

# Ergebnisse geologischer und tektonischer Untersuchungen in NW-Rwanda/Afrika

Von Hans KLOB\*)

Mit 5 Abbildungen und 2 Tafeln (= Beilagen 8, 9)

	<i>Alkali-Syenit</i>
	<i>Aufwölbung</i>
	<i>Burundisches Orogen</i>
	<i>Einebnungsflächen</i>
	<i>Grabenbildung</i>
<i>Crête Zaire-Nil</i>	<i>Grabenbildung</i>
<i>Gatumba</i>	<i>Granitintrusionen</i>
<i>Gisenyi</i>	<i>Pegmatitische Lagerstätten</i>
<i>Kivu-See</i>	<i>Polyfacielle Metamorphose</i>
<i>Nyabarongo</i>	<i>Präkambrischer Sockel</i>
<i>Rubengeri</i>	<i>Protorift</i>
<i>Rwanda</i>	<i>Tholeiit-Basalt</i>
<i>Virunga</i>	<i>Vulkanismus</i>

## INHALT

Vorwort . . . . .	244
Einleitung . . . . .	244
Überblick über die Geologie Rwandas . . . . .	244
Teil A: Geologie, Tektonik und Petrographie der Region Gisenyi (NW-Rwanda) — Erläuterungen zur geologischen Karte von Gisenyi 1 : 50.000 (Beilage 8, Tafel I) . . . . .	247
Zusammenfassung . . . . .	247
Abstract . . . . .	249
Résumé . . . . .	249
1. Einleitung . . . . .	249
2. Geographie . . . . .	250
3. Morphologie, Geologie und Tektonik (Ergebnisse von geologischer Geländearbeit und Luftbildanalyse) . . . . .	250
3.1. Das präkambrische Grundgebirge . . . . .	251
3.2. Die Zone der Vulkanite des „Western Rift“ . . . . .	255
4. Mineralogie und Petrographie . . . . .	256
4.1. Die Burundischen Metasedimente . . . . .	256
4.1.1. Stratigraphie . . . . .	256
4.1.2. Petrographie und Metamorphose . . . . .	257
4.2. Magmatische Gesteine . . . . .	261
4.2.1. Basische Orthogesteine . . . . .	261
4.2.2. Granitische Intrusionen . . . . .	262
4.2.3. Magmatische Ganggesteine . . . . .	263
4.3. Mineralisationen und Lagerstätten . . . . .	264
4.3.1. Metallische Rohstoffe . . . . .	264
4.3.2. Nichtmetallische Rohstoffe . . . . .	264
5. Ergebnisse . . . . .	264

\*) Anschrift des Autors: Dr. H. KLOB, OVM-AG, Generaldirektion, Ressort Geologie, Otto-Wagner-Platz, 1090 Wien.

Teil B: Geologie und Tektonik der Nyabarongo-Mukungwa-Talsenke zwischen Gatumba und Ruhengeri, N-Rwanda — Ergebnisse einer photogeologisch-tektonischen Untersuchung mit Karte 1 : 50.000 (Beilage 9, Tafel II) . . . . .	267
Zusammenfassung . . . . .	267
Abstract . . . . .	267
Résumé . . . . .	267
1. Einleitung . . . . .	268
2. Geographie und Morphologie . . . . .	268
3. Geologischer Aufbau . . . . .	270
4. Photogeologie und Tektonik . . . . .	271
5. Ergebnisse . . . . .	274
Literatur . . . . .	275
Anhang: Liste der im Raum des Kartenblattes von Gisenyi (Tafel I) petrographisch untersuchten Gesteinsproben und deren mineralogische Zusammensetzung . . . . .	278

## Vorwort

Die Untersuchungen, wie geologische Geländearbeit, Probenahme, geologische Luftbildanalyse, petrographische Gesteinsbestimmungen und die Auswertung der einzelnen Ergebnisse für die im folgenden Artikel zusammengefaßten Arbeiten wurden vom Verfasser im Rahmen des Projektes EH 458 der Österreichischen Technischen Hilfe („Aufbau des Geologischen Dienstes von Rwanda“) in den Jahren 1973—1977 am Geologischen Dienst von Rwanda durchgeführt.

Mein Dank ganz besonderer Art gilt dem Betreuer des ÖTH-Projektes in Wien, dem Herrn Vizedirektor der Geologischen Bundesanstalt, Dr. T. E. Gattinger, der die Veröffentlichung der Arbeit ermöglichte, sowie den Herren V. Petricec (Rwanda), Doz. Dr. W. Frisch und Prof. Dr. H. G. Scharbert (beide Wien) für wertvolle Anregungen und Diskussion. Bedanken möchte ich mich aber auch beim Minister für Rohstoffe und Bergbau in Rwanda, M. Kanyarwanda Cl., bei meinen Mitarbeitern am Service Géologique in Kigali, Nyalihama J. M. V., Balinda J. B., Zigirababili J. und Buyagu S., bei der rwandischen Bergbaugesellschaft SOMIRWA und bei den Angehörigen der Zeichenabteilung der Geologischen Bundesanstalt in Wien für ihre freundliche Unterstützung und Hilfeleistung.

## Einleitung

### Überblick über die Geologie Rwandas

Die Republik Rwanda liegt im Zentralen Hochland Afrikas, 2° südlich des Äquators. Sie grenzt im N an Uganda, im W an Zaire, im S an Burundi und im E an Tanzania. Mit einer Fläche von nur 26.388 km<sup>2</sup> zählt Rwanda zu den kleinsten Ländern Afrikas. Neben Kaffee und Tee werden Rohstoffe (ca. ein Drittel des Gesamtexportes) — Wolframit und Cassiterit — exportiert.

Eine der wichtigsten geologischen Einheiten Rwandas stellt das burundische Teilstück des präkambrischen Kibara-Burundi-Karagwe-Ankole-Orogens dar, welches sich vom nördlichen Zambia über Zaire, Burundi, NW-Tanzania über Rwanda bis SW-Uganda erstreckt. Die Lithologie des Burundien ist im wesent-

lichen von einer mehr oder weniger monotonen Abfolge von pelitischen und psamitischen, meist epimetamorphen Sedimentgesteinen gekennzeichnet.

Nach L. CAHEN & J. LEPERSONNE (1967) und J. GERARDS & J. LEPERSONNE (1964) wird das Burundien in drei Serien aufgegliedert: die „Serie von Miyove“ als jüngste, die mittlere „Serie von Byumba“ und die „Untere Serie (Série Inférieure)“.

Das Alter der Orogenese des Burundien wird mit 1250 bis 900 m. J. angegeben (V. PETRICEC 1967, p. 101). Intrusionen, vor allem postorogener Granite, speziell in der „Unteren Serie“ des Burundien, haben zu einer Reihe von pegmatitischen bis hydrothermalen Sn-, Nb/Ta-, W- und Au-Lagerstätten geführt. Die bedeutendsten erzführenden Pegmatite findet man im Westen Rwandas, in der Region zwischen Ndiza-Gatumba und dem Kivusee. Sie werden vor allem auf Cassiterit, Columbit und selten Beryll abgebaut. Akzessorisch enthalten sie z. T. verschiedene Li-Silikate, gediegen Wismuth, Zirkon, Topas, verschiedene Fe-Mn-Mg-Al-Li-Phosphate (z. B. Buranga bei Gatumba) und Uranminerale.

Datierungen pegmatistischer Minerale (z. B. Muscovit) von G. MONTEYNE-POULAERT, R. DELWICHE & L. CAHEN (1962) und L. CAHEN (1964) mit Altern zwischen 700 und 1000 m. J. erhärten die Zugehörigkeit der meisten Pegmatite zum Zyklus des Burundien. Postburundische Erznachschübe in die burundischen Pegmatite vom Proterozoikum bis in die Kreide konnten durch Altersbestimmungen derselben Autoren (s. o.) — Bleiglanz von Kabara/Nyabarongo ( $621 \pm \pm 50$  m. J.), Mikrolith von Buranga/Gatumba (550 m. J.) und Pechblende von Karago/Ruhengeri (90 m. J.) — nachgewiesen werden.

Eine Klassifizierung der Pegmatite von E-Zaire, Rwanda und Burundi in sieben Gruppen wurde von N. VARLAMOFF (1955, 1961 und 1961) durchgeführt. Die Pegmatite Rwandas entsprechen im speziellen der Gruppe 6 und 7 (N. VARLAMOFF, 1975). Übergänge vom pegmatitischen zum hydrothermalen Ganglagerstättentyp werden von N. VARLAMOFF (1969) in der Region Musha-Ntunga, östlich von Kigali, beschrieben.

Die Ganglagerstätten treten meistens — obwohl genetisch eng mit den Pegmatiten verbunden — räumlich getrennt und selbständig auf. Nach W. FRISCH (1971), W. POHL (1975) und eigenen Beobachtungen können folgende Mineralparagenesen, welche durch fallende Temperaturbedingungen — gegeben durch größere Entfernung der Ganginjektionen vom Granitkontakt — gekennzeichnet sind, unterschieden werden:

- Quarz + Cassiterit ( $\pm$  Gold  $\pm$  Arsenkies  $\pm$  Pyrit), z. B. Rutongo
- Quarz + Cassiterit + Wolframit oder  
+ Wolframit + Cassiterit, z. B. Lutsiro
- Quarz + Wolframit + Reinit (Wolframit pseudomorph nach Scheelit),  
z. B. Bugarama
- Quarz + Reinit  $\pm$  Gold ( $\pm$  Scheelit), z. B. Gifurwe
- Quarz + Wolframit, z. B. Shyorongi
- Quarz + Gold  $\pm$  Pyrit  $\pm$  Hämatit  
(z. T. pseudomorph nach Pyrit), z. B. Miyove-Karenda

Die Gewinnung aus hydrothermalen Erzgängen trägt etwa zu zwei Dritteln der jährlichen Sn- und fast vollständig zur jährlichen W-Produktion Rwandas bei. Ergebnisse geologischer und lagerstättenkundlicher Untersuchungen in wichtigen Sn-Distrikten, wie Lutsiro oder Rutongo, findet man bei A. SLATKINE (1966) und (1967/68), A. LHOEST (1957) und (1958), A. ADERCA (1957) und W. POHL (1975). Bedeutende hydrothermale Wolframitlagerstätten im Bereich der Graphitschiefer der „Unteren Serie“ („tungsten belt“) wurden in ausführlicher Weise von N. VARLAMOFF (1958), I. DEMAGNEE & A. ADERCA (1960), W. FRISCH (1970) und (1975), M. DE TREY (1957) und (1970) und W. POHL (1975) beschrieben.

Wirtschaftlich unbedeutend beim momentanen Stand der Prospektionsarbeiten, aber der Vollständigkeit halber erwähnenswert erscheinen noch Pb-Zn-Cu-Fe-Sulfidvererzungen meist hydrothermalen Natur (z. B. Rangiro-Nyungwe/SW-Rwanda); ebenso Bleiglanzgänge in Pegmatiten (z. B. Rwansibo und Kababara — Nyabarongo) und eine „stockwerk“-artige Abfolge von Quarz-Markasit-Chalcopyrit-, Quarz-Pyrit-Chalcopyrit- und Quarz-Magnetkies-Chalcopyrit-Gängchen mit Spuren von Zinkblende und Bleiglanz und sekundär gebildetem Vivianit und Hemimorphit in Klüften einer epimetamorphen Graphitschiefer-Serie westlich von Kibungo.

In der Vererzungszone Rangiro-Nyungwe treten neben den wenig mächtigen hydrothermalen Pb-Zn-Cu-Gängchen Sulfide von Pb, Zn, Cu und Fe auch in fein-disperser Verteilung in epimetamorphen quarzitischen Schiefen auf; diese Vererzung ist aber auf Grund von Struktur und schichtgebundenem Auftreten nicht einer hydrothermalen Imprägnation, sondern dem synsedimentär-submarin-exhalativen Lagerstättentyp zuzuordnen (H. KLOB 1977). Einer metamorphen Überprägungsphase mit einer teilweisen Erzmobilisation dürften quer zur Schichtung verlaufende Erzäderchen zuzuschreiben sein.

Die Lithologie der mächtigen burundischen Sedimentabfolge mit ihrer Wechsellagerung pelitischer und arenitischer Gesteine ist wenig abwechslungsreich. Vereinzelt treten gröbere Konglomerate (z. B. in der „Serie von Miyove“) oder mächtige Graphitschiefer („Untere Serie“) auf.

Der Grad der Metamorphose der burundischen Gesteine ist im allgemeinen schwach (epizonal), außer im Westen Rwandas (J. GERARDS, 1965, L. PEETERS, 1956, J. GERARDS & D. LEDENT, 1970, und H. KLOB, 1977). Die häufigsten Gesteine sind Sericitschiefer, Phyllite, Quarzphyllite und Quarzite. Von Mittelrwanda gegen Westen ist ein gradueller Anstieg der Metamorphose zu verzeichnen, vor allem im stratigraphischen Bereich der „Unteren Serie“. J. GERARDS & D. LEDENT (1970) beschreiben im Abschnitt der Synklinale von Ndiza, östlich von Gatumba, Schiefer mit Biotit. Weiter im Westen in der Gegend von Gatumba und der Crête Zaire-Nil findet man Übergänge von den schon erwähnten Sericitschiefern und Phylliten zu Muscovit- und Biotit-Glimmerschiefern, z. T. retrograde Glimmerschiefer mit Chloritoid und Andalusit, mit Granat, Stauroolith und mit makroskopisch selten sichtbarem Sillimanit (J. GERARDS, 1965).

Basische Intrusionen im Bereich der „Unteren Serie“ des Burundien wurden wie die umgebenden Sedimente einer polyfaziellen Metamorphose, speziell in

Kontaktzonen größerer Granitintrusionen, unterworfen. Sie treten gehäuft auf in SE-Rwanda bei Ruzumo, im Bereich der Granitintrusionen der Mutara (NE-Rwanda) (H. KLOB, 1976), im Raum Gatumba-Ruhengeri (vgl. auch Teil B), im gesamten Raum der Crête Zaire-Nil von Gisenyi über Kibuye bis in den Südwesten Rwandas und in einer Zone zwischen Gitarama und der burundischen Grenze im Süden, dem Akanyaru. Diese Gesteine, meistens Amphibolite, wurden vom Autor im Zuge des EH-Projektes ebenfalls untersucht (H. KLOB, 1979).

Die untere Grenze des Burundien zum älteren Ruzizien (mittleres Präkambrium) ist in Rwanda bisher noch nicht sicher beobachtet worden. Die tiefsten stratigraphischen Horizonte des Burundien werden von J. GERARDS (1966) in Rwanda im Bereich des westlichen Synklinalschenkels des Ndizamassivs vermutet. Nach J. GERARDS & A. WALEFFE (1966) wird die Basis von mächtigen Konglomeraten gebildet, welche in Burundi bei Bilime/Murore aufgeschlossen sind. In Rwanda wurden bisher an zwei Stellen ruzizische Gesteine sicher festgestellt, und zwar bei Nyamirama und Rutare Rwa Munanira (J. GERARDS, 1969). Es handelt sich dabei ausschließlich um z. T. migmatische Gneise. Die Altersbestimmung an einem alluvionären Monazit aus der Umgebung von Rutare Rwa Munanira hat ein Alter von  $2100 \pm 250$  m. J. ergeben (J. GERARDS, 1969). Nach J. GERARDS & D. LEDENT (1970, p. 485) liegen die Gesamtgesteinsalter bei  $1841 \pm 210$  m. J. (Rb/Sr), Zirkonalter (Pb/U) um  $1940 \pm 30$  m. J. Diese Daten entsprechen dem Alter der ubendisch-ruzizischen Gebirgskette.

Die dritte und zugleich jüngste lithologische Einheit bilden die Vulkanitserien im Raum südlich (Cyangugu — Bukavu) und nördlich bis nordöstlich des Kivu-Sees. Während die vulkanischen Aktivitäten im Süd-Kivu in vorrezenter Zeit erloschen sind, ist die Zone der Vulkankette der Virunga (Nord-Kivu) bis heute noch aktiv. Das Auftreten der hauptsächlich extrem K-betonen, basischen bis ultrabasischen Vulkanite ist an die junge bruchtektonische Zone des „Western Rift“, dem westlichen Zweig des Ostafrikanischen Grabenbruchsystems, gebunden (Abb. 1). Die jungen vulkanotektonischen Vorgänge um die Bildung des „Western Rift“, die unter anderem auch zu einer Hebung und Domung der Kivu-See-Zone (B. C. KING 1970) führten, haben die geologischen, tektonischen und morphologischen Verhältnisse, speziell in den W-rwandischen Randzonen, z. B. Crête Zaire-Nil, Nyabarongo-Mukungwa-Talsenke etc., sehr stark beeinflusst. Aber auch weiter im Osten kann man noch deutliche Beispiele der Zerstörung alter Einebnungsflächen, Verkippung einzelner tektonischer Blöcke und die Inversion vieler Flußläufe beobachten (A. LHOEST, 1959).

## **Teil A: Geologie, Tektonik und Petrographie der Region Gisenyi (NW-Rwanda)**

(Erläuterungen zur geologischen Karte 1 : 50.000)

### **Zusammenfassung**

Das geologisch, photogeologisch-tektonisch und mineralogisch-petrographisch bearbeitete Gebiet von Gisenyi umfaßt die Kartenblätter S2/29 SW2 und SW4 (1 : 50.000). Zwei geologisch-tektonische Einheiten kennzeichnen die kartierte Region: Der westliche Abschnitt des Ost-



afrikanischen Grabenbruchsystems, das junge „Western Rift“ mit den mächtigen Laven der Virunga-Vulkane im Norden und dem von den Vulkaniten aufgestauten Kivu-See im Westen und das präkambrische Grundgebirge im Bereich der Crête Zaire-Nil.

Von der äußerst mächtigen Abfolge pelitischer und arenitischer Metasedimente des Burundien sind im kartierten Raum nur die Schichten der „Unteren Burundischen Serie“ mit den syndimentär gebildeten Lagen von Orthoamphiboliten (submarine Tholeiitbasalte) und der Gefolgschaft von früh- bis syn-, spät- und postorogenen Graniten enthalten. Ein großes Antiklinorium im Raum der Crête mit Teil-Anti- und Synklinalen mit Hauptachsenrichtung N—S ist durch ein dichtes Netz junger bis jüngster, z. T. im Präkambrium vorgezeichneter, z. T. mit der Grabenbildung entstandener Bruchsysteme tektonisch zerhackt. Von großer tektonischer Bedeutung ist dabei die Aufwölbung der Grabenzone im Raum Kivu infolge des Aufdringens von vulkanischem Magma. Ein kleines Vorkommen von Alkali-Syenit im NW der Crête wird den jungen magmatischen Aktivitäten im Bereich der Grabenzone zugeordnet.

#### Abstract

This study comprises detailed geological, photogeological-tectonical and mineralogical-petrographical investigations of the 1 : 50.000 map sheets S2/29 SW2 and SW4 of the region of Gisenyi/NW-Rwanda.

Two geologic-tectonic features characterize the mapped area: The western branch of the East African Rift System, the western rift, with the volcano range of Virunga and its important lava flows in the North and the Lake Kivu in the West and the precambrian basement in the region of the mountain range of the Crête Zaire-Nil. The only remaining stratigraphic unity of the very important sequence of pelitic and arenitic metasediments of the Burundian are the schists of the "Lower Series" including the syngenetically formed orthoamphibolites (submarine flows of tholeiite basalts) and the succession of early to syn-, late and post-orogenic granitic intrusions. A large anticlinorial structure composed of smaller syn- and anticlines with N-S directed main fold axis has strongly been deformed by a network of different fault systems partly pre-designed in the precambrian, partly formed and induced by the formation of the western rift. Of considerable importance for the tectonic development of the region is the uplift of the rift zone in the Kivu area by volcanic activity. A small occurrence of alkali syenite in the NW of the Crête is genetically connected to the magmatic activities within the rift area.

#### Résumé

L'étude géologique, photogéologique-tectonique et minéralogique-pétrographique détaillée de la région de Gisenyi, NW-Rwanda, comprend les feuilles 1 : 50.000 S2/29 SW2 et SW4. On peut subdiviser la région cartographiée en deux unités géologiques et tectoniques. L'une est la branche occidentale du fossé tectonique de l'Afrique Orientale, le »western rift«, qui comprend la chaîne de volcans de Virunga au Nord et le Lac Kivu à l'Ouest, l'autre, la zone de la Crête Zaire-Nil est constituée par le socle précambrien. On peut observer la Série Inférieure du Bas-Burundien d'une alternance de métasédiments pélitiques et arénitiques, d'une intercalation des orthoamphibolites syngénétiques avec les sédiments (coulées soumarines de basalt tholeiitique) et d'une succession des intrusions granitiques syn-, tardi- et post-orogéniques. La Crête Zaire-Nil est formée par une large structure anticlinoriale qui comprend plusieurs anticlinaux et synclinaux avec la direction des axes principaux de plis N—S. Cette structure est fortement déformée par un cadre de différents systèmes de failles créé par les événements tectoniques de la formation du fossé tectonique occidental. Le dernier soulèvement de la zone de graben du Lac Kivu par l'activité volcanique est très important pour le développement tectonique de la région. Une petite occurrence de syénite alcalin au NW de la Crête semble d'être en connexion génétique avec les activités magmatiques de la fossé du western rift.

#### 1. Einleitung

Dieser Arbeit liegt ein nicht veröffentlichter Bericht des Autors am Service Géologique du Rwanda zugrunde (H. KLOB, 1977). Die Geländearbeiten für die Karte 1 : 50.000 wurden im Maßstab 1 : 25.000 unter Verwendung und an-

schließender Synthese sämtlicher bisheriger Arbeiten, im speziellen von P. CORMINBOEUF, in den Jahren 1975 bis 1977 durchgeführt. Zur photogeologisch-tektonischen Analyse diente die neue Luftbildserie (1974) RWA 71/517 con/4-37. Zur petrographischen Untersuchung wurden ca. 560 Proben eigener Probenahme und aus der Sammlung P. Corminboeufs herangezogen; davon wurden 330 mikroskopisch untersucht. Einige Proben magmatischer Herkunft wurden am Min.-Petr. Institut der Universität Wien chemisch analysiert. Für den Druck wurde die Originalkarte 1 : 25.000 bei der Geologischen Bundesanstalt in Wien auf den Maßstab 1 : 50.000 reduziert.

## 2. Geographie

Die untersuchte und kartierte Region befindet sich im NW Rwandas im Bereich der Kartenblätter S 2/29 SW2 und SW4 (1 : 50.000). Die Westgrenze bildet der Kivu-See, die Südgrenze der zweite südliche Breitengrad und die Ostgrenze der Meridian 29° 30' östlich von Greenwich. Im Norden schließt das Kartenblatt mit der Staatsgrenze Rwandas zum Zaire bzw. zu Uganda ab, welche parallel zur Vulkankette der Virunga verläuft.

Der geologische Kontakt des präkambrischen kristallinen Grundgebirges im Süden mit den Virunga-Laven im Norden verläuft von der Stadt Gisenyi am Kivu-See in nordöstlicher Richtung, mehr oder weniger parallel der Straße Gisenyi—Ruhengeri. Nördlich dieser Linie ragen noch einzelne Kuppen mit präkambrischem Kristallin inselförmig aus den Lavaströmen heraus, sind aber meistens von einer dünnen Schicht vulkanischer Gesteine bedeckt.

Südlich des Kontakts der jungen Vulkanite zum Präkambrium erhebt sich das Gebirge der Crête Zaire-Nil, der Wasserscheide zwischen dem Einzugsbereich des Zaire (Congo) und des Nil. Es erreicht Höhen bis zu 3000 m. Ein recht großer Teil dieser Berglandschaft ist vor allem im Osten noch von Regenwald bedeckt, welcher nur von einzelnen Zufahrten zu den lokalen Bergbauzentren (z. B. Lutsiro — Sebeya) erschlossen ist. Diese kleinen Ansammlungen von z. T. im Besitz der SOMIRWA, z. T. im Besitz von einheimischen Bergbaugenossenschaften („Artisanat Minier“) befindlichen Abbaue gewannen in den letzten Jahren in zunehmendem Maß an wirtschaftlicher Bedeutung. Es wird vor allem Wolframit und Cassiterit, in geringen Mengen auch Columbit, gewonnen.

## 3. Morphologie, Geologie und Tektonik — Ergebnisse von Geländearbeit und Luftbildanalyse

Als Unterlagen für die Erstellung der beiliegenden geologisch-tektonischen Karte von Gisenyi (Tafel I.) im Maßstab 1 : 50.000 dienten die oben angeführten topographischen Kartenblätter. Sie wurden an Hand der Luftbilder 1 : 50.000 korrigiert.

Die Grundlage für die Geologie bildeten die Geländebeobachtungen und Messungen von P. CORMINBOEUF aus den Jahren 1967—1975, welche durch eigene Begehungen ergänzt und ausgeweitet werden konnten. Weiters wurden auch unveröffentlichte Kartenunterlagen aus dem Besitz des Service Géologique du Rwanda und der rwandischen Bergbaufirma SOMIRWA herangezogen (J. F.

AGASSIZ, 1959, R. DECROLIÉ, 1954, C. FONTAINE, 1948, 1949 a, 1949 b, 1949 c, L. ROLLAND, 1954, 1956, 1967).

Eine äußerst detaillierte Luftbildanalyse lieferte wertvolle zusätzliche Informationen vor allem auf tektonischem Gebiet und in wenig zugänglichen Regionen des Regenurwalds der Crête Zaire-Nil. Ein dichtes Netz äußerst geradliniger Photolineationen wurde auf Grund des Geländebefundes als System von Brüchen und Verwerfungen gedeutet.

Die Morphologie und Geologie Rwandas, im speziellen West-Rwandas, ist das Ergebnis von im wesentlichen drei in der Zeit vom Präkambrium bis heute aufeinander folgenden geologischen Abläufen:

1. Der mächtigen burundischen Sedimentation und dem burundischen Orogenzyklus,
2. den Phasen postorogener Einebnung, und
3. den verschiedenen Phasen junger Bruchtektonik und des Vulkanismus im Zusammenhang mit der Bildung des „Western Rift“ (Ostafrikanisches Grabenbruchsystem).

Dieser Erkenntnis entsprechend läßt sich die kartierte Region von Gisenyi morphologisch wie auch lithologisch in zwei große Bereiche aufteilen, und zwar in die Zone des präkambrischen Grundgebirges (im wesentlichen der Bereich der Crête Zaire-Nil) und in den geologisch jungen Grabenbereich des „Western Rift“ mit der Vulkankette der Virunga und ihrer mächtigen Lavadecke im N und NW und dem Kivu-See im Westen des Kartenblattes.

### 3.1. Das präkambrische Grundgebirge

steigt sehr steil und speziell in grabennahen Abschnitten oft stufenförmig aus den Lavafeldern der Virunga im N und NW bzw. aus dem Kivu-See im W auf und formt einen sich N-S erstreckenden mächtigen Gebirgskamm, die Crête Zaire-Nil, die sich über Kibuye bis nach Burundi erstreckt. Die Ausläufer der Crête reichen im Osten bis nach Ruhengeri — Gatumba (siehe Teil B).

Die Täler, meist extrem tief eingeschnitten, mit steilen, oft instabilen Talflanken, kann man nach der Art des Talverlaufs in extrem geradlinige und in gewundene einteilen. In ihrer morphologischen Anlage ist die gewundene Talform die ältere. Der Flußverlauf liegt meistens parallel oder quer zum Streichen, die Täler sind oft breiter, die Talflanken meist weniger steil als bei Tälern mit geradlinigem Verlauf. Völlig flache Talmulden sind fallweise dort zu beobachten, wo die alte Einebnungsfläche noch andeutungsweise erhalten ist. Undeutliche Relikte einer solchen postorogenen Peneplain sind in der Granitzone SE der Stadt Gisenyi, im Bereich des Oberlaufs des Flusses Brove und in der Zone Lutsiro-Sebeya zu beobachten. Auch vereinzelt erhaltene Lateritdecken im Kammbereich der Gebirgszüge der Crête sind der Phase der postorogenen Einebnung zuzuschreiben. Eine Auffüllung des Talbodens mit mehr oder weniger mächtigen Alluvionen — oft reich an alluvionärem Cassiterit — ist bei der gewundenen Talform häufiger zu finden als bei der geradlinigen. Eine Verkipfung der Bruchschollen, welche diese Flüsse meist durchkreuzen, und damit

verbunden eine Inversion des ursprünglichen Talverlaufs schufen die Bedingungen für eine bedeutendere alluvionäre Ablagerung.

Vor allem das Hauptentwässerungsnetz, wie z. B. die Flüsse Pfunda, Sebeya, Koko etc., und deren Zubringer, ist vom Talverlauf her der Gruppe der tief eingeschnittenen, geradlinigen Täler zuzuordnen. Diese sind morphologisch jünger, d. h. an junge Schwächezonen, an die jungen tektonischen Bruchlinien gebunden, die im Verlauf der Bildung des „Western Rift“ entstanden oder — schon aus älterer geologischer Zeit stammend (z. B. späte Einengungsphase mit bruchhafter Deformation des burundischen orogenen Zyklus) — erneut aktiviert worden sind.

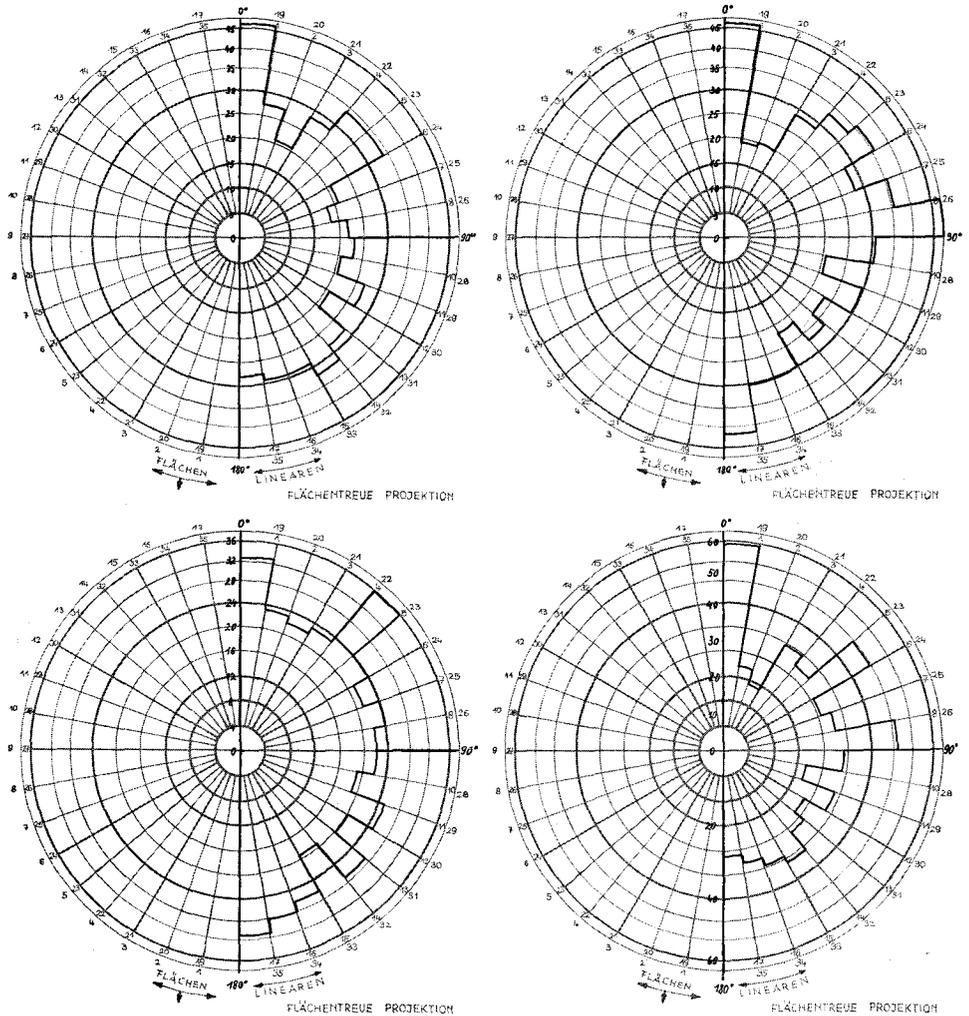


Abb. 2a, b. Auswertung der verschiedenen Streichrichtungen der Bruchsysteme im Raum Gisenyi. Abb. 2a: 1. Gisenyi N, l. o., 2. Gisenyi S, r. o., 3. Gisenyi W, l. u., 4. Gisenyi E, r. u.

Eine sicherlich in mehreren Reprisen erfolgte Hebung der Crête und randliche Absenkungen zum Grabenbereich führten in relativ junger (Oberkreide-Tertiär) bis jüngster Zeit zu einer raschen Zerstörung der alten postburundischen Einebnungsfläche und zu einer tiefgreifenden Erosion, speziell entlang der verschiedenen Bruchsysteme. Die Instabilität der z. T. extrem steilen Talflanken ist die Folge und u. a. ein weiterer Hinweis für ein rasches Herausheben des Bereiches der Crête gegenüber dem Graben im Westen und den östlichen Landesteilen Rwandas. Neben tektonischen Vorgängen spielen aber auch die lithologischen Verhältnisse eine Rolle bei der Entwicklung der heutigen Morphologie. In Bereichen der burundischen kristallinen Schiefer ist das Relief im allgemeinen wesentlich stärker akzentuiert — Quarzitbänder formen oft steile Bergkämme — als in Zonen granitoider Gesteinskörper.

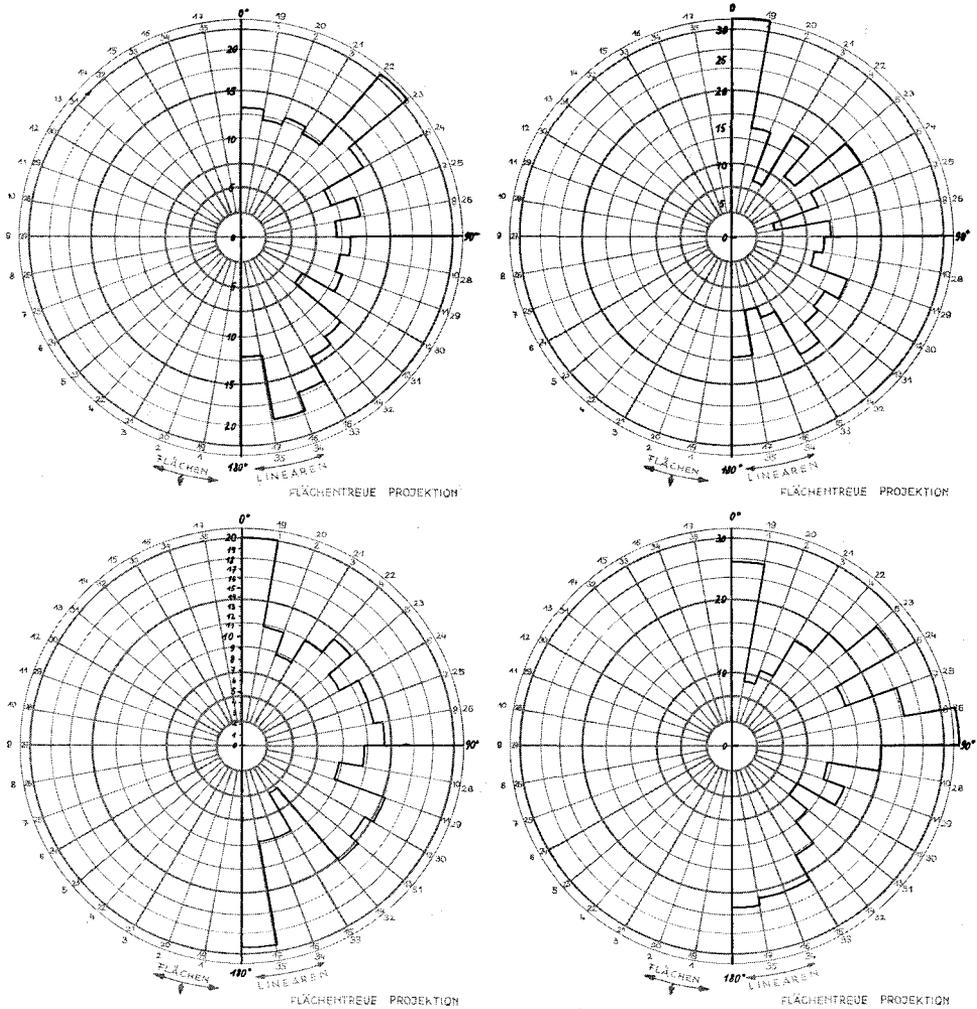


Abb. 2b: 5. Gisenyi NW, l. o., 6. Gisenyi NE, r. o., 7. Gisenyi SW, l. u., 8. Gisenyi SE, r. u.

Die in Abb. 2 wiedergegebene Auswertung der verschiedenen Störungsrichtungen, und zwar für den NW, SW, NE, SE, den N und S und den E und W des Kartenblattes Gisenyi machen einzelne Tendenzen innerhalb des bruchtektonischen Mosaiks deutlich. Auf allen Rosetten mit Ausnahme der von NW-Gisenyi ist die Störungsrichtung N—S am ausgeprägtesten. Störungen dieser Orientierung liegen parallel zur Längsachse des „Western Rift“ im Kivu-See-Bereich und können zum Großteil als Staffelbrüche gedeutet werden. Im NW, südlich der Vulkanzone der Virunga, kommt es zu einer Aufspaltung dieser N-S-Hauptrichtung in eine NNW-SSE- und NE-SW-Richtung. Diese Aufspaltung in zwei verschiedene Staffelbruchsysteme ist auf eine Änderung des Verlaufs des „Western Rift“ im Abschnitt der Virunga-Vulkane von N—S auf NE—SW zurückzuführen. Letztere Störungsrichtung kann auch für den gesamten Osten des Kartenblattes als bedeutend angesehen werden, während von NW nach SW ihre Bedeutung eindeutig abnimmt. Vom SW zum SE gewinnt in zunehmendem Maß ein W-E-gerichtetes Bruchsystem an Einfluß; es spielt im N nur eine untergeordnete Rolle.

Während entlang der Staffelbruchsysteme (N—S und NE—SW) primär eine vertikale Versetzung benachbarter Schollen gegeneinander festzustellen ist, überwiegt bei sämtlichen anderen beobachteten Richtungen stärker die horizontale Bewegung. In sehr vielen Fällen führt eine Kombination von Horizontal- und Vertikalbewegung bzw. die zeitliche Abfolge der beiden zu einer Verkippung und/oder teilweisen Rotation einzelner Bruchschollen. Eine solche Verdrehung ist im Gesamtbereich des Kartenblattes, im speziellen im NW, an Hand einer z. T. beträchtlichen Abweichung der burundischen Hauptfaltenachsen vom üblichen  $\pm$  N-S- bis NNW-SSE-Streichen nachzuweisen.

Innerhalb der jungen Bruchtektonik erscheinen die N-S-Staffelbrüche als ältestes Element. Ihnen folgen die (Staffel)-Brüche mit NE-SW-Orientierung. Beide sind dem tektonischen Prozeß einer Absenkung der Grabenzone bei gleichzeitiger teilweiser Hebung der heutigen Crête Zaire-Nil zuzuordnen.

Eine beträchtliche Aufwölbung der gesamten Kivu-See-Zone (B. C. KING 1970) durch aus tiefen Krusten-Mantel-Bereichen aufdringendes Magma dürfte schließlich wesentlich zum weiteren Zerbrechen der einzelnen Bruchstaffeln und -schollen und zum reichen Spektrum an Verwerfungen verschiedener Richtungen — zu einem System von Radialverwerfungen, ausgehend vom Zentrum der Aufwölbungszone, dem Kivu-See, dem höchstgelegenen Teil des „Western Rift“-Systems — geführt haben (Abb. 2).

Nach eingehender Analyse der bruchtektonischen Vorgänge lassen sich einige Details faltentektonischer Elemente des burundischen Orogen-Zyklus besser aus den einzelnen Schollen des oben beschriebenen Bruchschollenmosaiks ablesen. Im Vergleich mit Mittel- und Ost-Rwanda zeigt die Region der Crête Zaire-Nil, im besonderen die kartierte Zone, einen viel komplizierteren Faltenbau des burundischen Orogens; das u. a. auf Grund der vielfältigen Abfolge von früh- bis postmagmatischen Granitintrusionen in diesem Raum. Von E nach W kann eine Abfolge von mehr oder weniger symmetrischen, z. T. steilen, E- bzw. W-vergenten Syn- und Antiklinalstrukturen verfolgt werden, welche als Teil-

fallen eines übergeordneten Antiklinoriums im Bereich NW-Rwandas (Gisenyi) angesehen werden können. Das Streichen der Faltenachsen verläuft im allgemeinen N—S mit Abweichungen bis zu 20° nach W bzw. E. In einzelnen Schollen (z. B. südlicher Zentralteil des Kartenblattes) konnten größere Abweichungen beobachtet werden, welche wohl, wie oben erwähnt, auf eine mehr oder weniger starke Schollenverdrehung während der verschiedenen bruchtektonischen Vorgänge zurückgeht. In den nördlichen Randbereichen des präkambrischen Sockels gegen die jungen Vulkanite des „Western Rift“ ist eine Änderung des N-S- in einen NE-SW-Trend zu beobachten. Betrachtet man in diesem Zusammenhang nochmals die Abb. 2 mit den Rosetten der Störungsrichtungen, findet man eine deutliche Parallele des Trends der burundischen Hauptfaltenachsen und der grabenbruch-tektonischen Elemente. Es zeigt sich eine deutliche Übereinstimmung mit den Beobachtungen von B. C. KING (1970) über den Zusammenhang bevorzugter Richtungen und struktureller Elemente des alten präkambrischen Kratons und des jungen Ostafrikanischen Rift-Systems.

Zahlreiche sekundäre Falten wesentlich kleinerer Dimensionen können als Schlepptalten gedeutet werden. Transversalfalten mit Achsenrichtungen mehr oder weniger W—E dürften gleichzeitig mit der Hauptfaltung entstanden sein, ebenso wie Aufwölbungen oberhalb synorogener Granite. Stellenweise ist ein Übergang der Transversalfalten in flache Wellungen zu beobachten. Weitere Einengungen während spätorogener Phasen führten zu ersten bruchhaften Deformationen — mehr oder weniger flachen Aufschiebungen und kleinen Verstellungen —, welche z. T. in postburundischen tektonischen Phasen reaktiviert wurden (s. o.).

### 3.2. Die Zone der Vulkanite des „Western Rift“

ist durch eine Ebene im südlichen Vorfeld der Kette der Zentralvulkane der Virunga gekennzeichnet, welche durch zahllose mächtige Lavaströme von eben diesen Zentralvulkanen und kleineren Satellitenkratern gebildet wurde. Diese Ebene weist eine schwache Neigung gegen S bzw. SE auf. Entlang von tektonischen Lineamenten, Störungen oder Fissuren aufgereiht sitzen oft Reihen mehr oder weniger mächtiger Kegel von Parasitär- oder Satellitenkratern, welche — wie es für den Virunga-Vulkanismus typisch ist — nach Erlöschen des zugehörigen zentralen Vulkans gebildet wurden und meist nur für kurze Zeit hauptsächlich Aschenmaterial und vereinzelt auch Laven gefördert haben. Sie repräsentieren zahllose Vorkommen des für Spezialzementherstellung verwendbaren Puzzolanes. In der Gegend von Kanama, NE der Stadt Gisenyi, konnten solche Satellitenkrater entlang von Störungen auch noch bis tief in den Randbereich des präkambrischen Sockels beobachtet werden (Tafel I).

Nördlich und NE von Gisenyi ragen die Kuppen einzelner entlang des Grabens abgesunkener Bruchstaffeln des Grundgebirges aus dem Lavafeld. Die meisten davon sind aber mit einer oft nur wenig mächtigen Schicht vulkanischen Materials bedeckt.

Genetisch sind die Vulkanite von N-Kivu (Gisenyi — Virunga) und die von S-Kivu (Cyanguu — Bukavu) sowie der Kivu-See selbst mit der Bildung des

westlichen Abschnittes („Western Rift“) des Ostafrikanischen Grabenbruchsystems verbunden. Im Gegensatz zu anderen Bereichen mit einer meist sehr starken Absenkung des Grabens in Uganda (z. B. Mobutu-See) oder in Burundi — Tanzania (Tanganyika-See) stellt die Kivu-See-Region, wie schon früher erwähnt, eine junge Aufwölbungszone, hervorgerufen durch das aufdringende Magma, innerhalb des Riftsystems dar. Ähnliche Aufwölbungen sind auch aus dem Teilbereich des Edward-Sees, aus S-Tanzania und N-Malawi bekannt (B. C. KING, 1970).

Während der Beginn des heute noch aktiven Vulkanismus der Virunga (z. B. Vulkan Nyaragongo und Nyamuragira im Zaire) wahrscheinlich erst im Tertiär anzusetzen ist, sind auf Grund von Altersbestimmungen die z. T. basaltischen bis trachytischen Laven der S-Kivu-Region nach mündlicher Mitteilung von J. M. FRAUTSCHI, einem langjährigen Schweizer Mitarbeiter des Service Géologique du Rwanda, in die Zeit Oberkreide bis Tertiär einzustufen. Das heißt aber, daß die Rift-Bildung und die vulkano-tektonischen Vorgänge um die Aufwölbung der Kivu-See-Zone schon vor der Oberkreide eingesetzt haben müssen. Nach R. B. MCCONNELL (1977) und F. DIXEY (1946) und anderen Autoren fanden Riftbewegungen schon im Jura statt. Geht man von der allgemein anerkannten Voraussetzung aus, daß „rift formation“ und „ocean floor spreading“ überregional in Zusammenhang stehen, dann könnte die Bildung eines westlichen Protorifts im oberen Jura bis früher Kreide angesetzt werden, einer Epoche erhöhter Aktivität im Bereich des mittelatlantischen Rückens, wie paläomagnetische Untersuchungen von M. B. STEINER (1975) und anderen ergeben haben.

#### 4. Mineralogie und Petrographie

##### 4.1. Die Burundischen Metasedimente

###### 4.1.1. Stratigraphie der Burundischen Metasedimente

Die Beobachtung der lithologischen Abfolge im Feld und die petrographische Probenuntersuchung ergaben im bearbeiteten Gebiet ein äußerst buntes Bild von Mineralparagenesen verschiedener Metamorphosegrade bzw. wiederholter metamorpher Überprägung (Polymetamorphose im Sinne von W. P. DE ROEVER & H. J. NIJHUIS 1963, und C. FELIX, 1972 und 1975) der sonst so eintönigen burundischen Sedimentabfolge. Sieht man, um eine stratigraphische Einstufung und einen Vergleich mit der Sedimentabfolge Ost-Rwandas durchführen zu können, von den verschiedenen Stadien der Gesteinsumwandlung ab, so ergibt sich für die Region Gisenyi vom Liegenden zum Hangenden eine Schichtabfolge von einem mächtigen Paket von Peliten mit sandigen Zwischenlagen und einer Einlagerung basischer Eruptiva, einer mehr oder weniger mächtigen Bank eines Quarz-Arenits mit vereinzelt dünnen pelitischen Zwischenlagen, einer weiteren mächtigen Abfolge im wesentlichen pelitischer Gesteine mit zunehmend reichem Anteil an organischer Substanz (Graphit). Darauf folgen wieder eine mächtige Sandsteinbank und pelitische Schiefer. Während der tiefere Teil dieser Schichtfolge im SW und im gesamten N des Untersuchungsgebietes beobachtet wurde, findet sich der stratigraphisch höhere Abschnitt fast ausschließlich im SE

(Region von Lutsiro) (s. Tafel I.). Auf Grund eines eingehenden Vergleichs mit anderen Gegenden Rwandas (z. B. NE-Rwanda, SE-Rwanda, Gatumba-Ruhengeri) konnte die Gesteinsserie von Gisenyi dem Unteren Burundien („Untere Serie“) zugeordnet werden. Der unterschiedliche Metamorphosegrad zwischen E- und W-Rwanda erschwerte diese Aufgabe beträchtlich. Die Zuordnung zur „Série Inférieure“ paßt — sieht man von lokalen Faciesunterschieden ab — gut in das von J. GERARDS & J. LEPERSONNE (1964, p. 18—19) beobachtete lithologische Schema (von oben nach unten):

- „26 phyllitische Schiefer
- 25 Quarzit von Mulindi
- 24 schwarze bis graue Phyllite, im Hangenden oft stark graphitisch, selten Arenite
- 23 Sandsteine und Quarzite
- 22 Phyllite und schwarze bis grau-blaue Schiefer
- 21 Quarz-Phyllite, gebändert, grau bis schwarz, mit Pyrit
- 20 Quarzit von Nduba
- 19 Phyllite und Quarz-Phyllite
- 18 Sandsteine und Quarz-Phyllite
- 17 Schiefer und Phyllite, selten Sandsteine
- 16 Quarzit von Mahaza und Schiefer mit sandigen Zwischenlagen
- 15 Schiefer und Phyllite, selten mit Sandstein . . .“

Das Liegende des Quarzits von Nduba ist im Raum Gisenyi auf Grund der Einlagerung von „Roches Vertes“, metamorphen basischen Eruptiva, deutlich erkennbar. Im mehr oder weniger kompletten Zusammenhang konnte obige Serie aber nur an einer Stelle, im NW der Mission Murunda, beobachtet werden. Die Serie der graphitischen Schiefer und Quarzite im SE des Arbeitsgebiets stimmt mit der Abfolge 21—26 nach J. GERARDS & J. LEPERSONNE (1964) überein, dem Niveau des Quarzits von Mulindi.

#### 4.1.2. Petrographie und Metamorphose der Burundischen Metasedimente

Der Metamorphosegrad der Vergleichsgesteine aus E-Rwanda wie auch der bei J. GERARDS & J. LEPERSONNE beschriebenen und oben zitierten Abfolge entspricht im wesentlichen dem einer epizonalen Regionalmetamorphose, welche wohl den gesamten Raum des burundischen Orogens erfaßt hat. Das Produkt dieser ersten Gesteinsumprägung waren Sericit-Phyllite, Phyllite, Graphit-Phyllite, Quarz-Phyllite, Sericit-Quarzite, Sericit-Chlorit-Schiefer und Quarzite. Im E Rwandas blieben diese Gesteine mit Ausnahme mehr oder weniger schmaler Kontaktzonen um Granitintrusionen (z. B. Mutara — Gatsibo, H. KLOB, 1976 a und 1976 b) in der Form epizonaler kristalliner Schiefer erhalten. Im Kontaktbereich ist in denselben Schiefen zusätzlich Quer-Muscovit und/oder -Biotit, vereinzelt Granat und selten (in Graphit-Phylliten von z. B. W von Kibungo) Chistolith zu beobachten. Mineralparagenesen einer allgemeinen schwachen Regionalmetamorphose wurden lokal von einer (oder mehreren)

Phase(n) der Kontaktmetamorphose überprägt. Das makroskopische Gesteinsbild wurde dabei oft nicht verändert.

Im bearbeiteten Gebiet von Gisenyi und der Crête Zaire-Nil konnten die detaillierten petrographischen Analysen wesentlich kompliziertere Rekrystallisationsverhältnisse, eine graduelle Abfolge von epi- bis katazonalen Mineralparagenesen nachweisen. Es handelt sich dabei aber nicht um eine zonare Abfolge, sondern um ein Nebeneinander in ein und dem selben Gesteinsverband. Dieses Nebeneinander verschiedener — zusammen instabiler — Mineralvergesellschaftungen, wie z. B. in der Probe 590, einem Quarz-Muscovit-Biotit-Glimmerschiefer mit Chlorit, z. T. sericitisiertem Staurolith, Cordierit und Disthen, ist typisch für die Region und ihre geologischen Verhältnisse und Vorgänge. Diese sind speziell im Unteren Burundien von einer Intrusionsabfolge zahlreicher früh-, syn-, spät- und postorogener Granite gekennzeichnet. Dem thermischen Einfluß dieser Granite — insbesondere der früh- bis synorogenen — ist zum Großteil die wiederholte Neubildung einzelner Mineralphasen bei nur teilweiser Auflösung vorher und unter anderen PT-Bedingungen entstandener zuzuschreiben. Es können sowohl fortschreitende (z. B. Bildung von Disthen und weiter von Sillimanit) als auch retrograde Metamorphose (z. B. Chloritisierung von Granat, Sericitisierung und Chloritisierung von Cordierit, Probe 316, etc.) beobachtet werden. Im Gelände festgestellte fließende Übergänge von Zonen hochgradig metamorpher kristalliner Schiefer in Zonen von oft gebänderten Para-, Augen und Mischgneisen (z. B. 370: Biotit-Disthen-Sillimanit-Gneis mit Quarz-Augen, 503: Bändergneis mit quarzreichen Lagen und solchen mit Mikroklin-Oligoklas-Andesin-Biotit-Muscovit-Granat, 511: Biotit-Granat-Gneis mit quarz-oligoklas-reichen Lagen, 519: Biotit-Muscovit-Cordierit-Paragneis, 530: Biotit-Granat-Cordierit-Paragneis etc.) deuten auf lokale Übergänge einer katazonalen Metamorphose zu einer Ultrametamorphose hin.

Bei der Bildung der Augengneise (z. B. 573, 603, 845 etc.) dürften aber auch Vorgänge der Granitisation durch Metasomatose in lokalem Ausmaß eine Rolle gespielt haben. V. E. VERNON-CHAMBERLAIN & N. J. SNELLING (1972) beschreiben in ihrer Arbeit über Granite in SW-Uganda zwei Phasen, welche die Metasedimente des Karagwe-Ankole-Orogens, dem Anschlußstück des Burundien im Norden Rwandas, erfaßt haben. Phase 1. erzeugte die Schieferung der Gesteine, die Phase 2. führte zum Wachstum von Mikroklin-Porphyroblasten im Nahbereich der SW-ugandischen Granitdome. Auch in Rwanda, in der Region von Gisenyi, läßt sich ähnliches feststellen, nur mit dem Unterschied, daß die Schieferhülle der großen Granit-Gneis-Dome, welche in SW-Uganda und auch in E-Rwanda von der Erosion freigelegt sind, im Bereich der Crête Zaire-Nil zum allergrößten Teil erhalten geblieben ist. Der Phase (1) der Schieferung SW-Ugandas entspricht die Phase von Schieferung und epizonaler Regionalmetamorphose, der zweiten die Intrusion früh- bis synorogener Granite in die Kerne der burundischen Antiklinorien — u. a. auch im Raum der Crête —, verbunden mit thermischen bzw. kontaktmetamorphen und metasomatischen Veränderungen in der Schieferhülle.

Typisch für die kristallinen Schiefer des kartierten Gebietes ist auch die Tatsache, daß die Gesteine nach außen — makroskopisch — das Aussehen von z. B. Sericit-Phylliten bewahrt haben, während sie sich im Dünnschliffbereich unter dem Mikroskop als hochgradig metamorph erweisen.

Als eine weitere Art der Gesteinsveränderung kann man noch pneumatolytische bis hydrothermale Imprägnation der Schiefer, speziell am Pegnatit-Kontakt, beobachten (z. B. 85, 433 und 930); stellenweise tritt auch eine starke Silifizierung auf (368, 369, 374, 412). Auch Turmalinisierung der Schiefer ist häufig.

Folgende Gruppen mit zunehmend höhergradigen Mineralparagenesen konnten auf Grund mikroskopischer Untersuchungen unterschieden werden (die Ziffern beziehen sich, wie oben, auf Probepunkte der Karte, Tafel I, siehe auch Anhang Probenliste):

Sericit-Phyllit (z. T. graphitisch): meistens mit Quer-Muscovit (234, 241) oder Quer-Biotit (345, 350), fallweise mit Granat (392) und Granat-Staurolith (854);

Graphit-Phyllit mit Chistolith (205), mit Quer-Biotit (77) oder mit Quer-Biotit und -Muscovit (853);

Sericit-Quarzit (949) mit Xenoblasten von Albit (98), z. T. graphitisch mit Quer-Biotit (849, 877) oder Quer-Biotit und -Muscovit (108);

Quarz-Phyllit mit Biotit (852); Talk-Schiefer (559);

Sericit-Muscovit-Glimmerschiefer (670, 672) mit Turmalin (663) und dünnen Lagen reich an Biotit und Chlorit (684);

Muscovit-Chlorit-Quarz-Schiefer (659);

Muscovit-Glimmerschiefer (302, 903) mit Turmalin (103, 201, 298, 348), mit Quer-Biotit bzw. dünnen Biotit-Zwischenlagen (292, 327, 350) oder selten mit Granat (348);

Muscovit-Biotit-Glimmerschiefer (233, 382, 478), vereinzelt mit Turmalin (83, 538), z. T. sehr quarzreich (73, 196);

Muscovit-Biotit-Quarzit (81, 395, 625, 632, 638), vereinzelt mit Plagioklas und Epidot (505);

graphitische Granat-Muscovit-Schiefer (mit Turmalin) (204);

Quarz-Granat-Muscovit-Schiefer (219, 295, 328, 343, 421) mit Turmalin (119, 218, 232, 420), mit Biotit (135), Biotit und Epidot (290) oder Biotit-Chlorit (393); der Granat der Probe 295 zeigt deutliches Rotationsgefüge;

Granat-Muscovit-Biotit-Schiefer (67, 82, 127, 130, 207, 312, 631, 447); in der Probe 127 ist der Biotit nestförmig angeordnet.

Die eine mittel- bis hochgradige Metamorphose anzeigenden Minerale Cordierit, Staurolith, Disthen und Sillimanit kommen oft mit Granat, Biotit, Muscovit und Chlorit, vergesellschaftet auf kleinstem Raum, in den Glimmerschiefern vor. Im folgenden sollen Beispiele von in Dünnschliffen beobachteten Paragenesen angeführt werden:

### Cordierit:

- Muscovit-Biotit-Cordierit (95 — Cord. verändert, 197 — mit Pinit);
- Biotit-Granat-Cordierit (530);
- Wechsellagerung von Biotitlagen mit Lagen von Quarz-Cordierit (-Muscovit-Chlorit)-Granat-Andesin (322);
- Quarz-Biotit-Muscovit-Cordierit-Staurolith-(Nester von Sericit-Muscovit)-Mikroklin (732);
- Quarz-Muscovit-Biotit(-Chlorit)-Staurolith(-Chlorit-Sericit)-Cordierit (in Nestern)-Disthen (590);
- Quarz-Biotit-Muscovit-Cordierit(-Chlorit)-Granat(-Chlorit) mit Flecken von Chlorit-Disthen-Sillimanit (316);
- Quarz-Biotit-Chlorit-Cordierit-Andesin-Disthen-Sillimanit (311).

### Staurolith:

- Quarz-Muscovit-Staurolith (299, 300);
- Quarz-Biotit-Muscovit-Staurolith (391);
- Muscovit-Sericit-Biotit (in Nestern)-Quarz-Staurolith (244), mit Chlorit (254);
- Muscovit-Staurolith (z. T. phyllitisch) (396, 397, 590, 692);
- Quarz-Muscovit-Granat-Staurolith (228);
- Quarz-Muscovit-Biotit-Granat-Staurolith (224, 699);
- Quarz-Chlorit-Biotit-Granat-Staurolith (662);
- Quarz-Chlorit-Biotit-Muscovit-Staurolith-Disthen (319);
- Quarz-Biotit-Granat-Staurolith-Sillimanit (124);
- Quarz-Muscovit-Sericit-Staurolith-Sillimanit (215);
- Die Probe 854 (Sericit-Phyllit mit Granat-Staurolith-Biotit zeigt deutlich Granat, umschlossen von porphyroblastischem Staurolith.

### Disthen und Sillimanit (siehe auch oben):

- Quarz-Biotit-(Chlorit)-Disthen-Sillimanit (309);
- Quarz-Biotit-Muscovit-Sillimanit (116), mit Disthen (199), mit Biotit in Nestern (506);
- Muscovit-Biotit-Disthen-Sillimanit (494);
- Quarz-Biotit-Staurolith-Disthen-Sillimanit (104, 118);
- Biotit-(Chlorit)-Granat-(Chlorit)-Disthen-Sillimanit (296);
- Chlorit-Granat-Sillimanit (509);
- Quarz-Biotit-Muscovit-Granat-(in Nestern)Disthen-Sillimanit (479);
- Lagen von Biotit-Quarz-Muscovit mit Nestern von Biotit-(Chlorit)-Sillimanit-Disthen (315);
- Lagen von Quarz und Muscovit mit rotierten Nestern von Chlorit-Disthen-Sillimanit (389);
- Quarz-Biotit-Titanit-Epidot-Staurolith-(in Nestern)Disthen-Chlorit-Sillimanit (206, 294);
- Lagen von Quarz-Muscovit-Sericit, Quarz, Biotit-(Chlorit)-Granat-(Chlorit)-Disthen-Sillimanit (308);
- Sillimanitschiefer mit Biotit-Muscovit-Disthen (517);
- Quarz-Muscovit-Biotit-Schiefer mit Linsen von Quarz-Disthen-Sillimanit (558);

monomineraler Sillimanitschiefer (596);

Quarz-Biotit-Disthen (706).

Die metamorphen Äquivalente arenitischer Ausgangsgesteine sind je nach ursprünglicher Zusammensetzung reine Quarzite (fein- bis grobkörnig) (99, 126, 363, 374, 641, 693, 700, 902) oder enthalten akzessorisch oder als Nebengemengteil je nach Metamorphosegrad Muscovit (133, 415, 611, 822) und Turmalin (306, 310), Muscovit-Biotit (612, 632), Granat (202, 208, 461, 811), Muscovit-Biotit-Granat (223, 307), Muscovit-Granat-Stauroolith (318), Biotit-Plagioklas (579), Biotit-Disthen (586), Disthen (910). Andere Akzessorien des Quarzits können Pyrit und/oder Hämatit (482, 624, 629, 717, 936, 947) sein.

## 4.2. Magmatische Gesteine

### 4.2.1. Basische Orthogesteine

Die „Roches Vertes“ (Grüngesteine) oder „Dolerite“, wie sie nach J. GERARDS (1965), V. PETRICEC (1966) u. a. genannt werden, sind metamorph veränderte, basische Eruptiva, welche als syngenetisch mit den Metasedimenten des unteren Abschnitts der „Série Inférieure“ des Burundien anzusehen sind. Sie treten als mehr oder weniger mächtige Einlagerung — z. T. in Form großer Linsen — in der kristallinen Schiefer-Serie im Liegenden des Quarzits von Nduba auf. Im folgenden soll aber mehr auf die petrographischen Ergebnisse als auf die Genese dieser Gesteinsgruppe, welche ausführlich in einer weiteren Arbeit (H. KLOB, 1979) behandelt wird, eingegangen werden.

Von den insgesamt 113 petrographisch untersuchten Proben von „Roches Vertes“ waren 58 mehr oder weniger feinkörnige, z. T. stark geschieferte Amphibolite mit granoblastischer Textur, mit Hornblende, Plagioklas (Oligoklas-Labradorit) und oft reichlich Titanit und opakem Erz (z. B. 102, 134, 654 etc.). In der Probe 371 konnte primärer Pyroxen reliktmäßig neben Hornblende und Biotit beobachtet werden. Häufig ist eine Veränderung durch Stoffzufuhr, wie z. B. eine Silifizierung (380, 520, 685, 817 etc.) oder eine Aktinolithisierung der Hornblende (660, 691) bei gleichzeitiger Silifizierung (696) gefunden worden. Bei zwei Proben (113, 551) konnte Granat (rosa-rot) nachgewiesen werden.

47 Proben zeigten einen von der primären Textur her porphyrischen Amphibolit mit Einsprenglingen bzw. porphyrischen Relikten von deutlich zonarem Labradorit-Andesin in einer meist fein- bis mikrokristallinen Matrix aus grüner Hornblende und Oligoklas-Labradorit. Die Probe 815 enthielt Körner von Cordierit in der Matrix. Als Akzessorien treten Titanit, Apatit, Zirkon, Biotit, Klinozoisit-Epidot, Quarz, Calcit und in der Probe 704 auch Chalcopyrit in Form kleiner Tropfen in den Mineralzwischenräumen auf. Eine Aktinolithisierung wurde beim porphyrischen Amphibolit-Typ nur selten (682) beobachtet.

Acht weitere Proben mit den Hauptgemengteilen Pyroxen (Diopsid) und interstitialem Labradorit-Bytownit (120, 125, 488, 542) konnten zu einer dritten Gruppe innerhalb der basischen Eruptiva zusammengefaßt werden. Die Proben 543 und 900 zeigen hydrothermale Veränderungen mit zusätzlichen Gemengteilen von Quarz, Mikrolin und Klinoamphibol; das Gestein der Probe 636 ist stark silifiziert. Die Probe 951 enthält neben Diopsid Olivin und Apatit in einer dichten, feinkristallinen Matrix, der basische Plagioklas fehlt vollständig.

Im Gelände sind die drei oben beschriebenen Gesteinstypen meistens in ein und demselben Gesteinsverband zu beobachten. Die synkordanten Amphibolite haben im allgemeinen einen zonaren Aufbau. Amphibolite mit porphyrischen Texturen im Kern der Gesteinskörper gehen zum Kontakt mit den Sedimentgesteinen in die feinkristallinen, massigen bis stark geschieferten Amphibolite über. Die pyroxen-reichen, in der chemischen Zusammensetzung wohl auch etwas basischeren Gesteinsproben stammen aus vereinzelt in den Amphibolit-Körpern steckenden, meist nur gering mächtigen Linsen und Knollen. Sie repräsentieren wahrscheinlich die von der polyfaziellen Metamorphose am wenigsten veränderten Gesteinspartien der im Unteren Burundien synsedimentär entstandenen Eruptiva. Der feinkörnige Typ hingegen wurde als randliche Fazies am stärksten den verschiedenen Einflüssen geologischer Vorgänge in den umgebenden Gesteinen ausgesetzt. Es scheint, daß durch die randliche Fazies eine Art „Filterung“ der verschiedenen Rekrystallisationsbedingungen stattgefunden hat, wodurch der porphyrische Gesteinstyp und erst recht die Linsen gabbroiden bis peridotitischen Materials wesentlich weniger und schwächer verändert wurden. Im porphyrischen Typ kann man daher zwar die Umwandlung des primären Pyroxens in grüne Hornblende und oft eine teilweise Zersetzung des intermediären bis basischen Plagioklases beobachten, eine Schieferung zum Beispiel aber nur in den seltensten Fällen. Die Umwandlung Pyroxen—Hornblende ist wahrscheinlich der Regionalmetamorphose zuzuschreiben. Der zonare Aufbau der Gesteinskörper und ihre mineralogische und chemische (vgl. H. KLOB, 1979) Zusammensetzung lassen darauf schließen, daß diese in der Form submariner (tholeiit-)basaltischer Laven im Unteren Burundien entstanden sind.

#### 4.2.2. Granitische Intrusionen

In Übereinstimmung mit J. GERARDS & D. LEDENT (1970) konnte auch in der Region Gisenyi eine Abfolge von früh- bis synorogenen, spätorogenen und postorogenen Granitintrusionen festgestellt werden. Nach der Art der Intrusion lassen sich konkordante und diskordante Granite unterscheiden.

Die früh- bis synorogenen Granite, welche den Kern der großen Aufdomungen (Antiklinorien) des burundischen Orogens bilden (E-Rwanda, Bugesera etc.), sind der Gruppe der synkordanten Intrusionen zuzuordnen. Im Raum der Crête Zaire-Nil sind sie, wenn überhaupt, nur im äußersten Dachbereich aufgeschlossen, d. h., im wesentlichen ist nur die Zone des Kontakts der stark vergneisten fein- bis mittelkörnigen Granite mit der Schieferhülle zu betrachten. Diese Zone enthält alle Übergänge von ultrametamorphen, granitisierten, katabis epizonal thermisch überprägten bis metasomatisch veränderten kristallinen Schiefen (z. B. Mischgneise, gebänderte Paragneise, Augengneise, Disthen-Sillimanit-Glimmerschiefer, Granatglimmerschiefer, Biotit-Muscovit-Schiefer etc., vgl. Kap. 4.1.1. und 1.2.).

Der Kategorie der diskordanten Granitintrusionen sind die spät- und postorogenen Granite und ihre pegmatitische und hydrothermale Ganggefolgschaft zuzuordnen. Die spätorogenen Granite enthalten vorwiegend Biotit und untergeordnet Muscovit, Quarz, Oligoklas und Mikroklin (z. B. 55, 57, 65, 68, 69, 71, 513, 514, 544, 584, 601, 669, 673, 938). Akzessorien sind im wesentlichen Apatit

und Zirkon. Vergneiste Partien im Gesteinsverband dieser Granite sind häufig (z. B. 70, 72, 525, 528, 529, 607). Die Schieferung ist einer spättektonischen Phase der burundischen Orogenese zuzuschreiben. Eine pegmatitische Gangfolge fehlt den spätburundischen Graniten fast vollständig.

Die postburundischen Granite sind durch den Mineralbestand Quarz, Mikroklin, Oligoklas (und Albit), Muscovit und akzessorischen Apatit, Zirkon und vereinzelt Biotit und Turmalin gekennzeichnet. Ihre Ausbildung zeigt häufig Übergänge von einer grobkörnigen granitischen zu einer pegmatitischen Textur. Sie durchschlagen in diskordanten Stöcken oder Gängen die Metasedimente bzw. oben erwähnte, ältere Granite. Es ist ihnen eine ausgeprägte pegmatitische bis hydrothermale Phase zuzuordnen, welche zur Bildung der Cassiterit-, Columbit-, Wolframit- und anderer Minerallagerstätten in Rwanda und im besonderen im Raum Gisenyi geführt hat (vgl. J. GERARDS & D. LEDENT, 1970).

#### 4.2.3. Magmatische Ganggesteine

Neben den bisher beschriebenen magmatischen Gesteinen konnte in der Umgebung des Colline Gashasho im Süden der Commune Kanama bei Gisenyi im Zuge der Detailkartierungen ein auf Grund seines Mineralbestandes — Mikroklin, blaue Alkalihornblende und akzessorisch Quarz und Apatit (Probe 476) — aus dem Rahmen der burundischen Gesteinsabfolge fallendes magmatisches Gestein beobachtet werden. Nach der Mineralzusammensetzung handelt es sich um einen Alkali-Syenit, welcher stockförmig an einer Störungszone in den kristallinen Schiefern des Unteren Burundien auftritt. Die chemische Zusammensetzung und der normative Mineralgehalt ist in folgender Tabelle wiedergegeben:

SiO <sub>2</sub>	64,84 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>		
TiO <sub>2</sub>	0,20 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>		
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16,44 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	Il	0,3
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,61 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	Or	64,3
MnO	0,03 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	Ab	25,6
CaO	0,43 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	An	0,2
Na <sub>2</sub> O	2,83 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	Di	1,5
K <sub>2</sub> O	10,54 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	Hy	4,4
H <sub>2</sub> O <sup>+/-</sup>	2,06 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	Q	3,7
	100,12 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>		100,0

Die chemische Analyse zeigt eine deutliche K-Betonung des Gesteins, welche mineralogisch im hohen Mikroklin-Gehalt zum Ausdruck kommt. Der Na-Gehalt und wahrscheinlich ein kleiner Teil des K muß der blauen Hornblende zugeschlagen werden.

Das stockartige Auftreten des Alkali-Syenits im relativ grabennahen Bereich an einer jungen Störungszone läßt einen genetischen Zusammenhang zwischen der Intrusion dieses Gesteins und den jungen tektonischen Vorgängen der Bildung des „Western Rift“ vermuten. Ähnliche Alkaligesteine sind im Verband mit Karbonatiten aus anderen Randzonen des Ostafrikanischen Grabenbruchsystems (z. B. Lueshe — Zaire, Burundi, Tanzania, Uganda) bekannt.

### 4.3. Mineralisationen und Lagerstätten

#### 4.3.1. Metallische Rohstoffe

Die metallischen Erze (Ilmenit, Cassiterit, Columbit, Wolframit, Beryll und Gold), welche im kartierten Bereich der Crête Zaire-Nil gefunden werden können, sind im Zusammenhang mit magmatischen Vorgängen entstanden. Linsen oder wenig mächtige Gängchen von Ilmenit, wie sie seit langem aus der Gegend von Gatumba — Ruhengeri und in letzter Zeit aus dem NW der Mutara (NE-Rwanda) bekannt geworden sind, scheinen genetisch eng mit den „Roches Vertes“ verbunden. An die posttektonischen Pegmatite sind die Minerale Cassiterit, Columbit, Beryll und im geringen Maß Wolframit gebunden. Besonders reich an diesen Pegmatiten ist der Bereich von Lutsiro-Giciye-Sebeya. Der Hauptanteil der Wolfram-Produktion der Region und ein Teil des Cassiterits stammen aus hydrothermalen Quarz-Erz-Gängen, speziell um Lutsiro. Hydrothermalen Ursprungs dürfte auch das in geringen Mengen in Alluvionen auftretende Gold sein. Primäre Lagerstätten sind bisher in diesem Raum nicht bekannt geworden.

Mit Ausnahme des Ilmenits werden alle anderen erwähnten Erze in der Region abgebaut. Eine detaillierte Beschreibung und bibliographische Hinweise hinsichtlich einzelner Erzvorkommen und Lagerstätten finden sich bei P. CORMINBOEUF (1967—68) und (1969 b), A. SLATKINE (1966) und (1967—68) und N. VARLAMOFF (1950) und (1955).

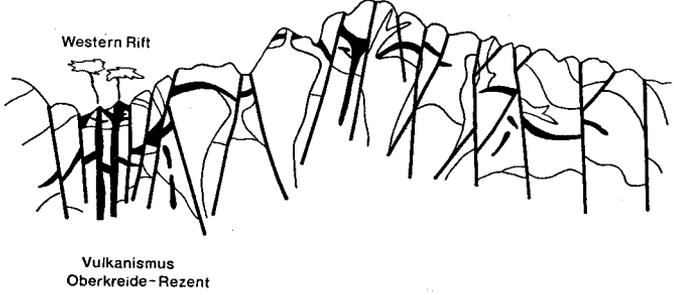
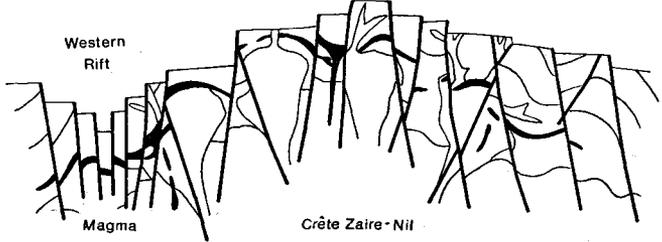
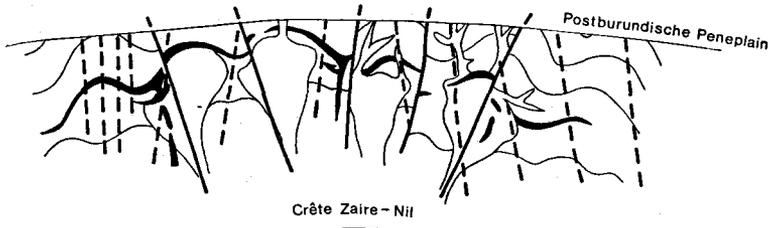
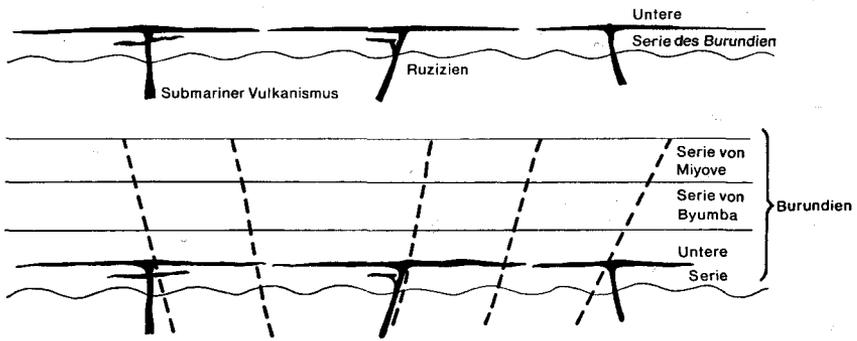
#### 4.3.2. Nichtmetallische Rohstoffe

Als eventuell abbauwürdige Industriemineralien kommen großblättriger, klarer Muscovit und Disthen aus Disthen-Quarzit, als Bausteine einzelne Quarzite und Amphibolite in Frage.

## 5. Ergebnisse

Eine Zusammenfassung aller zur Herstellung der geologischen Karte von Gisenyi gemachten Beobachtungen und deren Ergebnisse läßt sich am besten an Hand der Abb. 3, schematischen Profilen vom „Western Rift“ im W bis zum E-Rand der Crête Zaire-Nil durchführen. Fünf Phasen wichtiger geologischer Ereignisse können festgestellt werden:

Abb. 3. Schema-Profile WE der kartierten Region Gisenyi: Geologisch-tektonische Entwicklung. 1. Burundisches Geosynklinalstadium mit submarinem tholeiitischem Vulkanismus im frühen Unteren Burundien; 2. Abschluß des Burundischen Synklinalstadiums; 3. Burundische Orogenese mit früh- bis syn-, spät- und postorogenen Granitintrusionen (Granite, Pegmatite und hydrothermale Gänge) und lokalen Granitisationen; erste Aufwölbung (Antiklinorium) im Bereich der heutigen Crête Zaire-Nil (Hauptfaltenachsen  $\pm$  N-S); 4. Einebnung des Burundischen Orogens bis spätestens zu Beginn der Oberkreide, Einsetzen der bruchtektonischen Vorgänge zur Bildung des Western Rift (Protorift); 5. a) Absinken der Grabenzone des Western Rift und Hebung der benachbarten Schollen im Osten im Bereich der Crête Zaire-Nil, b) Aufsteigen von Magma aus tiefen Krustenbereichen und Aufwölbung der Grabenzone im Raum Kivu-See; 6. Durch die Aufwölbung bedingt weiterhin Bewegung der einzelnen Bruchschollen des Präkambrischen Sockels und Entstehung neuer Bruchsysteme z. T. diametral zu den bestehenden N-S- bzw. SW-NE-Staffelbruchsystemen; sukzessive Entstehung der vulkanisch aktiven Zonen von S-Kivu und Virunga, Aufstauung des Kivu-Sees.



- Phase 1:** Einsetzen der burundischen Sedimentation über dem älteren Ruzizien — erste magmatische Aktivität durch submarinen tholeiitischen Vulkanismus im Unteren Burundien (ältere „Série Inférieure“) während des Geosynklinalstadiums (Profil 1) — gleichzeitig mit zunehmender Mächtigkeit der burundischen Sedimente Absenkung und epi- (bis meso-) zonale Regionalmetamorphose speziell der Gesteine der „Unteren Serie“ — Abschluß des Geosynklinalstadiums (Profil 2).
- Phase 2:** (Profil 3) Burundische Orogenese mit der Abfolge von früh- bis syn-, spät- und postorogenen Granitintrusionen mit ihren Pegmatiten und hydrothermalen Gängen — z. T. mehrfache Überprägung der regionalmetamorphen Schiefer durch eine epi- bis katazonale Kontaktmetamorphose, welche im direkten Kontaktbereich mit den synkordant intrudierten früh- bis synorogenen Graniten in Formen der Ultrametamorphose bzw. Palingenese übergehen kann — Entstehung des Antiklinoriums im Bereich der Crête Zaire-Nil, untergliedert in kleine Syn- und Antiklinalstrukturen mit Hauptachsenrichtung  $\pm N-S$ .
- Phase 3:** Einebnung des burundischen Orogens (Profil 4) — Ende Jura-Beginn Kreide Einsetzen der bruchtektonischen Vorgänge zur Bildung des „Western Rift“.
- Phase 4:** a) Absinken der Grabenzone (Prototrifft) und Hebung der benachbarten Schollen im E (Horstbildung) an NS und NE-SW-Staffelbruchsystemen (Profil 5),  
b) Aufsteigen von Magma aus tiefen Krusten-Mantel-Bereichen und Aufwölbung des Grabenbereichs um den Kivu-See.
- Phase 5:** (Profil 6) Durch die Aufwölbung weitere Bewegung der einzelnen Bruchschollen und Entstehung neuer Bruchsysteme, z. T. diametral zu den bestehenden Staffelbruchsystemen — sukzessive Entwicklung der vulkanisch aktiven Zonen von S-Kivu und allmähliches vollständiges bzw. teilweises Erlöschen des Vulkanismus — Talumkehr durch Herausheben und Verkippen einzelner Bruchschollen und Aufstauung des Kivu-Sees durch die Laven im N und S — Entwicklung des heutigen äußerst akzentuierten Reliefs.

# Teil B: Geologie und Tektonik der Nyabaronga-Mukungwa-Talsenke zwischen Gatumba und Ruhengeri, Nord-Rwanda

(Ergebnisse einer photogeologisch-tektonischen Untersuchung)

## Zusammenfassung

Ein 55 km langer und 12,5 km breiter Abschnitt der Nyabaronga-Mukungwa-Talsenke in der Präfektur Ruhengeri/N-Rwanda wurde geologisch und photogeologisch untersucht und eine geologisch-tektonische Karte im Maßstab 1 : 50.000 hergestellt. Die Zone reicht vom Sn-Bergbauzentrum Gatumba im Süden bis nördlich der Stadt Ruhengeri.

Die Studie konnte eine N-S-verlaufende grabenartige Absenkung entlang von N-S-streichenden Staffelbrüchen zwischen den Ausläufern der Crête Zaire-Nil im Westen und dem Synklinalmassiv von Ndiza im Osten nachweisen. Durch die Auf- bzw. Abschiebungen in dieser schon im Präkambrium vorgezeichneten Absenkungszone entstand parallel zum heutigen „Western Rift“ des Ostafrikanischen Grabenbruchsystems und wahrscheinlich gleichzeitig mit diesem ein „Protorift“. Eine Schichtwiederholung in einzelnen Bruchstufen im westlichen Faltschenkel der Synklinale von Ndiza ist die Folge. Eine spätere Ausweitung des „Western Rift“ führte zu einer Einengung und zu einer Verkippung der ursprünglich nach E einfallenden Schichtpakete.

Bruchsysteme mit vorwiegend W-E- und SW-NE-Richtung sind auf die Weiterentwicklung, NE-Ausweitung und das Auftreten des Vulkanismus (Virunga) des „Western Rift“ zurückzuführen. In ihnen fanden seitliche Verschiebungen und Verkippungen einzelner Schollen statt. Die Talinversion des Nyabarongo — dem ursprünglich nach N entwässernden Quellfluß des Nil — ist die Folge oben beschriebener Vorgänge.

## Abstract

This geological and photogeological study of a zone of 55 km to 12.5 km extending from the city of Ruhengeri in the North to the tin-mining center of Gatumba in the South with the depression of the Nyabaronga-Mukungwa-valley in the center comprises a geological-structural map 1 : 50,000 of the studied area.

A N-S trending rift like depression parallel to N-S faults en échelon between the eastern slope of the Crête Zaire-Nil in the West and the massif of the syncline of Ndiza in the East, which is followed by the rivers Nyabarongo and Mukungwa was observed. This protorift like structure with its faults en échelon formed parallel and most probably at the same time as the protorift of the western part of the East African Graben, the „western rift“. Parts of the metasediments, especially the layers of orthoamphibolite, of the lower „Série Inférieure“ of the Burundian appear repeatedly from W to E within the western limb of the syncline of Ndiza. The younger process of extension in the western rift led to a shortening and tilting of some of the tectonic blocs of metasediments changing the dip from originally eastward to vertical or westward.

Fault systems with mainly W-E and SW-NE trending directions originate in the further development, NE-extension and the volcanic activity (Virunga) of the western rift.

The inversion of the valley of Nyabarongo — one of the main sources of the Nil — originally directed to the North, is the result of the described tectonic processes.

## Résumé

L'aire d'une étude détaillée géologique et photogéologique dans la préfecture Ruhengeri/N-Rwanda comprend une zone de 55 km de longueur et de 12,5 km de largeur de la dépression des vallées Nyabarongo et Mukungwa. La carte géologique et tectonique qui fût établie s'étend du district de mines d'étain de Gatumba au Sud jusqu'à la ville de Ruhengeri au Nord.

L'étude photogéologique-tektonique a découvert une structure de fossé avec de failles en échelon d'une direction N-S entre les contreforts de la Crête Zaire-Nil à l'Ouest et le massif synclinale de Ndiza à l'Est. Cette structure est suivie par les rivières Nyabarongo et Mukungwa.

Ce fossé, déjà prédessiné par la tectonique précambrien s'est développé comme »protorift« en même temps et en direction parallèle à la branche occidentale du fossé de l'Afrique Orientale, le »western rift«. Les failles en échelon ont créé de l'Ouest à l'Est dans le flanc Ouest de la synclinale de Ndiza une répétition des unités lithologiques spécialement de l'orthoamphibolite de la base de la Série Inférieure Burundienne. Un resserrement de la zone par l'extension du »western rift« a produit un basculement des schistes d'une pente originale vers l'Est.

La genèse des systèmes de failles d'une direction préférée de W-E et SW-NE peut être attaché au développement continu, à l'extension NE et à l'ascension du magma volcanique de la Virunga dans le »western rift«.

L'inversion de la vallée de Nyabarongo — une des sources principales du Nil — avec un écoulement original vers le Nord est le résultat de si-decrits processus tectoniques.

## 1. Einleitung

Die photogeologischen Untersuchungen und geologischen Geländearbeiten für die vorliegende Abhandlung über die Tektonik der Zone der Nyabarongo-Mukungwa-Talsenke im nördlichen Rwanda wurden vom Verfasser in den Jahren 1976/77 am Service Géologique du Rwanda durchgeführt. Die Ergebnisse wurden 1977 in einem unveröffentlichten Bericht am Geologischen Dienst in Kigali/Rwanda niedergelegt (H. KLOB, 1977 c)

Zur Erstellung der tektonischen Karte 1 : 50.000 (Tafel II.) wurden die Luftbildserie RWA 71/517 con/4-37 (1974) und ältere Karten und Notizen aus dem Archiv des Service Géologique (A. BERTOSSA & V. PETRICEC, J. GERARDS, 1965) und der SOMIRWA (alle unveröffentlicht) sowie eigene Kartierungsunterlagen verwendet.

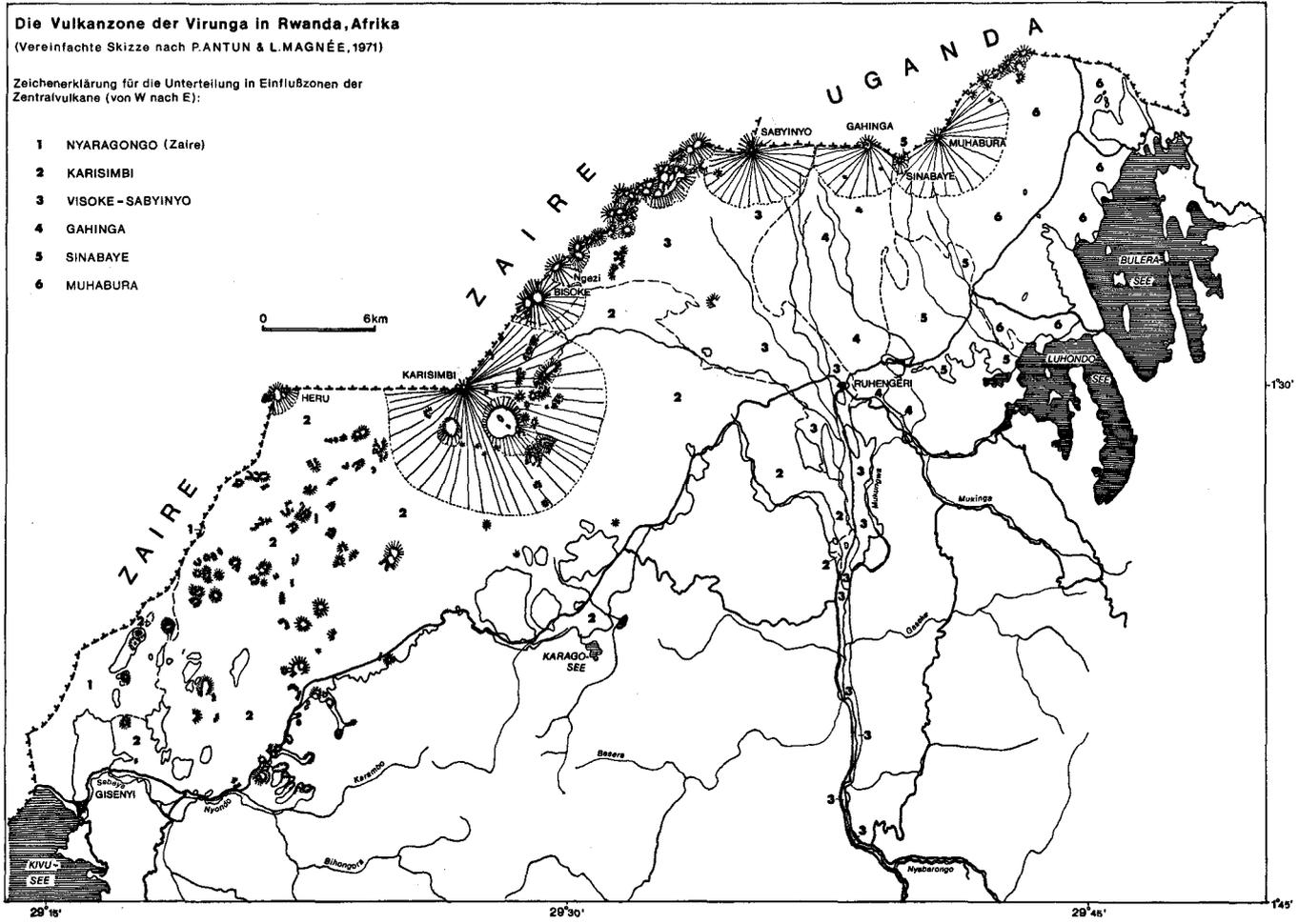
## 2. Geographie, Morphologie

Das 55 km lange und ca. 12,5 km breite Untersuchungsgebiet erstreckt sich entlang der Nyabarongo-Mukungwa-Talsenke von 1° 28' bis 2° südliche Breite und 29° 36' bis 29° 43' E von Greenwich. Es liegt im zentralen Bereich der Präfektur Ruhengeri/N-Rwanda. Im Süden schließt es den Hauptbereich der pegmatitischen Zinn-Provinz von Gatumba ein und reicht im Norden bis zur Stadt Ruhengeri.

Der morphologisch äußerst bedeutsame Talzug Nyabarongo-Mukungwa ist N-S-orientiert und liegt im Zentrum des Untersuchungsgebietes. Der südliche Teil dieses Talzuges, das Nyabarongotal, entwässert nach Norden, der nördliche Teil, das Mukungwatal, in Richtung Süden. An der Stelle der Einmündung des Mukungwa in den Nyabarongo ca. 25 km südlich von Ruhengeri ändert der Nyabarongo mehr oder weniger abrupt seine Fließrichtung von N nach E und wenig später SE. Der Grund für dieses Ablenken von der ursprünglichen, nach N gerichteten Entwässerung liegt in einer Talinversion im N, im Bereich des heutigen Mukungwa, welche durch die vulkanischen und tektonischen Vorgänge im Bereich des »Western Rift« (Abb. 4) — Zone der Virunga-Vulkane — hervorgerufen wurde.

Im Westen des z. T. durch steile Talflanken gekennzeichneten Nyabarongo-Mukungwa-Tales befinden sich die Ausläufer des Gebirges der Crête Zaire-Nil mit ihren ausgedehnten Granitintrusionen (vgl. Teil A). Im Osten erhebt sich ein Bergrücken mit Höhen bis zu 2000 m, genannt das Massiv von Ndiza.

Abb. 4. Die Vulkanzone der Virunga in Rwanda, Afrika (nach P. ANTUN & L. MAGNÉE, 1971).



Dank der ausgedehnten Bergbautätigkeit vor allem im Süden, im Bereich des Sn-Distrikts Gatumba, ist das Gebiet sehr gut zugänglich und die steil abfallenden Geländeformen, in die Berge eingeschnittene Verkehrswege und die Bergbaue selbst bieten gute Aufschlußverhältnisse.

Die Hauptverbindung zwischen den Präfekturen Ruhengeri und Gitarama (Mittel-Rwanda) verläuft zum Großteil entlang des Nyabarongo und Mukungwa. Soweit das Land noch unbewohnt und nicht kultiviert ist, findet man Grasland mit einzelnen Baum- und Buschgruppen und Eukalyptuswälder.

### 3. Geologischer Aufbau

Im Untersuchungsgebiet konnten drei lithologische Einheiten festgestellt werden (Tafel II.):

- a) Die Serie präkambrischer Metasedimente des Unteren Burundien mit Lagen basischer Intrusiva (Amphibolite),
- b) spät- und postorogene Granitintrusionen und ihre Pegmatite und
- c) vulkanische Laven der Virungakette (tertiär bis rezent).

A d a): Die stratigraphische Einordnung der präkambrischen Schiefer — einer mehr oder weniger monotonen Abfolge pelitischer und psammitischer Metasedimente — erfolgte mit Hilfe des geologisch und auch morphologisch bedeutsamen Leithorizonts im unteren Abschnitt der „Série Inférieure“ des Burundien, dem Quarzit von Nduba (frühere Benennung: Quarzit von Masimero nach J. GERARDS, 1965), der am östlichen Rand des Untersuchungsgebiets im Massiv von Ndiza zusammen mit jüngeren kristallinen Schiefen den Faltenkern einer Synklinale bildet (J. GERARDS, 1965). Der durchschnittliche Verlauf der Faltenachse liegt N-S bis NNE-SSW.

Diese Synklinallstruktur wird 25 km südlich von Ruhengeri tiefgreifend vom dort nach E abgelenkten Nyabarongotal unterbrochen, welches nach seinem Umschwenken einem System von W-E- und NW-SE-Störungen folgt.

In dem tektonisch sehr stark untergliederten Gebiet westlich der Synklinale von Ndiza (westlicher Faltenschenkel) tritt die unter dem Quarzit von Nduba liegende Serie pelitischer und arenitischer Schiefer mit den graphitischen Schiefen der Basis des Unteren Burundien („Untere Serie“) auf (J. GERARDS & J. LEPERSONNE, 1964, p. 19). Zwei bedeutsamere Bänder von Quarzit konnten in der relativ quarzitreichen Serie unterschieden werden. Es sind dies wahrscheinlich die stratigraphischen Äquivalente der Quarzite von Rutongo und Kizanze.

Im stratigraphischen Niveau dieser beiden Quarzite kann man häufig eine Lage, selten mehrere verschieden mächtige Linsen basischer Intrusiva in Synkordanz mit den umgebenden kristallinen Schiefen beobachten. Einzelne kleine Linsen dieser basischen Gesteine finden sich auch noch in etwas höheren stratigraphischen Horizonten am W-Abhang des Massivs von Ndiza. Die Frage der Genese und Zusammensetzung dieser Gesteine soll in einer weiteren Arbeit erörtert werden (H. KLOB, 1979).

A d b): Die (spät- und) postorogenen Granite treten nach J. GERARDS (1965, p. 38) in großen Massen vorwiegend im Westen im Bereich der Crête Zaire-Nil

(vgl. Teil A), in geringer Ausdehnung auch im untersuchten Gebiet in der Gegend von Gatumba und im NW südlich von Ruhengeri auf. Ihre Ausbildung ist meist stark pegmatoid. Von geologischer und wirtschaftlicher Bedeutung ist jedoch die pegmatitische-pneumatolytische Gangfolge der postorogenen Granite. Die Erz-Pegmatite (Sn, Nb/Ta, Be, . . .) treten hauptsächlich im weiteren Umkreis des Bergbauzentrums Gatumba auf und nehmen nach N hin an Häufigkeit und Erzgehalt ab. Sie durchschlagen meistens mehr oder weniger parallel zum Streichen diskordant die präkambrischen Schiefer, sehr häufig auch die Lagen der Orthoamphibolite (Gatumba-Süd). Sie werden auf Cassiterit, Columbit und fallweise Beryll und Amblygonit abgebaut, enthalten aber oft auch in nicht bauwürdigen Mengen verschiedene Fe-Mn-Mg-Phosphate, gediegen Wismuth, Uran-Glimmer und Wolframit. Mineralogische Untersuchungen an Zinnkonzentraten aus der Erzanreicherungsanlage von Gatumba ergaben Hinweise auf eine Scheelit-Führung einzelner Pegmatite der Region. Pyrit, Zirkon, Topas und blauer und gelber Apatit sind häufige Akzessorien. Eine starke Kaolinisierung ermöglicht den Abbau mit einfachen Mitteln zum Großteil im Tagebau. Im Liegenden des Quarzits von Nduba erreichen die erzführenden Pegmatite die größte Ausdehnung und Häufigkeit.

A d c): Die vulkanischen Laven der Virunga-Vulkane, im speziellen aus dem Einflußbereich der Zentralvulkane Sabinyo und Visoke, haben im N des untersuchten Gebiets das Becken des „Western Rift“ bei Ruhengeri aufgefüllt. Mehrere Lavaströme haben auch die Senke des Mukungwa-Tales, das südlich von Ruhengeri nach Norden zu eine beckenartige Ausweitung erfährt, erreicht und sind teilweise bis knapp an die Einmündung des Mukungwa in den Nyabarongo vorgedrungen. Bei diesen Laven handelt es sich vor allem um Vulkanite einer kivitisch-uganditischen Zusammensetzung (P. ANTUN & L. MAGNEE, 1971). Lavaströme, welche z. T. von den oben erwähnten kivitisch-uganditischen Vulkaniten überdeckt werden und speziell im NW, im Bereich der beckenartigen Ausweitung des Mukungwa-Tales auftreten, haben trachytisch-banakitische Zusammensetzung. Die Trachyte-Banakite stammen vom höchsten Zentralvulkan der Virunga, dem Karisimbi (4507 m).

Die hohe Porosität der Vulkanite und Hohlräume zwischen einzelnen Lavaströmen bewirken im nördlichen, breiten Teil des Mukungwa-Tales ein zeitweiliges Versiegen und Wiederauftauchen einzelner Flußläufe, speziell während der Trockenzeiten.

Das Auftreten einiger Vorkommen und bauwürdiger Lager von Travertin (Quelltuffe oder -kalke) im Bereich der Randzone des präkambrischen Grundgebirges zum „Western Rift“ ist äußerst CO<sub>2</sub>- und Ca-reichen, an Störungen auftretenden Thermalquellen zuzuschreiben, von denen viele heute noch aktiv sind (z. B. südlich von Ruhengeri, H. KLOB, 1977). Sie werden z. T. zur Kalkgewinnung abgebaut.

#### 4. Photogeologie und Tektonik

An Hand der Luftbilder aus dem Jahr 1974 wurde eine Karte des Fluß- und Straßennetzes des Untersuchungsgebietes im Maßstab 1 : 50.000 hergestellt und

die photogeologische und tektonische Analyse durchgeführt (Tafel II.). Diese detaillierte Untersuchung hat ein komplexes System von Photolineationen, vergleichbar dem des Gebietes von Gisenyi (Tafel I.) ergeben. Im Verein mit eigenen Feldbegehungen und der Information aus älteren Berichten, Karten und geologischen Skizzen (z. B. A. BERTOSSA & V. PETRICEC) konnten diese Photolineationen zum Großteil als Störungen interpretiert werden. Eine diagrammatische Auswertung in Form von Kluftrösetten des Streichs dieser Störungen zeigt Abb. 5; zur Feststellung bestimmter Tendenzen im Verlauf der Störungen wurde das Untersuchungsgebiet in eine nördliche, eine mittlere und eine südliche

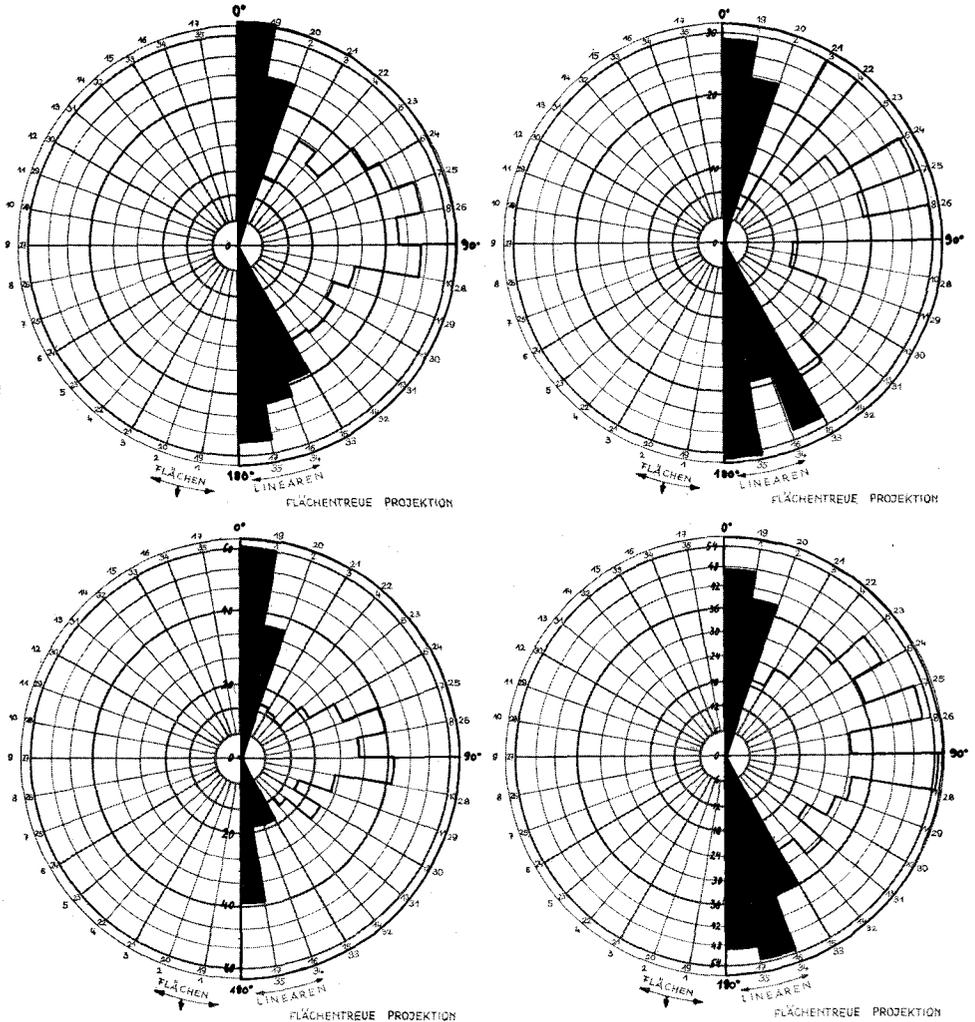


Abb. 5. Auswertung der verschiedenen Streichrichtungen der Bruchsysteme im Raum Gatumba-Ruhengeri (Nyabarongo-Mukungwa-Talsenke).  
1. Gesamtzone, o. l., 2. Nordteil, o. r., 3. Mittelteil, u. l., 4. Südteil, u. r.

liche Zone unterteilt. Als eindeutig bedeutendste — im geologischen, tektonischen und morphologischen Sinn — ist die Richtung N—S  $\pm 20-30^\circ$  anzusehen. Sie wird von einem zwischen den Ausläufern der Crête Zaire-Nil im Westen und dem Synklinalmassiv von Ndiza im Osten, im Bereich des westlichen Faltschenkels dieser Synklinale entstandenen Staffelbruchsystem repräsentiert. Dieses ist in genetischem Zusammenhang mit der Bildung des „Western Rift“ im N und NW zu sehen. Auf- bzw. Abschiebungen an den Staffelbrüchen haben zur Bildung der grabenartigen Senke des Nyabarongo-Mukungwa-Tales geführt. Durch die Entstehung der zahlreichen Bruchstaffeln kam es zu einer mehrmaligen Wiederholung einzelner stratigraphischer Horizonte des Unteren Burundien im westlichen Faltschenkel der Synklinale von Ndiza (z. B. Horizonte mit der Einlagerung von Orthoamphibolit und den Quarziten von Rutongo und Kizanze) (Tafel II.).

Wie schon im Arbeitsgebiet Gisenyi (vgl. Teil A) konnte auch hier ein Zusammenhang zwischen alten präkambrischen Sedimentations- und Faltungsstrukturen — die Hauptstreichrichtung im Untersuchungsgebiet verläuft mehr oder weniger N—S, ebenso die Hauptfaltenachsen — und jungen tektonischen Linien im Bereich des Ostafrikanischen Grabenbruchsystems beobachtet werden. Ähnliche Beobachtungen wurden auch von B. C. KING (1970) und anderen Autoren gemacht.

Die Staffelbrüche mit N-S-Verlauf, welcher dem generellen Trend des „Western Rift“ entspricht, erweisen sich im Verband mit Störungen anderer Richtungen als relativ ältestes Element, entstanden in der Zeit der Ausbildung eines bzw. mehrerer zueinander mehr oder weniger paralleler Protorifts (vgl. Teil A, Kap. 3.2.). Eines davon erfuhr im Westen in der Kivu-See-Region eine Weiterentwicklung zum heutigen „Western Rift“ mit seiner vulkanotektonisch bedingten Aufwölbungszone, und entlang der heutigen Vulkankette der Virunga bildete sich eine Ausweitung des Grabens in nordöstlicher Richtung. Das Protorift der Nyabarongo-Mukungwa-Talsenke blieb hingegen mehr oder weniger im Urstadium erhalten. Als jüngerer Bewegungsvorgang entlang der N-S-Staffelbrüche ist stellenweise lediglich eine Schollenverkipfung festzustellen, hervorgerufen durch seitliche Einengung der Zone infolge der Ausweitung des „Western Rift“.

Die vulkano-tektonischen Vorgänge in dieser NE Ausweitung des westlichen Grabenbereiches folgten im wesentlichen SW-NE-, in geringem Maß W-E-Lineamenten. Ihr bruchtektonischer Einfluß ist bis in die Region südlich von Gatumba deutlich (Tafel II.). Die Entstehung W-E- bis SW-NE-gerichteter Störungen, die man als zweitbedeutende tektonische Elemente (Abb. 5) im Untersuchungsgebiet bezeichnen kann, sind auf die jüngeren tektonischen Prozesse im Grabenbereich der Virunga zurückzuführen. Wie auch schon im Raum Gisenyi beobachtet, ist die Bewegungsrichtung der N-S-Bruchstaffeln vertikal, entlang aller anderen Verwerfungen fand hauptsächlich eine seitliche, horizontale Versetzung der einzelnen Bruchschollen statt.

Während im nördlichen Teil des Untersuchungsgebietes der Einfluß der nahen Grabenzone hinsichtlich Häufigkeit und Streuung der Richtung der Brüche

(Abb. 5) in den Störungsrosetten deutlich zum Ausdruck kommt, zeigt der mittlere Abschnitt eine klare Trennung von einer ausgeprägten N-S- und einer zweiten  $\pm$ W-E-Richtung. Die relativ starke Streuung der Bruchverläufe im südlichen Teil ist wohl teilweise auf das allmähliche Auslaufen der grabenbruchartigen Strukturen gegen Süden zu zurückzuführen.

Die Talumkehr des ursprünglich nach Norden-entwässernden Nyabarongo (Hauptquellfluß des Nil) erfolgte durch die Unterbrechung des Flußlaufes in der Virunga-Grabenzone, zum Großteil durch die mächtigen, schrittweise nach Süden vordringenden Lavaströme der Zentralvulkane, zu einem geringen Teil wohl auch durch eine Verkippung des nördlichen Bruchschollenverbandes, hervorgerufen durch Hebungen in der nördlich gelegenen Vulkan- bzw. Grabenzone. Diese Talumkehr führte schließlich 25 km südlich von Ruhengeri zum Durchbruch des Nyabarongo durch das Massiv von Ndiza entlang einer W-E- und später NW-SE-Störung. Ein großer Teil der mächtigen Alluvionen des Nyabarongo entstand ebenfalls durch diese Talumkehr. Eine Zunahme der Flußsedimentmächtigkeit in jüngster Zeit ist auf die rege Bergbautätigkeit im Raum Gatumba zurückzuführen.

## 5. Ergebnisse

Auf Grund der detaillierten geologischen und photogeologischen Studie im Raum der Nyabarongo-Mukungwa-Talsenke in N-Rwanda konnte parallel zum westlichen Abschnitt des Ostafrikanischen Grabenbruchsystems, dem „Western Rift“, eine mit diesem wahrscheinlich gleichzeitig entstandene Grabenstruktur, eine Art „Protorift“, nachgewiesen werden. Sie befindet sich östlich der Ausläufer der Crête Zaire-Nil und westlich des Synklinalmassivs von Ndiza, im Bereich des westlichen Faltenschenkels dieser Synklinale. Die Absenkung entlang von Staffelbrüchen mit der Streichrichtung N—S klingt nach Süden zu durch Auffiederung der Brüche in verschiedenste Richtungen aus. Nach Norden hin ist eine zunehmende, beckenartige Ausweitung dieses Grabens bis in den Raum von Ruhengeri (ca. 6 km) zu beobachten. Durch die quer dazu SW-NE-verlaufende jüngere Ausweitung des „Western Rift“ im Bereich der Virunga und die anschließende Auffüllung der Grabenzone mit vulkanischen Laven wurde das alte Protorift-Tal des Nyabarongo in seinem weiteren Verlauf nach Norden unterbrochen. W-E- und SW-NE-streichende Störungen im Untersuchungsgebiet sind auf die Weiterentwicklung des „Western Rift“ und auf dessen tektonischen Einfluß auf die Randgebiete zurückzuführen.

Das N-S-Streichen der Staffelbrüche entspricht dem Streichen der im Untersuchungsgebiet aufgeschlossenen unterburundischen Gesteinsserie (Basis der „Série Inférieure“ des Burundien). Die N-S-Bruchstrukturen dürften schon in spät- bis postorogener Zeit, im Verlauf der Intrusionen spät- bis postorogener Granite in die Basis der burundischen Metasedimente im westlichen Faltenschenkel der Synklinale von Ndiza, vorgezeichnet worden sein.

An dieser schon im Präkambrium vorgezeichneten Schwächezone bildete sich im Zuge der grabenbruchtektonischen Vorgänge in Ostafrika eine grabenartige Absenkung. Die Ausweitung und Weiterentwicklung des sich 45 km weiter im

Westen befindenden Grabens des „Western Rift“, verbunden mit Aufwölbung und Vulkanismus, führte zu einer Einengung der Absenkungszone Nyabarongo-Mukungwa und damit zu einer erneuten Bewegung entlang der N-S-Brüche einschließlich der Verkipfung einzelner Bruchstufen. Die ursprünglich nach E einfallenden Schichtpakete, welche sich in den Bruchstufen der Absenkungszone z. T. wiederholten, wurden dabei steil gestellt bzw. zeigen sogar ein Einfallen nach W, wodurch bei oberflächlicher Betrachtung des Schichtverbandes fallweise der Eindruck von Faltenstrukturen entstehen kann.

#### Literatur

- ADERCA, B.: Un cas de boudinage à grande échelle: La mine de Rutongo au Rwanda. — *Ann. Soc. Géol. Belg.* 80, B 279—285, Liège, 1957.
- AGASSIZ, J. F.: Carte géologique de la région du territoire de Kisenyi, 1 : 20.000 (inédite). — *Arch. du Serv. Géol. Rwanda, Kigali*, 1959.
- ANTUN, P. & MAGNEE, L.: Champ volcanique de Virunga 1 : 150.000, Carte géologique du Rwanda, Feuille Ruhengeri Nord. — *Inst. Milit. de Belg.*, 1971.
- BERTOSSA, A.: Geologisch-erzlagerstättenkundliche Notiz über Rwanda. — *Bull. Serv. Géol. Rwanda*, 3, 5—18, Ruhengeri, 1966.
- BERTOSSA, A. & PETRICEC, V.: Levés géologiques parallèles aux routes dans la région entre Gatumba et Ruhengeri. — *Cartes non publiées, Arch. Serv. Géol. Rwanda, Kigali*.
- CAHEN, L.: Etat de la géochronologie du Rwanda. — *Bull. Serv. Géol. Rwanda*, 1, 35—38, Ruhengeri, 1964.
- CAHEN, L. & LEPERSONNE, J.: The Precambrian of the Congo, Rwanda and Burundi. In: RANKAMA (ed.), *The Precambrian 3*. Intersc. Publ., Div. of J. Wiley & Sons Inc. New York—London—Sidney, 1967.
- CORMINBOEUF, P.: La Mine de Busoro. — *Bull. Serv. Géol. Rwanda*, 4, 11, Ruhengeri, 1967—68.
- CORMINBOEUF, P.: Notes du terrain pour l'établissement de la carte géologique de Gisenyi à l'échelle 1 : 50.000 (inédites). — *Arch. Serv. Géol. Rwanda, Kigali*, 1967—75.
- CORMINBOEUF, P.: Note préliminaire sur le granite dans le NW de la Préfecture Gisenyi. — *Bull. Serv. Géol. Rwanda*, 5, 13, Ruhengeri, 1969 (a).
- CORMINBOEUF, P.: Le gisement de colombo-tantalite, de cassitérite et de béryl de Burusha (Préfecture de Gisenyi). — *Bull. Serv. Géol. Rwanda*, 5, 18, Ruhengeri, 1969 (b).
- DECROLIER, R.: La mine de Lutsiro, Carte inédite, 1 : 10.000. — SOMIRWA, Kigali, 1954.
- DE TREY, M.: Etude de la mine de wolfram de Bugarama (Ruanda). — *Rapp. Remina*, inédit, 16 p., Bukavu, 1957.
- DE TREY, M.: Mines de wolfram de Bugarama (Rwanda). — *Rapp. Cométain*, inédit, 10 p., Bruxelles, 1970.
- DIXEY, F.: Erosion and tectonics in the East African Rift System. — *Qu. Journ. Geol. Soc. London*, 102, 339—388, 1946.
- FONTAINE, C.: La mine de Lutsiro, carte inédite, 1 : 10.000. — SOMIRWA, Kigali, 1948.
- FONTAINE, C.: La mine de Sebeya, carte inéd., 1 : 10.000. — SOMIRWA, Kigali, 1949 (a).
- FONTAINE, C.: idem, 1949 (b).
- FONTAINE, C.: La mine de Lutsiro, carte inéd., 1 : 10.000. — SOMIRWA, Kigali, 1949 (c).
- FRISCH, W.: Die Zinn-Wolfram-Provinz in Rwanda, Zentralafrika, aus montangeologischer Sicht. — *Erzmetall*, 24, H 12, 593—600, Stuttgart, 1971.
- FRISCH, W.: Die Wolfram-Lagerstätte Gifurwe (Rwanda) und die Genese der zentralafrikanischen Reinit-Lagerstätten. — *Jb. GBA*, Bd. 118, 119—191, Wien, 1975.
- GERARDS, J.: Géologie de la région de Gatumba. — *Bull. Serv. Géol. Rwanda*, 2, 31—42, Ruhengeri, 1965.
- GERARDS, J.: Acquisition récentes relatives à la géologie du Rwanda. — *Rapp. ann. 1965, Sect. Géol., Min. et Pal., Mus. Roy. Afr. Centr.*, 65—68, Tervuren, 1966.
- GERARDS, J.: A propos des granites et gneiss antéburundien de Nyamirama et Rutare rwa Munanira. — *Bull. Serv. Géol. Rwanda*, 5, 22—34, Ruhengeri, 1969.

- GERARDS, J. & LEDENT, D.: Grands traits de la géologie du Rwanda, différents types de roches granitiques et premières données sur les âges de ces roches. — *Ann. Soc. Géol. Belg.* T 93, 477—489, Liège, 1970.
- GERARDS, J. & LEPERSONNE, J.: La stratigraphie du Burundien dans le NE du Rwanda et les régions avoisinantes. — *Bull. Serv. Géol. Rwanda*, 1, 13—34, Ruhengeri, 1964.
- GERARDS, J. & WALEFFE, A.: La série inférieure du Burundien au Rwanda et au Burundi. — *Bull. Serv. Géol. Rwanda*, 3, 41—42, Ruhengeri, 1966.
- KING, B. C.: Vulcanicity and rift tectonics in East Africa. In: CLIFFORD, T. N. & GASS, I. G. (ed.): *African magmatism and tectonics*. Edinburgh, Oliver & Boyd, 263—283, 1970.
- KLOB, H.: Les roches vertes de Gatsibo. — *Rapp. inéd., Serv. Géol. Rwanda*, Kigali, 1976 (a).
- KLOB, H.: Recherche des Amphibolites IV: La zone Kayonza-Kagitumba. — *Rapp. inéd., Serv. Géol. Rwanda*, Kigali, 1976 (b).
- KLOB, H.: Géologie, tectonique et pétrographie de la région de Gisenyi (feuilles S2/29 SW2 et SW4), annexe à la carte géologique de Gisenyi N et S à l'échelle 1 : 25.000. — *Rapp. inéd. Serv. Géol. Rwanda*, Kigali, 1977 (a).
- KLOB, H.: Endbericht: Projekt EH 458 der Österreichischen Technischen Hilfe — *Aufbau des Geologischen Dienstes von Rwanda (1973—77)*, Wien (unveröff.), 1977 (b).
- KLOB, H.: Etude photogéologique d'une zone entre la région de Gatumba au Sud et Ruhengeri au Nord (zone des vallées de Nyabarongo et Mukungwa), Carte géologique-tectonique 1 : 25.000. — *Rapp. inéd. Serv. Géol. Rwanda*, Kigali, 1977 (c).
- KLOB, H.: Les gisements de Travertin au Sud de la ville de Ruhengeri dans la vallée de Kigombe. — *Rapp. inéd., Serv. Géol. Rwanda*, Kigali, 1977 (d).
- KLOB, H.: Géologie und Petrologie basischer Intrusiva („roches vertes“) im präkambrischen Grundgebirge Rwandas/Afrika. — In *Vorbereitung Verh. GBA*, Wien, 1979.
- LHOEST, A.: Les différents types de filons de la concession Somuki à Rutongo (Ruanda). — *Ann. Soc. Géol. Belg.* 80, B 503—530, Liège, 1957.
- LHOEST, A.: Note préliminaire sur la géologie de la région Kigali-Rutongo dans le Ruanda. — *Bull. Soc. Géol. Belg.* 66, 2, 190—198, Bruxelles, 1958.
- LHOEST, A.: Quelques observations morphologiques sur le Rwanda. — *Ann. Soc. Géol. Belg.* T 82, B 307—314, Liège, 1959.
- MAGNEE, I. & ADERCA, B.: Contribution à la connaissance du Tungsten-belt ruandais. — *Acad. roy. Sci. Outre-Mer, Cl. Sci. Nat. Méd., Mém.* 8., nelle sér. 11/7, 1—56, Bruxelles, 1960.
- MCCONNEL, R. B.: East African Rift System dynamics in view of Mesozoic apparent polar wander. — *Journ. Geol. Soc.* vol 134/I, 33, London, 1977.
- MONTEYNE-POULAERT, G., DELWICHE, R. & CAHEN, L.: Ages de minéralisations pegmatitiques et filoniennes de Rwanda et Burundi — *Bull. Soc. Géol. Belg., Pal. et Hydr.*, 71, 2, 210, Bruxelles, 1962.
- PETERS, L.: Contribution à la géologie des terrains anciens du Ruanda-Urundi et du Kivu. — *Ann. Mus. Roy. Congo-Belge*, 8, Sc. géol., vol. 16, Tervuren, 1956.
- PETRICEC, V.: Contribution à la géologie des contreforts NE de la Crête Congo-Nil. — *Bull. Serv. Géol. Rwanda*, 3, 21, Ruhengeri, 1966.
- PETRICEC, V.: Pegmatite von Rwanda. — *Ges. Deutsch. Metallhütten Bergleute*, 19, 101—107, Clausthal-Zellerfeld, 1967.
- POHL, W.: *Geologie und Lagerstätten Rwandas (Zentralafrika)*. — *Berg-Hüttenm. Mh.* Jg. 120, H. 6, 244—252, Springer, Wien, 1975.
- POHL, W.: Die tektonische Kontrolle der Zinn-Gänge von Rutongo, Rwanda (Afrika). — *Mitt. Öst. Ges. Geol.* 68, 89—107, Wien, April 1978, 1975.
- POHL, W.: Géologie de la mine de Bugarama et des ses environs (Rwanda, Afrique). — *Bull. Serv. Géol. Rwanda*, Ruhengeri, 8, 13—42, 1975.
- ROLLAND, L.: Ensemble de gisements des mines de Lutsiro et Sebeya 1 : 20.000, inéd. — SOMIRWA, Kigali, 1954.
- ROLLAND, L.: Mines Cyogo, Mulegeya et Karbona, 1 : 20.000 (inéd.). — SOMIRWA, Kigali, 1956.
- ROLLAND, L.: Groupe de Lutsiro, 1 : 20.000 (inéd.). — SOMIRWA, Kigali, 1967.

- SLATKINE, A.: Note sur les gisements primaires de cassitérite de la région de Lutsiro. — Bull. Serv. Géol. Rwanda, 3, 47—56, Ruhengeri, 1966.
- SLATKINE, A.: Aspects structureaux de la minéralisation stannifère du Rwanda. — Bull. Serv. Géol. Rwanda, 4, 47—92, Ruhengeri, 1967/68.
- STEINER, M. B.: Mesozoic apparent polar wander and Atlantic plate tectonics. — Nature 254, 107—109, London, 1975.
- VARLAMOFF, N.: Types de gisements de cassitérite du Maniema et Rwanda. — Congr. 50è anniv. C.S.K. II, 409—431, 1950.
- VARLAMOFF, N.: Matériaux pour l'étude des pegmatites du Congo-Belge et du Rwanda-Urundi. Première note: Répartition des types de pegmatites autour de la partie NW du grand massif granitique de Nyanza (Ruanda, Afrique). — Ann. Soc. Géol. Belg. 78, Fasc. spéc. 1/21, Liège, 1955.
- VARLAMOFF, N.: Les gisements de tungstène au Congo belge et au Ruanda-Urundi. Matériaux pour l'étude de leur géologie et de leur classification. — Acad. roy. Sc. col. Sc. nat., méd., Mém. in-8, nelle sér., VIII, 2, 72, Bruxelles, 1958.
- VARLAMOFF, N.: Matériaux pour l'étude des pegmatites du Congo belge et du Ruanda-Urundi, 3ème note. — Ann. Soc. Géol. Belg. 84, 169—177, Liège, 1961 (a).
- VARLAMOFF, N.: idem, 4ème note: Pegmatites à amblygonite et à spodumène et pegmatites fortement albitisés à spodumène et à cassitérite de la région de Katumba (Ruanda). — Ann. Soc. Géol. Belg. 84, 257—278, Liège, 1961 (b).
- VARLAMOFF, N.: Transitions entre les filons de quartz et les pegmatites stannifères de la région de Musha-Ntunga (Ruanda). — Ann. Soc. Géol. Belg. 92, 193—213, Liège, 1969.
- VARLAMOFF, N.: Classification des gisements d'étain. — Acad. roy. Sc. Outre-Mer 19, 1—63, Bruxelles, 1975.
- VERNON-CHAMBERLAIN, V. E. & SNELLING, N. J.: Age and isotope studies on the Arena-granites of SW-Uganda. — M. roy. Afr. Centr., Ann. Sci. in 8° Sc. Géol. 73, Tervuren, 1972.

Manuskript bei der Schriftleitung eingelangt am 18. August 1978.

## ANHANG

### Liste der im Raum des Kartenblattes Gisenyi (Tafel I) petrographisch untersuchten Gesteinsproben und deren mineralogische Zusammensetzung.

#### Abkürzungen:

Mi	Mikroklin		
P	Plagioklas:	Ab	Albit
		Ol	Oligoklas
		And	Andesin
		La	Labradorit
		By	Bytownit
		An	Anorthit
Q	Quarz		
Bi	Biotit		
Chl	Chlorit		
Mu	Muscovit		
Se	Sericit		
Ta	Talk		
Am	Amphibol:	Ak	Aktinolith
		Ho	Hornblende
Cpx	Klinopyroxen (Di Diopsid)		
Chi	Chiastolith		
Co	Cordierit		
D	Disthen		

G	Granat
Si	Sillimanit
St	Staurolith
Ap	Apatit
Ca	Calcit
Ep	Epidot
Gr	Graphit
Hä	Hämatit
Kz	Klinozoisit
MO	opake Minerale
Mt	Magnetit
Py	Pyrit
T	Turmalin
Ti	Titanit
Xe	Xenotim
Zi	Zirkon

Die Probennummern entsprechen den Angaben in der Tafel I.

- 55: Mittelkörniger Granit (Mi > Ol korrod., Q, Bi, Mu, Ap, Zi)
- 57: Feinkörniger Granit (Mi > Ol, Q, Bi, Mu, Ap, Ti, Zi)
- 65: Grobkörniger Granit (Ol, Mi, Q, Bi, Mu, Ap, Zi)
- 66: wie 65
- 67: Glimmerschiefer mit G und Wechsellagerung von Bi- und von Mu-reichen Schichten, Adern von Q (und Mi)
- 68: Feinkörniger, vergneister Granit (wie 65, Ol stark verändert)
- 69: wie 68
- 70: Feinkörniger Granitgneis (leicht porphyrisch: Mi, Ol zonar, Q, Bi, (Mu), Ap, Zi)
- 71: Feinkörniger Granit (wie 65)
- 72: wie 68
- 73: Glimmerschiefer (Wechselfolge dünner Lagen von Q und von Bi > Mu, Zi, Ap)
- 75: Grobkörniger Granit, porphyrisch (wie 65, Einsprenglinge von Mi)
- 76: Tektonische Breccie (Fragmente von Gangquarz, Pegmatit und feink. Bi-Mu-Granit, Matrix Q und Limonit)
- 77: Graphit-Phyllit (Se, Gr, Linsen von Q und Mu, Quer-Bi, MO)
- 78: Gangquarz
- 80: Pegmatite mit Mu und wenig Bi
- 81: Feinkörniger Quarzit (Q, Bi, Mu, Ap)
- 82: G-Mu-Schiefer mit Spuren von Bi, Linsen und Adern von Q, (Mi)
- 83: Mu-Schiefer, mittelkörnig, mit Bi, T
- 84: Schriftgranit
- 85: Mu-Schiefer im Kontakt mit Pegmatit (feink. Mu und Quer-Mu, Linsen von Q)
- 86: Gangquarz mit Mu
- 87: Turmalinit mit wenig Q
- 88: Q-Turmalinit
- 92: Gangquarz mit Rutil
- 93: Pegmatit (Q, Mi, Ol, Ap, Zi)
- 94: Gangquarz mit T
- 95: Glimmerschiefer, gefältelt (Bi von Mu z. T. verdrängt, Nester von Se, Q und Co)
- 96: Aplite
- 98: Se-Quarzit (selten Xenoblasten von Ab)
- 99: Mittelkörniger Quarzit, stark limonitisiert
- 100: Gangquarz, brecciiert und von Q-Lösungen verfestigt
- 101: Mittelkörniger Granit, porphyrisch (Bi > Mu, Mi, Ol, Q, Ap, Zi)
- 102: Feinkörniger Amphibolit (zonarer And-La, grüne Ho, Q mikrokrist. in Nestern, Ap, Bi, MO, Zi)

- 103: Mu-Schiefer (Q, Mu, T)  
104: Glimmerschiefer mit Lagen und Linsen von Q, gefältelt (Q, Bi, Nester mit Bi, D Si; T, MO)  
105: Gangquarz, brecciiert, Spuren von Mu und Bi  
107: Gangquarz mit Spuren von T  
108: Quarzit mit wenig Bi und Mu  
109: Amphibolit (porphyr. And-La, zonar, zersetzt, Matrix: And, grüne Ho, z. T. von Bi verdrängt, Zi, Ap, Ti)  
111: Aplit (Mi, Ol, Q, T, Zi, Ap)  
112: Paragneis (Q, Ol, Mi, Mu-reiche dünne Lagen mit Spuren von Bi; Ap, MO, Zi)  
113: Amphibolit, deutlich geschiefert (Matrix aus blau-grün-gelb. Ho, G, Q, Ab, MO)  
114: Pegmatite mit Spuren von Bi, blauer T  
115: Gangquarz mit T  
116: Glimmerschiefer (Lagen von Q, Mu, z. T. reich an Bi, wenig T, Bi z. T. geblichen, in Aggregate von D-Si übergehend)  
117: Glimmerschiefer (Lagen von Mu mit wechselnder Menge von Q, Quer-Bi, grüner T, Zi, MO)  
118: wie 104 (Bi von D und Si verdrängt)  
119: Glimmerschiefer (Q, Mu, G limonitisiert, T)  
120: Pyroxenit (Di, in Zwickel La-By, Ti)  
124: Glimmerschiefer (Lagen von Q und Bi mit wenig Mu, Bi z. T. zu Si zersetzt, G chloritisiert, St porphyrobl. mit Einschlüssen von Si-Aggregaten, MO, T)  
125: wie 120 (Cpx stellenweise von Ho verdrängt, P zersetzt)  
126: Quarzit, feinkörnig, geschiefert  
127: Glimmerschiefer, gefältelt (dichte Matrix aus Mu, Quer-Bi, Nester aus Bi und zersetstem idiobl. G)  
128: Pegmatit, albitisiert  
129: Amphibolit (porphyr. P zersetzt, Matrix: grüne Ho, And-La, akz. Q, Ti, Zi, Ap)  
130: Mu-Schiefer mit G  
131: Aplit mit Spuren von Mu und Bi  
132: Pegmatit, albitisiert  
133: Q-Mu-Schiefer mit Übergängen zu Mu-hältigem Quarzit  
134: Amphibolit (Relikte von porphyr. P, zersetzt, Matrix: grüne Ho, Ol-La, stellenweise Q, Ap)  
135: Glimmerschiefer (Mu, Bi, Q, G)  
136: Amphibolit, feinkristallin, geschiefert (grüne Ho, And-La, am Kontakt mit Q-Aderchen Ho zu Bi umgewandelt, Ti, Zi, Ap)  
196: Glimmerschiefer, zwei Schieferungsrichtungen (Lagen von Q und Glimmer, Bi oder Mu wechselnd vorherrschend, brauner T, MO)  
197: Glimmerschiefer (Mu parallel und quer zur Schieferung, Q, Nester von Pinit)  
198: Pegmatit mit Mu und Schrifgranit  
199: Glimmerschiefer (Mu, Bi, G mikrokrist. in Nestern, wenig Q, Bi stellenweise in Aggregate von D-Si übergehend)  
200: Pegmatit  
201: Mu-Schiefer (geschieferte Matrix aus Mu und T, wenig Q in länglichen Körnern, Quer-Mu)  
202: Quarzit, feinkörnig (G idiobl., T, Ep)  
203: Turmalinit im Kontakt mit turmalinisiertem, graphit. Mu-Schiefer)  
204: Mu-Schiefer (Mu, wenig Q, T, G idiobl., Gr)  
205: Glimmerschiefer, z. T. phyllit. Aussehen (Se, Mu, reichlich Gr, St porphyrobl.)  
206: Glimmerschiefer (Q-reich, Mu, Linsen von Si-Aggregaten)  
207: Glimmerschiefer, gefältelt (Matrix aus Se-Mu, Bi-reiche Lagen, Quer-Bi, T, porphyrobl. von G und St; Zi)  
208: Quarzit, feinkörnig (Q, wenig Mu, G idiobl.; Zi, Ap, MO, Hä)  
209: Wechsel feiner Lagen von Quarzit (mit G) mit Lagen aus Mu, G prophyrobl., akz. Bi, Zi, T, reichlich Hä)

- 210: wie 209 (G chloritisiert)
- 211: wie 208 (G umgewandelt, akz. Bi)
- 212: Mu-Schiefer, sehr feinkörnig (Mu, T, G, akz. Q)
- 213: Glimmerschiefer (Mu, wenig Bi, G porphyrobl., Q, Ap)
- 214: Amphibolit, feinkristallin, deutlich geschiefert (Matrix aus grüner Ho mit Zonen reich an zonarem Ol-La, Linsen von Ti + MO)
- 215: Glimmerschiefer mit dünnen Q-reicheren Zwischenlagen (Mu, T,, St porphyrobl. fast völlig sericitisiert, Glimmer stellenweise von Nestern aus Si verdrängt)
- 216: Mu-Schiefer mit hydrotherm. Q-Äderchen und -Lagen (Mu, Q, G zersetzt, St sericitisiert)
- 217: Schriftgranit
- 218: Mu-Schiefer (Mu, T, G porphyrobl., MO, Ap) mit quarzitischen dünnen Zwischenlagen (Q, T, Mu)
- 219: wie 218
- 220: Amphibolit, fein- bis mikrokristallin, deutlich geschiefert (Matrix aus grüner Ho, wenig Q, phantomartig porphyrobl. Pl völlig zersetzt)
- 221: Pegmatit
- 222: Glimmerschiefer (Q, Mu, wenig Bi limonitisiert, Ap, T, Q-reiche Zwischenlagen, G porphyrobl.)
- 223: Quarzit, mikrokristallin (Matrix aus Q, mit T-reichen Lagen, wenig Mu, G porphyrobl. verändert, Bi, Ap, silifiziert)
- 224: Glimmerschiefer, gefältelt (gebänderte Matrix aus Q, Mu, Bi, G porphyrobl. z. T. limonitisiert, St porphyrobl.)
- 227: Glimmerschiefer, z. T. phyllit. Aussehen (Q, Mu z. T. mit Übergang zu Se,, T, MO, Bi), zwei Schieferungsrichtungen
- 228: Glimmerschiefer mit Linsen und Äderchen von Q (Mu, Q, C zersetzt, St porphyrobl. chloritisiert)
- 229: Pegmatit
- 230: Amphibolit (La-And porphyr., zonar, stark saussuritisiert, Matrix: grüne Ho, Q, selten And; MO, Ap, Bi)
- 231: wie 230 (Matrix feinkörniger)
- 232: Glimmerschiefer (Wechsel von Q-, Mu- und T-reicheren Lagen, G idiobl. zersetzt)
- 233: Mu-Schiefer (Mu, wenig Q, Bi porphyrobl., Ap, Ep, MO), z. T. phyllit. Aussehen
- 234: Se-Phyllit, graphitisch (Se und Mu, Q-reichere und -ärmere Lagen, T, Gr)
- 238: Amphibolit (porphyr. By-And, zonar, wenig verändert, mikrokrist. Matrix: grüne Ho, And, Q; MO, Zi, Ap)
- 239: Brauneisenstein („Eiserner Hut“)
- 240: Gangquarz
- 241: Se-Phyllit mit Übergang zu Mu-Schiefer (dichte Matrix aus Se und Mu, T, Py, sehr wenig Q)
- 242: Amphibolit, fein- bis mittelkörnig, geschiefert (selten porphyr. P zonar, zersetzt, Matrix: And, grüne Ho, Kz-Ep, Q, Ap, MO)
- 243: Amphibolit (wie 113)
- 244: Glimmerschiefer mit phyllit. Aussehen auf Schieferungsflächen, gefältelt, zwei Schieferungsrichtungen (dichte Matrix aus Se-Mu, Quer-Bi, St porphyrobl., Ap, MO, dünne Lagen, Äderchen und Linsen von Q)
- 254: Glimmerschiefer, gefältelt (Mu, Q, Bi z. T. quer, z. T. chloritisiert, St in Form idiom. und skelettförmiger Porphyrobl., z. T. sericitisiert, akz. Ol)
- 255: Amphibolit (porphyr. By-Ol, wenig verändert, Matrix: grüne Ho, La-Ol, Ti, Ap, MO, Bi)
- 256: wie 255
- 257: wie 255
- 258: wie 255
- 260: Amphibolit, feinkristallin, geschiefert (grüne Ho, La-Ol, Ap, MO, Zi, Matrix z. T. von mikrokristall. Q verdrängt)
- 261: Pegmatit mit T
- 262: wie 255

- 263: Schriftgranit mit Bi-Nestern
- 264: Amphibolit, feinkristallin, kaum geschiefert (grüne Ho, La-Ol, Ap, Ti, MO, stellenweise silifiziert)
- 290: Wechsel dünner Lagen von Mu-Bi-Schiefer und Quarzit (G limonitisiert, Ti, Ep)
- 292: Glimmerschiefer (Lagen sehr reich an Mu im Wechsel mit Bi-Mu-Lagen, Bi und Mu z. T. quer zur Schieferung, Ep, Ap, Zi, MO)
- 294: Glimmerschiefer (Mu, Q, Linsen von Q, Bi z. T. quer, Nester aus mikrokrist. Chl und Si, St idiobl., G, D idioblast., Bi chloritisiert)
- 295: Glimmerschiefer (Lagen mit Mu, sehr wenig Q, porphyrobl. G z. T. rotiert, Lagen mit Q, sehr wenig Mu, T, Ap, Zi, MO)
- 296: Glimmerschiefer (Bi, Mu, Q, Nester mit Bi, Mu, Chl, Si rosettenförmig, D, teilweise chloritis. Bi; G porphyrobl. limonitis., akz. Ap, T)
- 297: Pegmatit, z. T. albitisiert
- 298: dünne Wechsellagerung von Mu-Schiefer und Quarzit, beide T-reich, schwache Fältelung, akz. Ti, Limonit)
- 299: wie 298, in Lagen von Mu-Schiefer noch zusätzlich porphyroblast. St, wenig Bi
- 300: wie 299
- 301: Pegmatit mit Aplitgang
- 302: Mu-Schiefer, mittelkörnig
- 306: Quarzit mit Mu- und Bi-reichen Zwischenlagen, gefältelt (Q, T, Py, akz. Mu, Zi, Ap, MO)
- 307: Wechsel dünner Lagen von glimmerreichem Quarzit (Q, Mu) und Mu-Schiefer (Mu, reich-Q, z. T. linsenförmig, G total zersetzt, T, akz. MO, Ap)
- 308: Glimmerschiefer, phyllit. Aussehen auf Schieferungsflächen (Lagen von Mu-Se mit wenig Q, Q-reichere Lagen, Lagen reich an Bi, z. T. chloritisiert; G porphyrobl. chloritis., in Bi-Chl-Lagen große Flecken von mikrokrist. Chl, Si, und D, linsenförmige Einlagerungen von MO, T)
- 309: Glimmerschiefer (Q, Bi z. T. chloritisiert, wenig Mu, in chloritis. Zonen Nester mit Si und D, akz. T)
- 310: Quarzit (Q, reichlich T, wenig Mu), tekton. zerbrochen
- 311: Glimmerschiefer mit Q-reichen Zwischenlagen (Q, Bi, Mu, linsenförmige Zonen mit chloritis. Bi und Bildung von D und Si, in Q-reicheren Lagen Spuren von Ol-And und Co)
- 312: Glimmerschiefer (Wechsel Q-reicherer und glimmerreicherer Lagen, Mu, Bi, T, G feinkrist. limonitis., Zi mit pleochroit. Hof in Bi)
- 313: Pegmatit (Q, Mi, Mu)
- 315: Glimmerschiefer (Bi, Q, Mu, Xe radioakt., Ti, MO; unreglm. Zonen mit Paragenese: Bi, fallweise Mu, Chl, Si bündelförm., D)
- 316: Glimmerschiefer (Matrix aus Q, Bi, Spuren von Mu, Co teilweise chloritisiert, G chloritis. und limonitisiert, mit mm-großen Flecken mit mikrokrist. D-Si-Chl, akz. Zi, Ap)
- 317: Amphibolit, feinkristallin, geschiefert (Relikte von porph. völlig zersetztem P: Se, Kz-Ep, Matrix: idioblast. grüne Ho, La-And zonar, Q, Co, Ap, Zi, MO)
- 318: Quarzit, glimmerführend (Q, T, wenig Mu, G porphyrobl., St xenobl., Ti)
- 319: Glimmerschiefer (Bi z. T. chloritisiert, Quer-Bi, selten Mu, Q, T grün, St poikiloblast., G stark zersetzt, Flecken mit Chl-D)
- 320: Gangquarz mit Dravit
- 321: Pegmatit (Q, Mu, Spuren Bi, Mi, wenig P, grün-bläul. Beryll)
- 322: Glimmerschiefer, gefältelt (Lagen von Bi-Schiefer im Wechsel mit Lagen aus Q, idioblast. Co sericitisiert und chloritisiert, cm-großer G: rosa, porphyrobl. poikiloblast., akz. Ol, MO)
- 323: Pegmatit mit T, albitisiert, im Kontakt mit Bi-Mu-Granit
- 324: Amphibolit (porphyr. By-And, deformiert und zerbrochen, Klüfte mit grüner Ho verheilt, Matrix: grüne Ho, La-Ol, Q in Nestern und Äderchen, Relikte einer zum Großteil verdrängten älteren Ho, akz. Ti, MO, Bi)
- 325: Glimmerschiefer, gebändert (Mu-T-Schiefer, Quarzit, Mu-Bi-Schiefer mit linsenförm. Q)
- 326: Pegmatit
- 327: Mu-Schiefer (Mu, wenig Q, Quer-Bi)

- 328: Glimmerschiefer (Q, Mu, G porphyrobl. limonitisiert, Ep, MO, Ap)  
329: Glimmerschiefer (Mu, wenig Bi, dünne Bi-reiche Zwischenlagen, Q in großen Körnern)  
331: Schriftgranit mit T  
338: wie 324  
339: wie 324  
342: Amphibolit, feinkristallin, mylonitisiert, chloritisiert  
343: Glimmerschiefer (Mu, Q, selten Bi, G)  
345: Se-Phyllit, graphitisch, gefältelt (Se, Quer-Bi, wenig Mu)  
348: Mu-Schiefer mit phyllit. Aussehen auf Schieferungsflächen (Mu-Se, wenig Q, G, T)  
349: Quarzit  
350: wie 345  
360: Pegmatit (Ab, Mu, T, grünlicher Glimmer)  
361: Pegmatit, albitisiert, mit blauem Ap  
363: Quarzit, feinkörnig, sandig  
365: Mittelkörniger Granit, z. T. pegmatoid (Mi, Ol, Q, Mu > Bi)  
368: Glimmerschiefer (Mu, Quer-Bi, Q, Py, stellenweise stark silifiziert)  
369: wie 368  
370: Paragneis (Matrix aus Q, reichlich Ol-And, Bi, Linsen von mittelkörn. Q und von Chl-D-Si)  
371: Amphibolit, mittel- bis grobkristallin (Cpx und Ho in mikrokrist. Matrix aus Ho, Bi und Chl, reichl. Ep)  
374: Quarzit, feinkörnig, mit erzführenden Q-Äderchen (Q, Hä, Rutil, akz. Mu, Ti, MO)  
375: Amphibolit (wie 255)  
376: Schriftgranit und Pegmatit (Mu, Bi, Ap blau)  
378: Aplit (Mi, Ol, Q, Mu, akz. Bi, Ap)  
380: Amphibolit, deutlich geschiefert (Matrix aus grüner Ho, wenig P und Q, Q in Lagen und Gängchen, Ti porphyroblast., Granat rosa poikiloblast., akz. MO)  
381: Amphibolit (wie 255, Ho stark chloritisiert)  
382: Glimmerschiefer (Mu, Bi, Q, Ap, Zi)  
384: Schriftgranit  
385: Granit, feinkörnig (Mi, Ol-And, Mu, Bi, Q, Ap, Zi)  
388: Granit, pegmatoid, mit Fließtextur (Mi, P, Q, Mu, Spuren Bi)  
389: Glimmerschiefer (Q, Mu, Bi-reiche Zwischenlagen, Flecken mit Chl oder Chl-D-Si z. T. mit deutlichem Rotationsgefüge)  
390: Amphibolit (wie 381)  
391: Glimmerschiefer (Mu, Q, Bi, St porphyrobl.)  
392: Se-Mu-Schiefer mit Granat-reichen Partien, gefältelt  
393: Glimmerschiefer (Q, Bi, Mu, Bi z. T. chloritisiert, idiobl. G z. T. chloritisiert und limonitisiert)  
395: Quarzit, feinkörnig (Q, wenig Mu und Bi)  
396: Glimmerschiefer, gefältelt, phyllit. Aussehen auf Schieferungsflächen (Mu-Se, Q, St porphyrobl., Quer-Bi)  
397: wie 396  
398: Amphibolit, feinkristallin, undeutlich geschiefert (Matrix: grüne Ho, And-La, akz. Bi, MO, Ti)  
402: Granitgneis mit Mu und Bi  
403: Amphibolit (wie 255)  
407: Pegmatit  
410: Amphibolit, fein- bis mikrokristallin, geschiefert (grüne Ho, And-La)  
411: wie 410  
412: Mu-Schiefer mit Äderchen und Lagen von Q  
415: Quarzit, feinkörnig mit wenig Mu  
416: Amphibolit (Relikte von porphyr. P, stark rekristallisiert und zersetzt, Matrix: grüne Ho, Q, P, akz. MO)  
417: wie 416 (akz. auch Ti)

- 418: Amphibolit, fein- bis mittelkristallin, geschiefert, stark silifiziert (P, grüne Ho, Aderchen von Q und Mi, akz. MO, Bi, Ti, Ap, Relikte von porphyr. La-And)
- 419: Granit, feinkörnig (Mu, Bi, Mi, Ol, Q)
- 420: Mu-Schiefer (Mu, T, G limonitisiert), stark gefältelt
- 421: Glimmerschiefer (Mu, Q, porphyrobl. G)
- 422: Amphibolit, mittelkörnig, geschiefert (grüne Ho porphyrobl., Matrix: Q, La-And, grüne Ho, akz. MO, Ti, Ap)
- 424: Pegmatit mit T und Ap
- 425: Amphibolit, feinkristallin, geschiefert (wie 422, wenig Q)
- 426: Amphibolit (wie 422, kein Q)
- 427: Amphibolit (wie 422, sehr stark silifiziert)
- 428: Pegmatit mit T
- 430: Amphibolit (wie 422)
- 433: Glimmerschiefer mit Bi und Mu, mit feinen Injektionen pegmatitischen Materials
- 434: Pegmatit mit Bi und Mu
- 435: Amphibolit, fein- bis mikrokristallin, geschiefert
- 436: Pegmatit mit Mu und wenig Bi
- 437: Schriftgranit
- 438: Paragneis (Meta-Arkose) (Mi, Q, Ab, Mu, Bi)
- 439: Amphibolit (porphyr. La-And, Matrix: grüne Ho, And, Q, Bi, MO, Ap)
- 440: wie 439
- 441: Gneis, gebändert mit mikro- und feinkrist. Lagen (Q, Mu, Bi, z. T. chloritisiert, Mi, Ol)
- 442: Pegmatit mit Mu und Bi
- 446: Aplit
- 447: Glimmerschiefer, gefältelt, zwei Schieferungsrichtungen (Mu, Q, Bi, G porphyroblast. mit Einschlüssen von Mu und T, T akzess.)
- 448: Aplit-Granit mit Spuren von Bi
- 449: Schriftgranit
- 450: Pegmatit mit Bi
- 451: Pegmatit mit rosa G
- 452: Pegmatit mit Bi
- 453: Granit, feinkörnig (Bi, Mi, Ol, Q, Ap, Zi)
- 454: Pegmatit mit T
- 455: Chalcedon und mikrokrist. Quarz
- 457: wie 455
- 461: Quarzit, feinkörnig (Q, Hä, G idioblast. limonitisiert)
- 465: Amphibolit (wie 324)
- 466: Pegmatit mit gelb-grünl. Ap
- 467: Pegmatit
- 468: Pegmatit
- 469: Pegmatit, kataklast.
- 470: Pegmatit mit Mu
- 471: Amphibolit, geschiefert (grüne Ho porphyroblast. in Matrix aus And, wenig Q, grüne Ho, akz. MO, Ap)
- 474: Aplit
- 475: Aplit (And-Ol, z. T. deformiert, Q, wenig Mu und Mi, Ap, Zi)
- 476: Alkali-Syenit (Grundmasse von Mi mit gebündelten Prismen blauer Alkali-Ho, Ap)
- 477: Aplit
- 478: Glimmerschiefer (Mu, Bi, Q)
- 479: Glimmerschiefer (Matrix aus Q, mit Mu- und Bi-reicheren Zwischenlagen, G, Nester mit Si und Si-D; MO, Zi)
- 480: Granit mit Bi, pegmatoid
- 481: Gangquarz mit limonitisiertem Py
- 482: Quarzit, fein- bis mittelkörnig, geschiefert (Lagen von Q verschiedener Korngröße, Hä und Limonit)

- 483: Pegmatit mit Mu
- 484: Aplit
- 485: Pegmatit
- 486: Amphibolit (wie 416)
- 488: Pyroxenit, sehr feinkristallin (panidiom.-körnig bis ophit., Cpx, Nester von La mit Einschlüssen von Kz, Spuren von Am, reichlich klarer Ti, in Zwickel vereinzelt Ca, MO)
- 489: Pegmatit mit Bi und Mu
- 493: Aplit
- 494: Glimmerschiefer (Mu, Q, Quer-Bi, Nester von D-Si)
- 497: Pegmatit und Schriftgranit
- 498: Pegmatit
- 502: Pegmatit mit Mu
- 503: Paragneis, gebändert (Q-reiche Lagen und Lagen reicher an Mi, Ol-And, Bi, Mu und G)
- 504: Glimmerschiefer (Se-Mu, Q mikrokristallin und in mm-großen Körnern)
- 505: Quarzit, feinkörnig (Q, wenig Mu und Bi, akz. Ol, Ep, MO, Ap, Zi)
- 506: Glimmerschiefer (Lagen von Bi-Mu im Wechsel mit dünnen Lagen aus länglichen Q-Körnern, zusammen mit Glimmer Si und D, akz. Zi, Ap)
- 507: Pegmatit
- 508: Mu-Bi-Schiefer mit Äderchen von Q
- 509: Mu-Schiefer (Mu, wenig Bi, G chloritisiert, Flecken von Si)
- 510: Amphibolit (wie 439)
- 511: Paragneis, feinkristallin (Q, Ol z. T. sericitisiert, Bi, rosa G, akz. Mi, Ap)
- 512: Quarzit (ähnlich 511, nur viel weniger P, kein G)
- 513: Granit, schwach vergneist, mit pegmatoiden Partien (Mi, Ol, Q, Bi, akz. Mu in pegmatoiden Partien)
- 514: Granit, fein- bis mittelkörnig (Ol, Mi, Q, Bi, Mu, akz. Ap, T, Zi)
- 515: Pegmatit mit Mu und Bi
- 516: Granit, mittelkörnig (Ol, Mi, Q, Mu)
- 517: Si-Schiefer (Si, D, Bi, Mu, Q)
- 518: Pegmatit
- 519: Paragneis (Q, Ol, Bi- und Mu-reiche Schlieren, Co)
- 520: Amphibolit, silifiziert, sehr feinkörnig, deutlich geschiefert (grüne Ho z. T. mikrokristallin, z. T. porphyroblast., reichl. Q, wenig And-La, Q-Adern)
- 521: wie 520
- 522: Pegmatit mit Mu
- 523: Glimmerschiefer, granitisiert (Mu, Bi, Q, Ol, Mi)
- 524: Granit, mittelkörnig, mit Mu und Bi
- 525: Granit-Gneis, gangförmig in Glimmerschiefer, feinkörnig (Ol, Mi, Q, Mu, Bi, Ap, Zi)
- 527: Pegmatit mit Mu und Bi
- 528: Granit-Gneis (wie 525)
- 529: Granit, mittelkörnig, schwach vergneist mit Bi und Mu
- 530: Paragneis, feinkörnig (Ol, Mi, Q in z. T. großen Körnern, wenig G und Co, Zi, Ap)
- 531: Amphibolit, silifiziert (wie 520)
- 532: Gangquarz mit Mu
- 534: Pegmatit mit Mu
- 535: Pegmatit
- 536: Pegmatit mit Mu
- 538: Mu-Bi-Schiefer mit T
- 539: Pegmatit
- 541: Aplit
- 542: Pyroxenit (wie 488, nur etwas grobkörniger, P sericitisiert und saussuritisiert, reichlich Ho)
- 543: wie 542, granitisierte Partien mit Q und Mi
- 544: Granit, feinkörnig (Ol-And, Mi, Q, Bi, Mu, Ap, Zi)
- 545: Gangquarz mit Dravit
- 548: Pegmatit mit Mu und Bi

- 549: Pegmatit, vergneist  
550: Granit, feinkörnig, mit Bi  
551: Amphibolit (porphyr. P umgewandelt zu Ab und Q und Kz, Matrix: grüne Ho, Q-Linsen, Ab, MO, Ap, rosa G porphyroblast.)  
553: Granit, feinkörnig (Mi > P, Mu, wenig Bi, Q, Ap)  
554: Amphibolit (porphyroblast. grüne Ho, Matrix: mikrokrist., grüne Ho, La, selten Q, MO, Ap)  
557: Amphibolit, mittelkörnig (grün-blaue Ho, And-La, Nester von Q, Ap, MO)  
558: Mu-Bi-Schiefer mit Linsen von Q-Si-D  
559: Talk-Schiefer, stark gefältelt  
560: Aplit mit Spuren von Mu  
561: Paragneis mit Mu und Bi  
563: Pegmatit  
564: Aplit  
566: Pyroxenit, granitisiert (Cpx korrod. in Matrix aus Mi, And, Q, z. T. schrifgranit. Gefüge, selten Am und Mu)  
568: Augengneis (Q, Mi in Matrix und porphyroblast., Bi, Spuren Mu, And-Ol, MO, Ap, Zi)  
569: Pegmatit  
570: Augengneis (wie 568)  
571: Augengneis (wie 568)  
572: Augengneis (wie 568)  
573: Paragneis, gebändert, mit Bi-Mu-reicheren Zwischenlagen  
575: wie 573  
576: Chalcedon  
579: Quarzit (feinkörn. Q-Matrix mit wenig Ol und Bi)  
580: Quarzit, feinkörnig mit Q-Äderchen  
582: Augengneis (wie 568)  
583: Quarzit, sehr feinkörnig, mit wenig Mu  
584: Granit, z. T. pegmatoid mit Mu > Bi  
586: Quarzit, mittelkörnig (Q, D, wenig z. T. geblichener Bi)  
588: Turmalinit mit Q-reichen Partien  
590: Glimmerschiefer, sehr stark gefältelt (Matrix aus Q und Mu, Bi chloritisiert, reich an Einschlüssen von Q, porphyroblast., St teilweise bis vollständ. sericitis. und chloritis., porphyroblast., Nester von schwach veränd. Co, akz. MO, Ep, D)  
594: Pegmatit mit Schrifgranit, schwach vergneist  
596: Si-Schiefer (wie 517, mit Linsen und Äderchen von Q)  
600: Paragneis, gebändert (Q, Mi, wenig Ol, Bi, Mu in dünnen Lagen)  
601: Granit, schwach vergneist (Mi, Ol, Q, Bi, Mu, Ap, Zi)  
602: Schrifgranit mit T und Ap  
603: Augengneis (wie 568)  
604: Gangquarz mit Py  
607: Granit-Gneis, feinkörnig (Mi, Q, Ol, Bi, wenig Mu, Ap, Chl)  
611: Quarzit (wie 583)  
612: Quarzit, feinkörnig, mit Spuren von Mu und Bi  
613: Pegmatit  
614: Amphibolit, sehr feinkörnig, geschiefert (grüne Ho, La-And nestförmig von Q verdrängt, akz. Kz, Ap, Zi, MO)  
619: Amphibolit, schwach geschiefert (porphyr. wenig verändert, La-And, zwei Generationen grüner Ho und Ak, Ak verdrängt porphyr. P und Ho, Ab, Q, MO, Ap)  
620: wie 619  
624: Quarzit, feinkörnig, mit Limonit  
625: Quarzit, mittelkörnig, mit Mu und Spuren von Bi  
626: Amphibolit, feinkörnig (grüne Ho, And-La, Ti)  
627: wie 626  
628: Granit, mittelkörnig, mit Mu und Bi

- 629: Quarzit, mittelkörnig, Py limonitisiert  
631: Glimmerschiefer (Q, Bi > Mu, Zi radioakt., G limonitis., MO, T)  
632: Quarzit, wechselnde Korngröße (Q, wenig Mu, Spuren Bi, T, MO)  
633: Pegmatit  
634: Granit, feinkörnig (Q, Mi, Ol stark korrod., Bi, Mu, Zi)  
635: Mu-Schiefer mit wenig Bi und Linsen von Q  
636: Pyroxenit (Cpx in größeren Körnern in feinkrist. Matrix aus grüner Ho, Ak und Ti)  
637: Gangquarz mit Hä  
638: Quarzit, feinkörnig, mit Mu  
640: Quarzit (wie 624)  
641: Quarzit, feinkörnig (Q, Mu, T)  
642: Schriftgranit  
644: Amphibolit (wie 619)  
645: Turmalinit mit Gangquarz  
646: Graphit-Phyllit mit Quarzgang (T, Mu und wenig Bi am Kontakt)  
647: Turmalinit  
648: Granit, mittelkörnig, mit Bi und Mu  
649: Amphibolit, sehr feinkörnig, geschiefert (grüne Ho, La-Ol., akz. Q, MO, Ti)  
650: Amphibolit (wie 557)  
651: Mu-Schiefer mit dünner Zwischenlage von Quarzit mit Mu  
653: Aplit  
654: Amphibolit, feinkörnig, geschiefert  
656: Pyroxenit mit Am (wie 556)  
657: Turmalinit (Verdelit)  
658: Paragneis (Q, Mi, Bi, wenig Ol, einzelne Lagen sehr Q- bzw. Bi-reich)  
659: Glimmerschiefer (Mu, Q, Chl, Linsen von Q)  
660: Amphibolit, mikrokristallin (Ak-Matrix mit Q, akz. Ap, rosa G porphyroblast.)  
662: Glimmerschiefer (Q, Bi z. T. chloritisiert, G und St porphyroblast.)  
663: Se-Mu-Schiefer mit T und Q-reichen Lagen  
664: Amphibolit, stark silifiziert (grüne Ho, Ak, Q, Kz-Ep, Ab, Spuren von Mi, Ti)  
665: wie 664 (Ho stark chloritisiert)  
667: Amphibolit, feinkörnig (grüne Ho, La-And, Bi, Ti, Ap)  
668: Paragneis, gebändert, mit Bi  
669: Granit, feinkörnig („Typ Kabaya“ nach P. CORMINBOEUF) (Mi, Ol, Bi, wenig Mu, Q, Ap, Zi), schwach vergneist  
670: Se-Schiefer (Matrix aus Se mit deform. und randl. sericitis. Quer-Mu, Q)  
671: wie 670 (kein Mu, etwas mehr Q)  
672: wie 670  
673: Granit, fein- bis mittelkörnig mit Bi > Mu  
674: Amphibolit (porphy. La-And, Matrix: grüne Ho, And, akz. Q, Ap)  
676: Augengneis mit Bi  
678: Pegmatit  
679: Paragneis, schwach gebändert (M, Se, Ab, Q, Bi)  
680: Granitgneis mit Bi und Mu  
682: Amphibolit, mittelkörnig, geschiefert (grüne Ho z. T. porphyroblast., aktinolithisiert und von sek. Q korrod., reichl. MO und Ti)  
683: Amphibolit, feinkörnig, geschiefert  
684: Se-Schiefer mit großen Körnern von Q und Bi-Chl-reichen Lagen  
685: Amphibolit, feinkörnig, geschiefert, schwach silifiziert  
686: Glimmerschiefer, grau (Se-Mu, G porphyroblast., Linsen und Adern von Q)  
689: Augengneis mit Bi  
690: Amphibolit, feinkörnig, geschiefert  
691: Amphibolit, sehr feinkörnig (Matrix: Relikte von grüner Ho, Ak-Sonnen, Q)  
692: Glimmerschiefer (Mu, Q, St)  
693: Quarzit, sehr feinkörnig, kataklastisch, Klüfte mit Q verheilt

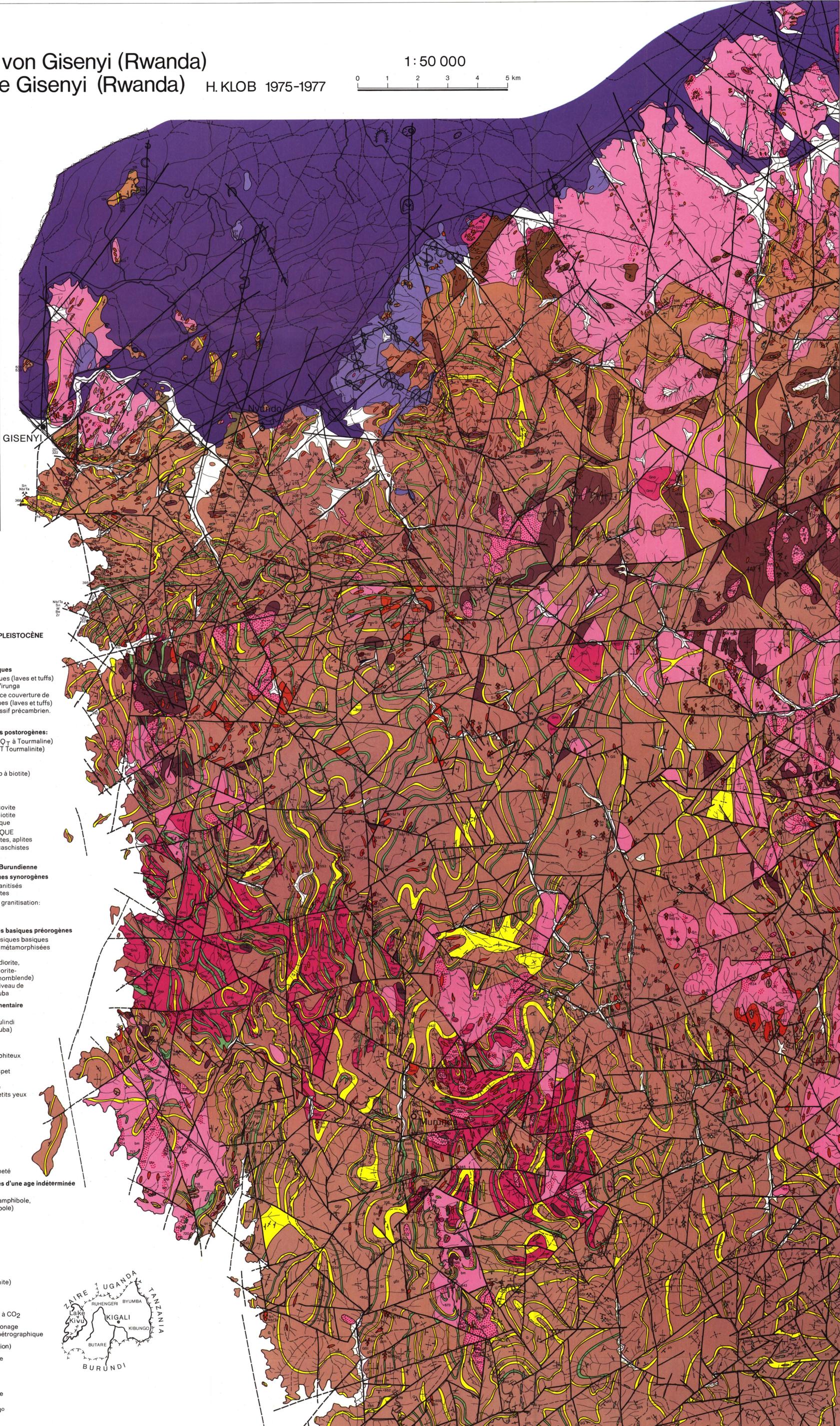
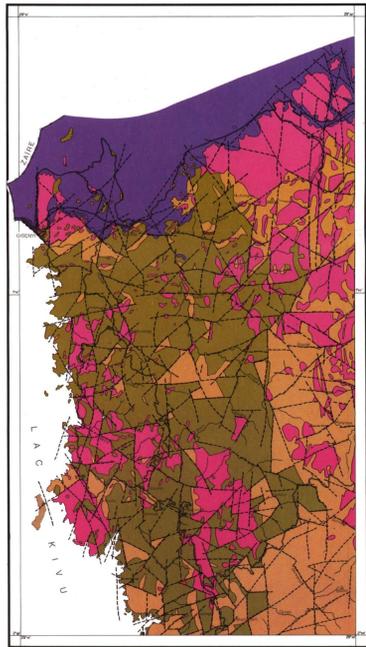
- 694: Gangquarz, Q z. T. in Rosetten  
696: Amphibolit, wie 691  
697: wie 691  
698: wie 691, sehr stark silifiziert  
699: Glimmerschiefer (Mu, Bi, Q, G, St)  
700: Quarzit, feinkörnig  
702: Amphibolit, feinkörnig, stark silifiziert (Matrix mit sek. Q, wenig Mi, Ol, relik. grüne Ho, lange Nadeln von Ak, MO)  
703: Amphibolit (porphyr. P, saussuritis., Matrix: P, Kz-Ep, grüne Ho, Kz-Ep)  
704: wie 703, akz. Chalcopyrit tropfenförmig in Zwickel  
705: wie 703, porphyr. P selten  
706: Glimmerschiefer (Bi, Q, D)  
708: Pegmatit, albitisiert  
709: Amphibolit mit porphyr. P  
710: Amphibolit, selten porphyr. P, Relikte von Cpx  
713: wie 710  
714: Amphibolit, feinkörnig, geschiefert  
715: Amphibolit, feinkörnig (La-And, grüne Ho, Bi, akz. Q, Ap, MO, stark chloritisierte Partien)  
717: Quarzit, feinkörnig (Q, Se, Py)  
718: Amphibolit (mit porphyr. P)  
720: Aplit mit wenig Mu  
722: Pegmatit mit Bi und Mu  
723: Leukogranit mit Spuren von Bi und Mu  
724: Paragneis, fein gebändert mit Bi-reichen Zwischenlagen  
725: Gangquarz mit Py  
726: Amphibolit mit porphyr. P  
727: Amphibolit, feinkörnig, geschiefert (grüne Ho, And-La, Ap)  
728: Amphibolit mit porphyr. P  
729: Amphibolit, sehr feinkörnig (Am, Q, wenig Ol-And), stark silifiziert  
730: Amphibolit, feinkörnig, geschiefert  
731: Amphibolit, mittelkörnig, mit porphyroblast. grüner Ho  
732: Glimmerschiefer, fein gebändert (Q, Bi, Mu mit Co-reichen Kartien und St porphyroblast.; Se-Mu-Lagen und Q-Mu)  
733: Amphibolit, feinkörnig, mit porphyroblast. Ho  
810: Augengneis mit Bi  
811: Quarzit mit G-reichen Lagen  
812: Amphibolit mit porphyr. P, Ti  
814: Amphibolit mit porphyr. P  
815: Amphibolit mit porphyr. P, Co in Matrix  
816: wie 815  
817: Amphibolit, feinkörnig, silifiziert (grüne Ho, wenig And-La, Q-reiche Partien, Ti)  
822: Quarzit (Q-Matrix mit inhomogener Korngröße, wenig Mu, MO)  
826: Paragneis, gebändert (Q, Mi, Ol, Bi > Mu, viel Ap)  
827: Aplit  
841: Glimmerschiefer (Mu- und Bi-reiche Lagen, Pegmatit-Gängchen und Gangquarz)  
843: Amphibolit, feinkörnig, geschiefert  
845: Augengneis (Granit, vergneist mit metasomat. porphyroblast. Mi, Q, Bi, weniger Mu, P zersetzt, Mi)  
848: Amphibolit mit porphyr. P  
849: Se-Schiefer (Se, Q, Quer-Bi)  
851: Amphibolit (porphyroblast. grüne Ho in Matrix von grüner Ho, P zersetzt, Ak)  
852: Q-Phyllit, grau-grün (Se, Gr, Chl, Q, Quer-Bi)  
853: Glimmerschiefer, mit phyllit. Aussehen auf Schieferungsflächen (Q, Se-Mu, Gr, Quer-Bi)

- 854: Se-Phyllit (Mu-Schiefer), grau (Se-Mu, G porphyroblast., St porphyrobl. mit Einschlüssen von G, Quer-Bi)
- 855: Amphibolit mit porphyr. P
- 877: Glimmerschiefer (wie 853)
- 900: Pyroxenit (wie 636, nur stark granitisiert: Matrix aus Q und Mi mit Nestern korrodierter Cpx und Am)
- 901: Amphibolit, feinkörnig, geschiefert (And-La, grün-blaue Ho)
- 902: Quarzit, feinkörnig, mit Py
- 903: Mu-Schiefer mit Q-Gängchen
- 910: Di-Quarzit
- 930: Glimmerschiefer, mit Bi und Mu, granitisiert
- 932: Aplit mit Q-Gängchen
- 934: Gangquarz mit Mt, Mt z. T. hämatisiert
- 935: Aplit
- 936: Quarzit mit Py
- 937: Pegmatit, albitisiert
- 938: Granit, mittelkörnig (Q, P saussuritisiert, Mi, Bi > Mu, Ap)
- 939: Pegmatit mit stark vertalkter Partie
- 942: Quarzit, sehr feinkörnig, mit Q-Pz-Adern
- 943: Pyroxenit, granitisiert (wie 566)
- 945: Paragneis, gebändert (mit dünnen Mu-Se-reichen Lagen)
- 946: Turmalinit mit Gangquarz
- 947: Quarzit, feinkörnig, geschiefert, mit Py
- 948: Paragneis (mit Bi, Q, Mi, zersetzter Ol, Nester mit Q und Se)
- 949: Quarzit, fein- bis mittelkörnig, mit wenig Se
- 951: Peridotit, mikro- bis feinkristallin (Olivin, Cpx, Ap)

# Geologische Karte von Gisenyi (Rwanda) Carte géologique de Gisenyi (Rwanda)

H. KLOB 1975-1977

1:50 000



- Vulkanite der Virunga-Kette
- Granitische Gesteine
- (jüngere untere Serie des Burundien, Präkambrium (Quarzit von Mulindi))
- ältere untere Serie des Burundien, Präkambrium (Quarzit von Nduba)

## HOLOZÄN UND PLEISTOZÄN

- Alluvionen
- Eiserner Hut
- Vulkanite (Laven und Tuffe) der Virunga-Kette
- Zonen dünner Überlagerung des präkambrischen Grundgebirges durch Vulkanite (Laven u. Tuffe)

## PRÄKAMBRIUM

### postorogene Intrusivgesteine

- Quarzgang (Q<sub>T</sub> mit Turmalin) (T Turmalinit)
- Pegmatit
- Aplite (m mit Muscovit, b mit Biotit)
- GRANIT
- b mit Biotit
- m mit Muscovit
- bm mit Biotit > Muscovit
- mb mit Muscovit > Biotit
- γ vergneist
- GRANITZONE
- reich an Pegmatit, Aplite und Resten granitisierter Schiefer

### Untere Burundische Serie

- Synorogene granitische Gesteine
- Glimmerschiefer granitisiert reich an Pegmatiten
- Zone starker Granitisation: γ Paragneiss
- Gno Augengneiss

### Präorogene basische Intrusiva

- Intermediäre bis basische meist metamorph überprägte Ganggesteine (Hornblende-Gabbro, -Diorit, -Quarzdiorit, -Dioritporphyrit (π) im Liegenden des Quarzites von Nduba)

### Metasedimente

- ARENITE
- Quarzit (von Mulindi von Nduba)

### PELITE

- Glimmerschiefer graphitischer
- Glimmerschiefer
- Glimmerschiefer mit phyllitischem Aussehen
- Graphitphyllit
- Glimmerschiefer mit Quarzäugen
- quartzreich
- mit Granat
- mit Staurolit
- mit Sillimanit
- mit Cordierit
- mit Andalusit
- mit Disthen
- mit Turmalin
- Mta Glimmerschiefer fleckig

### Intrusiva unbestimmten Alters

- Syenit (Alcalihornblende-Syenit Hornblendesyenit)
- Indikation von
- Sn Cassiterit
- W Wolframit
- Nb/Ta Columbit
- Au Gold
- Be Beryll
- Ilm Ilmenit
- Zr Zirkon
- Fe Eisen (Pyrit, Limonit)
- mica Muscovit
- x Bergbau
- Q Thermalquelle mit CO<sub>2</sub>
- 370 petrographisch untersuchte Probe
- Störung (Photolinéation)
- geologische Begrenzung
- Synkinalachse
- Antikinalachse
- Fallzeichen

## HOLOCÈNE ET PLEISTOCÈNE

- Alluvions
- Chapeau de Fer
- Roches Volcaniques**
- Roches volcaniques (laves et tuffs) de la chaîne de Virunga
- Zones d'une mince couverture de roches volcaniques (laves et tuffs) au dessus du massif précambrien.

## PRÉCAMBRIEN

### Roches intrusives postorogènes:

- Filon de Quartz (Q<sub>T</sub> à Tourmaline) (T Tourmalinite)
- Pegmatite
- Aplite (m à Muscovite, b à biotite)
- GRANITE
- à biotite
- à muscovite
- à biotite > muscovite
- à muscovite > biotite
- à l'aspect gneissique
- ZONE GRANITIQUE
- riche en pegmatites, applites et relicats de micaschistes granitisés

### Série Inférieure Burundienne

- Roches granitiques synorogènes**
- Micaschistes granitisés riche en pegmatites
- Zone d'une forte granitisation: Paragneiss
- Gneiss cœillé

### Roches intrusives basiques préorogènes

- Roches hypabyssiques basiques à intermédiaires métamorphosées
- (Méta-Gabbro, -diorite, -quarzdiorite, -dioriteporphyrite (π) à hornblende) en dessous du niveau de Quartzite de Nduba

### Série métasédimentaire

- Quartzite (de Mulindi de Nduba)

### Micaschistes

- micaschiste graphiteux
- micaschiste d'aspect phyllitique
- graphite-phyllite
- micaschiste à petits yeux de quartz
- quartzueux à grenat
- à staurolite
- à sillimanite
- à cordierite
- à andalusite
- à disthène
- à tourmaline
- micaschiste tacheté

### Roches intrusives d'une age indéterminée

- syénite (alcalisyénite à amphibole, syénite à amphibole)
- indication de
- Cassiterite
- Wolframite
- Columbite
- Or
- Béryll
- Ilménite
- Zircon
- Fer (pyrite, limonite)
- Muscovite
- Mine
- Source thermique à CO<sub>2</sub>
- Point d'échantillonnage pour une étude pétrographique
- faille (photolinéation)
- limite géologique
- axe synclinal
- axe anticlinal
- direction et pente

0° - 9° 10° - 29° 30° - 59° 60° - 80° 81° - 90°



# CARTE PHOTOGEOLOGIQUE - TECTONIQUE

de la zone entre Gatumba et Ruhengeri ( Zone des vallées de Nyabarongo et Mukungwa)

# PHOTOGEOLOGISCHE - TEKTONISCHE KARTE

der Zone zwischen Gatumba und Ruhengeri ( Talzone des Nyabarongo und des Mukungwa)



- Holocène et Pleistocène:
- ALLUVIONS
  - ROCHES VOLCANIQUES DE VIRUNGA
- Roches intrusives:
- PEGMATITES
  - GRANITES
  - ROCHES VERTES (Hornblende-Métadiorites)

- Holozän und Pleistozän:
- ALLUVIONEN
  - VULKANITE des VIRUNGA
- Intrusivgesteine:
- PEGMATITE (schwarz)
  - GRANITE
  - GRÜNGESTEINE (Hornblende-Metadiorite)

- Série Inférieure Burundienne:
- Arenites: QUARTZITE de Nduba (Nd) QUARTZITES de la base
  - Pérites: MICASCHISTES en dessous et au dessus de QNd Schistes graphiteux de la base

- Untere Burundische Serie:
- Arenite: QUARZIT von Nduba (Nd) Basis-QUARZITE
  - Pelite: GLIMMERSCHIEFER im Hangenden und Liegenden des QNd Graphitschiefer der Basis

- Failles observées sur les photos aériennes (Photo-linéations)
- Pendage
  - Axe de pli

- Störungen auf Luftbildern beobachtet ( Photolineationen )
- Schichtfallen
  - Faltenachse

