	3	41	1	1	15	1	67	1	1	1	195	1	14	16	62	1002
553	1	165	3	1	91	13	8	35	729	1	1	1	109	1	7	1	76	1103
69	33	4	6	1	1	19	76	25	6895	1	36	1	893	1	1	1	1	1305
143	1	1	10	1	16	15	21	1	990	1	10	3	139	1	1	12	116	1309
136	1	52	1	6	1	6	1	1	8	1	1	1	58	1	30	1	1	1601
58	28	11	17	1	8	39	3	1	120	1	1	1	160	1	25	23	157	1602
152	43	1	6	1	1	49	16	1	371	1	10	1	251	1	18	93	104	2003
128	21	5	11	1	3	54	10	1	752	1	5	3	174	1	25	93	155	2006
462	1	5	4	7	1	49	11	53	251	1	6	1	203	1	18	168	87	2009
33	26	4	14	1	21	43	8	1	513	1	9	1	179	1	18	101	153	2011
27	1	1	13	1	10	5	6	27	462	1	1	1	58	1	5	9	156	2012
7	1	3	17	1	3	5	3	1	935	1	10	1	135	1	3	1	164	2013
20	21	7	15	6	5	73	14	1	678	1	7	4	156	1	26	65	163	2017
8	95	7	26	1	30	121	10	23	297	1	1	4	199	1	36	24	245	2022
2	29	13	19	1	11	68	4	1	64	1	12	4	137	1	24	28	191	2023
57	56	1	12	1	7	48	6	1	1109	1	6	1	125	1	20	77	131	2051
121	1	1	13	1	29	93	5	1	424	1	10	7	54	1	18	258	229	2052
145	1	1	13	1	1	71	7	1	182	1	1	1	113	1	17	20	151	2056
36	1	1	6	13	1	46	25	1	610	1	7	9	204	1	22	15	75	2059
91	20	21	22	1	49	4	5	39	977	1	12	5	95	1	9	11	189	2071
537	34	16	24	1	197	11	3	1	1238	1	11	1	73	1	4	8	162	2072
10	1	1	21	1	1	4	13	32	15	5	1	5	24	1	25	15	1324	2073
469	1	110	21	1	206	6	1	34	433	10	1	1	19	18	7	31	218	2074
236	32	5	16	1	34	36	11	1	999	1	6	1	139	13	25	95	197	2075
92	1	23	22	1	62	6	12	59	445	1	9	3	226	14	7	12	230	2076
7	22	17	16	1	53	5	12	31	614	1	17	1	164	1	17	15	184	2077
37	1	175	35	1	20	4	5	44	23	1	7	5	26	21	6	15	258	2078
31	22	5	23	1	29	9	6	1	920	1	10	1	130	1	1	1	219	2079
21	129	78	59	1	797	19	19	89	5188	1	33	1	64	13	1	1	695	2080
15	1	1	15	1	27	4	10	28	1694	1	7	1	76	1	1	11	147	2081
32	31	5	26	1	15	1	4	32	157	1	6	1	27	1	9	14	275	2082
455	1	1	1	6	12	12	7	23	446	1	6	1	79	1	1	12	165	2085
14	28	1	13	1	26	6	15	20	1697	1	10	7	158	1	1	6	162	2086
1	31	1	13	1	64	12	13	1	1701	1	17	3	182	1	1	10	155	2087
37	1	9	12	16	1	12	4	1	417	1	12	1	99	1	1	32	122	2088
136	22	1	20	1	53	51	17	1	669	8	6	1	130	1	24	67	134	2091
117	1	1	13	1	5	77	9	1	307	1	11	5	119	1	24	84	184	2118
40	1	1	6	1	1	13	4	1	37	1	15	7	24	1	1	7	50	2601
120	1	1	17	14	6	48	4	1	281	1	9	5	55	7	4	38	189	2602
35	1	1	15	1	10	6	1	31	31	1	1	1	1	1	1	1	149	2603
2093	1	1	10	1	7	7	4	1	17	1	10	8	24	1	1	21	79	2604
111	1	1	14	1	16	37	7	1	111	1	1	1	1	1	1	9	130	2605
101	1	4	7	49	6	30	15	1	270	1	1	4	95	1	10	125	96	2606
13	1	1	21	1	13	5	5	1	47	1	8	1	65	1	1	13	214	2610
24	1	1	22	1	6	7	5	28	31	1	1	11	105	1	1	7	242	2612
3	1	1	19	1	14	70	1	34	559	1	1	6	1	1	5	16	193	2614
1	1	1	6	1	1	7	1	1	20	1	8	1	1	1	1	7	46	2615
236	1	1	7	1	7	10	3	26	37	1	19	7	1	1	1	1	71	2616
12	21	1	14	1	1	6	1	24	27	1	10	5	1	1	1	5	145	2617
62	35	1	7	1	11	33	44	1	323	1	5	1	387	1	6	38	74	2618
56	1	1	9	1	1	10	1	22	8	1	16	5	1	1	1	1	54	2619
7	1	1	17	1	12	34	5	23	29	7	14	6	21	1	12	11	213	4247
222	20	5	7	1	1	7	3	32	1354	8	13	1	264	1	1	1	68	4310
40	23	1	12	1	13	10	14	25	2775	1	27	1	190	1	1	12	155	4412
247	1	6	10	1	7	9	3	1	1193	6	7	1	172	1	1	18	94	4413
11	42	1	17	1	33	17	3	1	1475	1	12	1	106	1	1	14	236	4414
1	1	1	42	1	14	6	6	22	17	1	10	3	20	1	5	19	641	4415
45	1	1	18	1	8	6	3	1	1892	1	23	1	146	1	1	15	184	4432
298	30	3	33	37	100	8	20	1	704	1	24	5	163	1	9	26	663	4434
14	60	1	25	1	896	20	19	1	8224	8	52	1	263	6	1	13	318	4435
79	1	18	11	1	13	10	5	1	1698	1	21	1	182	1	3	13	98	4438
312	23	4	12	1	50	7	15	1	2824	1	22	1	165	1	1	24	119	4442

APPENDIX 4
MISCELLANEOUS WHOLE-ROCK GEOCHEMISTRY

Kieta Volcanics-tuffs and agglomerates

Sample No	1 SiO2	2 TiO2	3 Al2O3	4 Fe2O3	5 MnO	6 MgO	7 CaO	8 Na2O	9 K2O	10 P2O5	11 SO3	12 LOI	13 As	14 Ba	15 Si	16 Co	17 Co	18 Cr
302	26.54	0.37	13.46	22.24	0.02	0.00	0.14	0.39	2.37	0.29	1.06	32.05	60	712	7	50	1	1
401	71.01	0.65	8.04	4.59	0.00	0.00	0.07	0.68	0.69	0.18	0.44	12.96	45	131	1	1	1	1
905	41.57	1.31	17.67	10.99	0.22	2.35	17.21	0.91	0.09	0.23	1.37	4.90	8	1	13	1	1	1
907	50.32	0.99	13.22	9.56	0.13	3.06	9.77	3.18	1.63	0.35	0.16	1.91	11	172	1	1	1	131
1108	53.72	0.69	17.62	5.77	0.26	1.87	5.87	3.23	2.90	0.31	0.61	6.59	5	503	1	35	1	1
1203	52.29	0.57	17.31	4.32	0.13	1.99	2.55	2.11	3.54	0.40	0.32	13.19	1	709	1	38	1	1
1307	53.36	0.75	20.42	5.16	0.02	0.10	0.57	1.54	1.86	0.21	0.32	15.21	58	314	1	1	1	30
1308	43.70	0.63	25.20	2.93	0.32	0.00	0.30	1.03	2.12	0.11	0.35	17.35	1	327	1	1	1	1
1606	52.91	0.76	18.07	7.49	0.17	2.25	7.36	3.49	1.99	0.34	0.06	4.50	1	330	1	32	1	21
1710	51.07	0.34	14.50	9.72	0.29	3.34	6.81	3.92	0.66	0.11	0.40	8.03	1	65	1	1	1	18
1803	51.35	0.33	15.82	3.47	0.16	4.45	7.16	2.46	0.87	0.17	0.09	7.75	1	156	1	1	1	273
1804	47.10	0.73	14.98	8.37	0.26	3.71	9.35	1.83	1.37	0.32	0.42	10.98	14	226	11	1	1	31
2002	52.30	0.77	17.83	6.76	0.26	1.64	7.40	4.01	2.37	0.39	0.06	5.09	1	332	1	37	1	15
2033	55.49	0.69	19.20	6.66	0.20	1.70	3.56	4.89	2.74	0.38	0.16	3.44	1	406	1	32	1	1
2043	57.28	0.70	17.37	5.61	0.37	1.77	3.53	6.61	1.72	0.31	0.04	2.08	1	274	1	52	1	1
2058	54.65	0.50	19.00	4.35	0.33	1.25	3.73	5.39	4.53	0.36	0.51	4.21	5	381	1	33	1	1
2102	57.75	0.56	20.07	5.51	0.22	1.69	2.32	4.93	3.38	0.37	0.17	2.49	13	299	5	48	1	1
67.31	0.47	12.66	5.84	0.15	1.56	2.07	5.82	0.20	0.06	0.20	3.26	19	1	7	1	1	1	1
5086	52.21	0.56	12.71	5.11	0.23	4.10	9.23	2.30	1.83	0.11	0.24	10.68	1	400	1	1	1	177
6079	46.36	1.79	17.01	12.28	0.41	6.10	5.91	2.82	0.26	0.23	0.37	5.88	36	1	12	1	1	137
6079	57.31	0.97	15.05	9.15	0.16	2.77	6.70	2.78	0.56	0.19	0.56	2.53	1	125	1	1	1	1

19 Cu	20 La	21 Mo	22 Nb	23 Ni	24 Pb	25 Rb	26 Sc	27 Sn	28 Sr	29 Ta	30 Th	31 U	32 V	33 W	34 Y	35 Zn	36 Zr	AL
77	35	5	6	1	1	23	22	1	1104	1	12	1	214	1	5	25	80	302
26	1	1	11	1	1	5	3	1	466	1	1	1	100	6	1	14	119	401
37	1	1	11	45	12	4	30	1	715	1	8	1	281	1	26	39	97	905
100	1	1	1	10	1	32	32	1	650	6	1	1	322	1	20	77	62	907
122	1	1	12	6	11	56	10	1	3341	1	12	1	169	1	16	91	154	1108
203	1	1	16	1	25	69	7	395	1202	1	9	5	89	1	27	86	177	1203
80	29	1	13	2	7	44	30	1	169	1	1	5	246	1	12	22	103	1307
40	1	5	12	1	6	49	13	1	231	5	1	1	185	1	6	14	145	1308
92	25	1	8	1	6	28	15	1	1014	1	1	1	178	1	23	89	119	1606
63	26	1	1	10	1	8	36	1	200	6	1	1	292	1	21	98	55	1710
76	1	1	1	113	1	20	27	1	442	1	1	1	222	1	19	72	76	1803
99	1	1	6	17	7	23	28	1	487	1	1	1	256	1	16	83	60	1804
56	27	3	14	1	1	53	14	1	771	1	1	5	184	1	27	84	126	2002
157	22	1	13	1	7	56	10	1	1089	1	7	1	192	7	23	178	138	2033
24	1	1	32	1	12	29	11	1	1114	1	7	1	175	1	20	112	135	2043
69	25	1	13	1	13	64	6	1	527	1	1	1	102	1	19	109	150	2058
41	1	1	13	1	29	58	9	11	873	1	14	5	120	1	20	168	157	2102
68	1	1	4	1	11	6	23	1	82	5	1	1	114	9	44	123	114	5055
234	34	7	6	92	1	31	13	1	240	1	9	1	106	1	16	72	61	5062
40	1	1	11	53	12	5	35	1	270	6	5	1	220	8	21	724	130	5086
6079	1	1	4	6	1	3	32	1	377	1	10	1	163	1	32	79	84	6079

Kieta Volcanics-hornfels

Sample No	1 SiO2	2 TiO2	3 Al2O3	4 Fe2O3	5 MnO	6 MgO	7 CaO	8 Na2O	9 K2O	10 P2O5	11 SO3	12 LOI	13 As	14 Ba	15 Bi	16 Co	17 Cr	18 Cu
1109	53.16	0.71	17.35	6.71	0.27	2.75	5.57	3.80	2.67	0.40	0.93	4.51	8	353	7	30	1	1
1306	42.80	0.67	21.34	7.20	0.03	0.25	1.61	1.46	2.34	0.77	0.51	19.83	8	397	1	75	1	40
1402	53.26	1.52	14.11	3.79	0.19	4.38	7.78	3.17	0.06	0.13	1.91	3.51	14	1	1	1	31	126
1709	53.92	2.03	13.66	15.53	0.26	4.81	4.55	3.00	0.29	0.28	0.46	3.39	1	1	9	32	1	33
2025	57.35	0.66	13.18	5.07	0.15	0.39	5.49	3.33	6.37	0.27	0.13	1.38	1	449	7	1	1	1
2030	57.17	0.62	17.99	4.16	0.32	5.13	2.83	2.12	7.40	0.31	0.11	0.96	1	350	7	30	1	1
19 Cu	20 La	21 Mo	22 Nb	23 Ni	24 Pb	25 Rb	26 Sc	27 Sn	28 Sr	29 Ta	30 Th	31 U	32 V	33 W	34 Y	35 Zn	36 Zr	AL
79	1	1	7	1	1	41	10	1	816	1	12	1	175	1	22	79	112	1109
69	29	1	5	1	1	31	34	1	2084	1	16	1	419	1	4	53	88	1306
114	1	1	11	49	1	1	30	1	295	1	1	5	175	1	23	96	87	1402
359	35	1	11	14	1	4	34	1	185	1	1	1	306	1	34	70	133	1709
233	29	13	12	1	1	157	13	1	1022	1	13	5	149	1	28	195	209	2025
834	1	1	15	1	91	181	14	93	612	1	8	1	169	1	21	284	220	2030

Keriaka Limestone and a chert sample

Sample No	1 SiO2	2 TiO2	3 Al2O3	4 Fe2O3	5 MnO	6 MgO	7 CaO	8 Na2O	9 K2O	10 P2O5	11 SO3	12 LOI	13 As	14 Ba	15 Bi	16 Co	17 Cr	18 Cu
301	47.97	1.39	14.55	10.15	0.15	6.04	9.37	2.73	0.65	0.23	0.32	5.36	1	147	9	37	1	201
1003	0.70	0.03	0.29	0.20	0.01	0.00	55.40	0.00	0.03	0.04	0.00	42.93	1	1	1	1	1	1
1004	1.93	0.08	0.71	0.41	0.02	0.00	53.73	0.00	0.10	0.04	0.00	42.29	12	1	1	1	1	17
1005	1.11	0.04	0.35	0.23	0.02	0.00	54.48	0.00	0.04	0.03	0.00	43.01	12	1	1	1	1	1
1403	23.39	0.05	1.54	1.30	0.23	0.00	41.25	0.00	0.13	0.05	0.08	31.99	7	49	1	1	1	1
1705	28.17	0.33	7.96	3.42	0.33	2.24	37.43	0.05	0.07	0.12	0.08	19.06	1	44	1	1	1	1
1711	94.76	0.02	0.19	0.15	0.01	0.00	0.13	0.00	0.02	0.01	0.09	4.23	1	1	1	1	1	1
2083	0.41	0.00	0.11	0.15	0.67	0.00	53.85	0.00	0.02	0.02	2.37	41.86	1	60	1	1	1	1
2084	1.32	0.01	0.30	0.33	1.03	0.00	52.59	0.00	0.04	0.01	2.38	41.36	1	64	1	1	1	1

19 Cu	20 La	21 Mo	22 Nb	23 Ni	24 Pb	25 Rb	26 Sc	27 Sn	28 Sr	29 Ta	30 Th	31 U	32 V	33 W	34 Y	35 Zn	36 Zr	Sample No
28	1	3	12	65	1	11	30	1	382	6	1	1	203	1	22	62	118	301
8	1	1	1	1	1	5	1	1	232	7	8	1	44	6	1	1	5	1003
13	23	1	1	11	1	4	1	1	233	1	1	1	28	9	1	7	10	1004
11	1	1	1	1	7	1	1	1	251	1	6	1	32	1	1	12	1	1005
25	24	1	1	1	1	9	1	1	424	1	10	1	39	1	1	25	13	1403
17	1	1	1	7	1	4	5	1	559	1	10	1	92	1	13	42	35	1705
11	1	1	1	1	1	1	1	1	13	1	1	1	19	1	1	1	1	1711
33	25	1	4	1	1	3	1	1	2153	1	28	1	30	1	1	25	20	2083
39	24	1	1	1	7	14	1	1	4740	1	49	1	1	1	1	13	33	2084