

GOUDAFZETTINGEN IN SURINAME

(GOLD DEPOSITS IN SURINAM

with an English Summary)

BY

J. W. BRINCK

INHOUDSOPGAVE.

	Blz.
Voorwoord	7
Inleiding	9
A. Algemeen	9
B. Morphologie	10
C. Geologie	11
1. Recente en subrecente afzettingen	11
2. Zanderij-Formatie	12
3. Jonge Intrusiva	12
4. Roraima-Formatie	12
5. Basaal-Complex	12
a. Metamorphe, sedimentaire gesteenten	13
b. Metamorphe, vulkanische gesteenten	13
c. Granietische en migmatietische gesteenten	14
D. De goudhoudende afzettingen in Suriname	15
1. Algemene gegevens	15
2. De geschiedenis van het goudonderzoek in Suriname.	19
3. De verspreiding van de goudvindplaatsen in Suriname	22

DEEL I.

HOOFDSTUK I.

De vindplaatsen van goud langs de grote rivieren van Oost-Suriname	26
Inleiding	26
A. Waarnemingen in en langs de rivieren Marowijne, Lawa, Tapanahoni, Paloemeu, Tapanani en in het zuidelijk grensgebied	27
1. Morphologie	27
2. Geologie	31
3. De goudhoudende alluviale afzettingen	35

	Blz.
B. De concessie Doorson, ten Zuiden van het Nassau-gebergte	35
C. De concessie Ettenberg aan de Lawa-rivier	39
D. De concessie Bonaparte aan de Tapanahoni-rivier	40
E. Doorsteek van Poeketti naar de Gonini-rivier, in de richting S 50 E	40

HOOFDSTUK II.

Het concessiegebied aan de Boven-Lawa	42
Inleiding	42
A. Morphologie	44
1. Abanna- of Rivierterrassenlandschap	44
2. Lucas- of Dolerietgangenlandschap	44
3. Brokolonko- of Schistbergenlandschap	44
B. Geologie	45
1. Recente en subrecente afzettingen	45
a. Jongste alluviale afzettingen	45
b. Rivier- en kreekterrassen	48
c. Colluviale- en residuaire afzettingen	50
2. Dolerietgangen	53
3. Basaal-Complex	54
a. Graniet no. 1	54
b. Kwartsgangen	55
c. Balling-Formatie	56

HOOFDSTUK III.

De concessies langs de Lands Spoorbaan tussen Km 93—133.	57
Inleiding	57
A. Morphologie	60
1. Tempati- of Schistheuvellandschap	61
2. Sabanpassi- of Subgrauwackenlandschap	62
3. Maikaboeka- of Granietkopjeslandschap	63
4. Brokolonko- of Schistbergenlandschap	63
5. Lucas- of Dolerietgangenlandschap	64
B. Geologie	64
1. Recente en subrecente afzettingen	64
a. Alluviale afzettingen	64
b. Colluviale afzettingen	68
c. Residuaire afzettingen	68

	Blz.
2. Zanderij-Formatie	68
3. Dolerietgangen	68
4. Basaal-Complex	69
a. Orapu-Formatie	70
a'. Grosgroep	71
b. Balling-Formatie	73
c. Granieten	73
5. Tectoniek van het Mindrinetti goudgebied	75
C. Primaire goudafzettingen	77
1. De kwartsaders en primaire goudafzettingen van het Mindrinetti-goudgebied en Savannah Mine No. 1	78
a. Kwartsaders en primaire goudafzettingen in het heuvel- gebied van De Jong Noord, Guyana Goud Placer en Savannah Mine No. 1	78
α. Schorlietzone	79
β. Noutoe-goudkwartszone	79
γ. Blauwe goudkwartszone	81
δ. Caro-goudkwartszone	82
ε. Maiden-toermalijnkwartszone	86
b. Kwartsaders en primaire goudafzettingen in het gebied van De Jong Zuid, Gros Placer en Mayo Placer	87
α. De Jong Zuid	88
β. Gros Placer	91
γ. Mayo Placer	92
c. Kwartsaders van de savannengordel	93
d. Kwartsaders van het granietgebied ten westen van Km 109 L. S.	95
2. De goudhoudende kwartsaders, 1 km ten westen van Km 124,3 L. S.	95
Samenvatting en conclusies	98

HOOFDSTUK IV.

Het gebied tussen Kabaleborivier en Matappikreek	101
Inleiding	101
A. Morphologie	102
B. Geologie	102
1. Demerara-Formatie	102
2. Zanderij-Formatie	104
3. Dolerietgangen en -sills	105
4. Basaal-Complex	106
a. Orapu-Formatie	106
b. Balling-Formatie	108
c. Graniet No. 2	110
Conclusies uit het veldonderzoek Deel I	111

DEEL II.

Inleiding	Blz. 113
---------------------	-------------

HOOFDSTUK I.

De granieten	115
Inleiding	115
A. Microscopisch onderzoek	117
1. De granieten	117
2. De kwartsdiorieten en -porfierieten	122
B. Chemisch onderzoek van een aantal granieten en kwartsdiorieten	124

HOOFDSTUK II.

Contactmetasomatische gesteenten van het Mindrinetti-goudgebied en de verweringsproducten van deze gesteenten.	130
Inleiding	130
1. Stollingsgesteenten	130
2. Metamorphe sedimentaire gesteenten	130
a. Regionaal-metamorphe gesteenten	131
b. Contactmetamorphe en -metasomatische gesteenten	131
α. Kaolien-sericiet-kwartskleien, zandstenen en conglomeraten uit de savannengordel	132
β. Kaolien-sericiet-kwarts- tot kwarts-sericiet-kaolienkleien	132
3. Jonge sedimentaire gesteenten	133
A. Mineralogisch onderzoek	134
1. Microscopisch onderzoek	134
a. De gesteenten uit de kernboring bij Gros (WF I)	134
b. Het gesteente van de kernboring bij De Jong Zuid (LB 65)	139
c. Microscopisch onderzoek van de verweringskleien	143
2. D. T. A.- en Röntgenonderzoek van de verweringskleien.	146
B. Korrelgrootte-onderzoek van de verweringskleien	152
C. Chemisch onderzoek	157
D. Samenvatting en conclusies	167

HOOFDSTUK III.

	Blz.
De goudhoudende en geassocieerde kwartsgangen en enkele afwijkende typen van goudafzettingen	170
Inleiding	170
A. Het kwartsonderzoek	170
1. Goud- en/of pyriethoudende kwartsgangen	175
2. (Goudhoudende-) blauwgrijze tot blauwe en blauwzwarte kwartsgangen	182
3. Toermalijnhoudende kwartsgangen (niet goudhoudend)	186
4. Ferberiethoudende kwartsgangen	187
B. Insluitselonderzoek van de kwartsgangen	190
1. Theoretische grondslagen	190
2. Methoden van onderzoek	196
a. De gasproef	196
b. Microscopisch onderzoek	197
c. Bepaling van de vormingstemperatuur van de insluitels	198
3. Resultaten van het onderzoek	202
a. Homogenisatie- en gasproeven	202
b. Morphologisch-microscopisch onderzoek	204
α. De kwartsaders van het Mindrinetti-goudgebied	206
β. De kwartsaders ten zuiden van het Mindrinetti-goudgebied	210
γ. De kwartsaders van de concessie van de Sarakreek Goudvelden N. V.	213
4. Samenvatting en conclusies van het insluitelonderzoek	214
C. Enkele andere typen van goudafzettingen	216
1. Het voorkomen van goud in niet of weinig verweerd gesteente	216
2. Het voorkomen van goud in sterk verweerde gesteenten	218
D. Samenvatting van de typen van goudhoudende afzettingen	220

HOOFDSTUK IV.

De genese van het goud	221
Inleiding	221
1. Granietische intrusie	223
2. Contactmetasomatische verschijnselen en de vorming van de goudhoudende kwartsgangen	224
3. De afbraak van de primaire goudhoudende afzettingen en de vorming van de placerafzettingen	227

SUMMARY.

	Blz.
The gold deposits in Surinam and the distribution of concessions through the country	228
A. Secondary deposits	231
1. Deposits formed as a result of mainly mechanical transport	231
a. Alluvial deposits	231
α . recent alluvial deposits	231
β . terrace deposits	232
b. Colluvial deposits	232
2. Deposits formed as a result of mainly chemical supergene processes	233
a. Residual deposits	233
b. Gold-bearing, deeply weathered bedrock	233
B. Primary deposits, as a result of hypogene processes	234
1. Gold-bearing quartz veins, veinlets and lenses	235
a. Gold- and pyrite-bearing quartz veins	236
b. Gold-bearing blue quartz veins	237
c. Genetically related, tourmaline-bearing white quartz veins	237
d. Gold- and ferberite-bearing quartz veins	238
e. Genetically related, non-gold-bearing white quartz veins	238
Laboratory studies on the liquid and gaseous inclusions of the quartz veins	238
2. Gold-bearing bedrock	242
a. Gold-bearing pyrites in metasomatically altered wall rock of the gold- and pyrite-bearing quartz veins.	242
b. Gold-bearing bedrock	242
α . dolerites	242
β . granites and quartzdiorites	242
γ . conglomerates	242
C. Conclusions	243

VOORWOORD

Het hier beschreven veldonderzoek werd uitgevoerd in Suriname, in opdracht van het Welvaarts-Fonds Suriname; het hierop aansluitend laboratoriumonderzoek in het Mineralogisch-Petrologisch Instituut van de Rijksuniversiteit te Leiden.

Veel dank ben ik verschuldigd aan Professor Dr E. NIGGLI voor de grote vrijheid, die hij mij gelaten heeft bij het kiezen van de verschillende onderzoeksmethoden en zijn steun, zowel schriftelijk gedurende het veldwerk, als tijdens het dagelijks contact gedurende het laboratoriumonderzoek. Zijn stimulerende critiek heeft er veel toe bijgedragen, de in dit proefschrift neergelegde opvattingen te verhelderen.

Met name dank ik hier Ir H. SCHOLS, hoofd van de Geologisch-Mijnbouwkundige Dienst te Paramaribo en verder het gehele personeel aan deze Dienst verbonden, voor de prettige wijze van samenwerking en discussie gedurende het onderzoek in Suriname.

Het Centraal-Bureau Luchtkartering te Paramaribo stelde luchtfoto's ter beschikking ten behoeve van het onderzoek.

Zeer erkentelijk ben ik de directies van de verschillende goudmaatschappijen in Suriname, die mij toestonden op hun concessieterreinen onderzoekingen te verrichten. Een aantal monsters, afkomstig van het concessieterrein van de Sarakreek-Goudvelden N.V., die mij geschonken werden door Ir A. HERMANS, waren van groot belang voor het onderzoek.

Het zij mij op deze plaats vergund, mijn speciale dank uit te spreken aan de familie H. F. VAN ZUYLEN voor hun vriendschap en grote gastvrijheid gedurende mijn verblijf in Paramaribo.

De welwillende wijze, waarop Dr G. A. DEICHA mij gedurende mijn hiertoe gebracht bezoek aan het „Laboratoire de Géologie Structurale et Appliqué de la Sorbonne” te Parijs inleidde in de onderzoeksmethoden van gasvormige en vloeibare insluitsels in mineralen, waardeer ik ten zeerste.

Het Analytisch-Instituut T.N.O. te Delft voerde ten behoeve van het onderzoek belangeloos een drietal semiquantitatieve spectrografische analyses van mineralen uit.

De chemische analyses werden met grote nauwgezetheid uitgevoerd door Mevrouw Dr C. M. DE SMIT—KOOMANS en door Mejuffrouw B. HAGEMAN in het Petrochemisch laboratorium te Leiden; de essaais door Ir C. VAN KOOTEN in het laboratorium van de Geologisch-Mijnbouwkundige Dienst te Paramaribo.

De Röntgen-poederdiagrammen werden met zorg vervaardigd door de heer A. VERHOORN, terwijl de heer E. HEMMEN behulpzaam was bij het vervaardigen van de D.T.A.-opnamen. De heren M. DEYN Sr. en Jr. besteedden veel zorg aan het bewerken van een aantal dunne doorsneden en

polijstvlakjes. De correctie van de Nederlandse tekst werd verzorgd door de heer B. M. NOACH te Leiden, die van de Engelse tekst door Mejuffrouw M. B. KOLFF.

Bij het verzorgen van de figuren mocht ik gebruik maken van het vakmanschap van de heren W. F. TEGELAAR en J. HOOGENDOORN.

Aan hen allen betuig ik mijn hartelijke dank.

INLEIDING

A. ALGEMEEN

In opdracht van het Welvaarts-Fonds Suriname werd gedurende de perioden December 1950—September 1952 en September 1953—Januari 1954 een onderzoek verricht in verband met het voorkomen van goud in Suriname.

Het onderzoek stond onder supervisie van het hoofd van de Geologisch Mijnbouwkundige Dienst (G. M. D.) te Paramaribo, de heer Ir H. SCHOLS.

De resultaten van het onderzoek zijn samengevat in dit proefschrift.

Ze worden beschreven in twee delen.

Deel I bevat de resultaten van het veldwerk in Suriname, aangevuld met determinatief microscopisch onderzoek van enkele gesteenten en de resultaten van de luchtfoto-interpretatie van de bezochte gebieden.

Deel II bevat de resultaten van het laboratoriumonderzoek van een deel van het verzamelde materiaal. Dit laboratoriumonderzoek is uitgevoerd op de Mineralogisch-petrologische afdeling van het Geologisch-Mineralogisch Instituut der Rijksuniversiteit te Leiden, onder leiding van Prof. Dr E. NIGGLI. Van het verzamelde materiaal werden enkele, op grond van de uitkomsten van het veldwerk geselecteerde groepen gesteenten bewerkt.

Gedurende het onderzoek in Suriname deden we waarnemingen in de volgende gebieden:

1. De grote rivieren van Oost-Suriname en enkele concessie-terreinen langs deze rivieren, gedurende:
 - a. een Medisch-Wetenschappelijke Expeditie naar de zuidgrens van Suriname o. l. v. Dr D. C. GELJSKES. Aan deze expeditie was van de zijde van de Geologisch-Mijnbouwkundige Dienst de geoloog Dr V. C. DE MUNCK toegevoegd voor het verzamelen van algemeen geologische en petrologische gegevens.
 - b. twee reizen naar het concessiegebied van de Sarakreek-Goudvelden N. V. aan de Boven-Lawa.
2. De concessieterreinen van de Sarakreek-Goudvelden N. V. aan de Boven-Lawa.
3. Het gebied langs de Lands-Spoorbaan tussen Km 93 en Km 133. In dit gebied worden primaire goudvindplaatsen geëxploiteerd. Dientengevolge lag hier het zwaartepunt van het onderzoek.
4. Het gebied tussen de Kabaleborivier en de Matappikreek, beide zijtakken van de Corantijnrivier.

Bij het onderzoek maakten we gebruik van luchtfoto's van het Centraal Bureau Luchtkaartering (C. B. L.) te Paramaribo, op schaal 1:40 000 en hieruit vervaardigde kaarten (1:40 000 en 1:100 000). De gegevens van deze kaarten werden later overgebracht op de officiële kaartbladen van het C. B. L.

Gedurende het onderzoek bestond een nauwe samenwerking met deze dienst zowel als met de Geologisch Mijnbouwkundige Dienst.

Voor het gebied ten Zuiden van 4° N.B., dat niet door luchtfoto's wordt bestreken (Tapanahoni en het zuidelijk grensgebied), werd gebruik gemaakt van oude expeditiekaarten (1:100 000).

Bij het onderzoek in het gebied langs de spoorbaan stond een ploeg arbeiders van de G. M. D. ter beschikking; in de andere bezochte gebieden werd voornamelijk gebruik gemaakt van plaatselijk aangeworven arbeidskrachten.

Bij de verwerking van de waarnemingen in de verschillende hoofdstukken van Deel I is de volgende indeling aangehouden:

- Inleiding, waarin algemene gegevens betreffende de bezochte gebieden.
- Morphologie, waarin de luchtfoto-interpretatie, aangevuld met op de morphologie betrekking hebbende veldwaarnemingen.
- Geologie, waarin de stratigrafische indeling, de voorkomende gesteenten en hun verspreiding.

De goudhoudende afzettingen zijn hierbij zoveel mogelijk in hun geologisch verband gelaten. De secundaire vindplaatsen van goud (placerafzettingen) zijn behandeld tezamen met de formaties, waarin zij voorkomen. Voor de primaire afzettingen was dit niet altijd mogelijk. Deze zijn behandeld, tezamen met de kwartsgangen waaraan zij zijn gebonden.

De morphologische en geologische indelingen zullen hier kort worden toegelicht.

B. MORPHOLOGIE

In tropische, dichtbegroeide gebieden, waar ontsluitingen van weinig of niet verweerd gesteente schaars zijn, is de morphologie van de vaak moeilijk toegankelijke gebieden een belangrijk hulpmiddel bij de geologische interpretatie van deze gebieden.

Suriname is zo'n gebied, waar het mogelijk is gebleken, op grond van luchtfotointerpretatie, gecombineerd met veldwaarneming een aantal landschappen te onderscheiden, waaruit de geologische gesteldheid van grote gebieden bij benadering kan worden bepaald. Deze indeling in landschappen is uitgewerkt door het Centraal Bureau Luchtkaartering, in samenwerking met de verschillende gouvernementendiensten in Suriname, voorlopig tot het gebied ten Noorden van 5° N.B. en resulteert in de herkenning van een twaalfstal landschappen. (De Landschappen van Noord-Suriname, door Ir J. J. VAN DER ELJK, 1954.) VAN DER ELJK geeft de volgende definitie voor een landschap:

„Een landschap is een gebied, dat tengevolge van zijn geologische vorming morfologisch een eenheid vormt, gekenmerkt door een bepaald gesteente en een bepaald, voor dat gebied karakteristiek scala in bodemgesteldheid en begroeiing.”

In de meeste landschappen komen in topografie, bodemgesteldheid en begroeiing sterk contrasterende terreingedeelten voor. Deze contrasterende terreingedeelten in een landschap noemt VAN DER ELJK landschapselementen. Bij de behandeling van de morphologie van de bezochte gebieden worden ze niet als zodanig, afzonderlijk besproken.

In vele gevallen zijn bij de op de kaarten aangegeven formatiegrenzen, in feite slechts de landschapsgrenzen aangegeven (bijv. granietgebied Km 109

L. S. figuur 22). De formatiegrenzen zelf zijn in de meeste gevallen niet ontsloten. Tabel 1 geeft een beeld van de verschillende geologische formaties en hun bijbehorende landschappen.

TABEL 1.
Stratigrafische indeling met de bijbehorende landschappen.

Hoofddeling	Formatie	Serie	Landschap
Jonge afzettingen	Demerara-		Kwatta-Nickerie-
	Coropina-		Lelydorp-Para-
Jong Tertiair?	Zanderij-(Nickerie-)		Abanna-Zanderij-
	Jongere Intrusiva dolerietgangen gabbro-sills		Lucas-?
Mesozoicum?	Roraima-		?
	Graniet no. 2		Maika Boeka-Tibiti-
	Orapu-	Rosebel-Grosgroep	Tempati-Sabanpassie
Basaal-Complex	Graniet no. 1		Tibiti
Prae-Cambrium	Balling-	Bonnidoro-Paramakka-Nassau-	Maikaboeka
			Tempati-Brokolonko-Brokolonko-

C. GEOLOGIE

De geologie van de verschillende gebieden wordt besproken naar aanleiding van de verschillende stratigrafische eenheden, die in Suriname worden onderscheiden. (Tabel 1 en geologische overzichtskaart) (SCHOLS en COHEN 1953, G. M. D. 1953, VAN DER EIJK 1954).

1. Recente en subrecente afzettingen

Onder deze naam werden in de onderzochte gebieden de alluviale, coluviale en residuaire afzettingen samengevat. In vele gevallen zijn deze af-

zettingen de belangrijkste goudhoudende afzettingen van de onderzochte gebieden.

De onderverdeling in Demerara-Formatie en Coropina-Formatie, zoals deze opgesteld werd voor de kustvlakte van Noord-Suriname, werd hier niet aangehouden.

2. Zanderij-Formatie

Waar de Zanderij-Formatie optreedt werd deze afzonderlijk geкартеert. Goudhoudende afzettingen zijn hierin echter niet aangetroffen.

3. Jonge Intrusiva

a. Dolerietgangen. Hiertoe worden jonge ca N—S gangen met diabaas of gabbrosamenstelling gerekend, die alle oudere formaties doorsnijden. Ze kenmerken zich door ophiëtisch of sub-ophiëtisch maaksel.

b. Dolerietsills. Dit zijn jonge basische intrusiva, met gabbrosamenstelling, die in de vorm van sills voorkomen in het westelijk deel van Suriname.

4. Roraima-Formatie

Hiertoe behoort de vrijwel horizontaal liggende zandsteenbedekking van de Tafelberg (IJZERMAN 1931). De in West-Suriname aangetroffen conglomeraten en kwartsieten, die HARRISON (1908) en BROWN (1875) tot de Roraima-Formatie rekenden, zijn in navolging van de G. M. D. gerekend tot het basaal complex (Orapu-Formatie).

Op de vraag, of een deel van de in Brits-Guyana als Roraima beschreven gesteenten misschien eveneens tot het basaal-complex gerekend moet worden zijn we hier verder niet ingegaan. Gezien de oudere beschrijvingen van deze afzetting in Brits-Guyana (HARRISON 1908) lijkt het echter niet onmogelijk.

5. Basaal-Complex

De gesteenten van het basaal-complex behoren tot het grote Guyaanse schild, dat zich uitstrekt over de drie Guyana's, een deel van Brazilië tot aan de palaeozoische gesteenten van het Amazonebekken in het zuiden en dat in Venezuela wegduikt onder de jonge alluviale afzettingen van de Orinoco.

In het zuiden wordt dit schild discordant begrensd door jongere — niet metamorphe sedimenten van het Gothlandicum (BRAJNIKOV, 1948). Het heeft dus zeker een praesilurische, waarschijnlijk praecambrische ouderdom.

In grote trekken kunnen in het schildgebied drie groepen van gesteenten worden onderscheiden:

- a. een groep van voornamelijk metamorphe, sedimentaire gesteenten.
- b. een groep van voornamelijk metamorphe, vulkanische en pyroklastische gesteenten.
- c. een groep van granietische en migmatische gesteenten.

De indeling van de geologische overzichtskaart van Suriname berust voornamelijk op deze indeling, waarbij de Orapu-Formatie groep a, Balling-Formatie groep b en de granietodiorieten groep c vertegenwoordigen. Bij de morphologische luchtfotointerpretatie blijken deze groepen zich ieder door bepaalde landschappen te kenmerken.

Deze indeling is echter niet geheel in overeenstemming met de in het

Jaarverslag van de G. M. D. 1953 gepubliceerde nieuwere indeling van het basaal-complex.

In dit jaarverslag worden de groepen a en b, die op de geologische overzichtskaart (SCHOLS en COHEN 1953) respectievelijk als Orapu-Formatie en Balling-Formatie zijn gekarteerd, onderverdeeld in vier series.

a. Metamorphe sedimentaire gesteenten.

Rosebel-serie. De Rosebel-serie bestaat uit meestal grove subgrauwackeschisten tot -conglomeraten, phyllietconglomeraten enz.

Een deel van deze serie kenmerkt zich door het zogenaamde Sabanpassi-landschap. Dit deel van de serie is hier „Grosgroep” genoemd. Het bestaat uit contactmetasomatisch veranderde gesteenten van de Rosebel-serie (Hoofdstuk III).

De Rosebel-serie wordt tot de Orapu-Formatie gerekend.

De Rosebel-serie ligt discordant op kwartsdiorieten, hetgeen ten westen van het Nassau-gebergte werd waargenomen door Dr V. C. DE MUNCK (SCHOLS en COHEN 1953). Ten Noorden hiervan is de Rosebel-serie intensief samengeploid met de Bonnidoro-serie.

Bonnidoro-serie. Deze serie bestaat uit conglomeraten, grauwacken, kwartsieten, glimmerschisten (al dan niet met granaat, stauroliet of hoornblende), kwartssericieteschisten, sericieteschisten, phyllieten en kleiig verweerde schisten.

De plaats in de stratigrafie van deze serie is nog niet met zekerheid bepaald. De serie is ouder dan de Rosebel-serie en jonger dan de Paramakka-serie. Daar zij niet discordant op de kwartsdiorieten werd waargenomen, terwijl gesteenten van deze serie in het gebied bij Brownsberg tezamen met gesteenten van de Paramakka-serie voorkomen (Brownskreek), die op hun beurt geïntroduceerd worden door kwartsdiorieten, wordt de serie hier tot de Balling-Formatie gerekend. Ook op de concessie terreinen van de Sarakreek-Goudvelden N.V. komen gesteenten van de Bonnidoro-serie voor, terwijl de Rosebel-serie hier geheel ontbreekt (Hoofdstuk II). De Intermediaire groep van de Orapu-Formatie (Hoofdstuk I), zoals DE MUNCK (1953) de groep gesteenten tussen Jorkakreek en Langatabbetje noemt, wordt tot de Bonnidoro-serie gerekend (Jaarverslag G. M. D. 1953).

b. Metamorphe vulkanische gesteenten.

Paramakka-serie. Deze serie bestaat uit een sterke afwisseling van metamorphe vulkanische gesteenten -zoals lava's, tuffen, agglomeraten, kwarts-gabbro's, porfirieten etc. en metamorphe sedimentaire gesteenten als schisten, phyllieten, kwartsieten en weinig grauwacken; plaatselijk overheerst het sedimentaire materiaal.

Nassau-serie. Deze bestaat uit metamorphe, vnl. basische en intermediaire lava's. De serie omvat tevens metamorphe kwarts-gabbro's, kwartsdolerieten, agglomeraten, tuffen en enig sedimentair materiaal, o.a. in de vorm van kwartsieten.

Op de geologische kaart volgens SCHOLS en COHEN is deze onderverdeling nog niet aangegeven. Tot de Orapu-Formatie wordt hier gerekend de Rosebel-serie en de Bonnidoro-serie (overwegend metamorphe sedimentaire gesteenten). Tot de Balling-Formatie behoren de overwegend metamorphe vulkanische gesteenten van de Paramakka- en Nassau-series.

Bij de in dit proefschrift gepubliceerde detailkaarten is de Bonnidoro-serie gerekend tot de Balling-Formatie, de Rosebel-serie tot de Orapu-Formatie. De onderverdeling in series is hierbij niet doorgevoerd, uitgezonderd voor de Grosgroep (figuur 22), die wordt opgevat als contactmetasomatisch veranderde Rosebel-serie.

c. Granietische en migmatietische gesteenten.

Op de geologische overzichtskaart van Suriname zijn deze gesteenten samengevat onder de naam granitodiorieten (SCHOLS en COHEN 1953). In de beschrijving wordt een onderscheid gemaakt tussen een graniet no. 2, gepaard aan migmatitisatie (post-Orapu-Formatie) en een graniet no. 1, gepaard aan migmatitisatie (post-Balling- en prae-Orapu-Formatie).

Deze indeling berust op de waarneming van Dr V. C. DE MUNCK ten noordwesten van het Nassau-gebergte, waar kwartsdiorieten discordant bedekt worden door gesteenten van de Rosebel-serie. Elders komen granietrolstenen voor in het polymiete Makambieconglomeraat van de Rosebel-serie. De kwartsdioriet is ouder dan de Rosebel-serie en wordt dientengevolge tot de graniet no. 1 gerekend.

Een jongere graniet dan de Rosebel-serie is met zekerheid aangetroffen in het gebied langs de spoorbaan, ten westen van Km 109 (Hoofdstuk III), terwijl ook elders in Suriname granieten voorkomen, waarvan aangenomen wordt, dat zij jonger zijn dan de Rosebel-serie (migmatietgebied in het zuidelijk gedeelte van Suriname (DE MUNCK 1953) en het gebied tussen Kabalebo en Matappikreek (Hoofdstuk IV)).

De verspreiding van de granieten 1 en 2 is echter nog niet bekend. Op de geologische overzichtskaart van Suriname naar SCHOLS en COHEN (1953) en IJZERMAN (1931) is voor de granietische gesteenten in het door SCHOLS en COHEN niet onderverdeelde basaal-complex, de indeling van deze gesteenten volgens IJZERMAN overgenomen.

IJZERMAN beschreef zeer uitvoerig de in Nederland tot die tijd aanwezige gesteenten-collecties van Suriname, tezamen met een gesteente-collectie die door hem persoonlijk was verzameld, voornamelijk langs de Surinamerivier, het Wilhelmina-gebergte en de Corantijnrivier.

Op grond van deze beschrijvingen en eigen waarneming komt hij tot de conclusie, dat het zuidelijk en zuidwestelijk deel van Suriname voornamelijk bestaat uit granietische gesteenten, met plaatselijk inschakelingen van gesteenten, die tegenwoordig tot de Orapu- en Balling-Formatie gerekend zouden worden.

Grote delen van dit zuidelijk deel van Suriname worden ingenomen door samenhangende granietische massieven (granitodiorieten).

IJZERMAN beschouwt de Surinaamse stollingsgesteenten als differentiatie-producten van eenzelfde oorspronkelijk magma (kalk-alkali-reeks).

IJZERMAN geeft een indeling van het gebied van de „granitodiorieten” in:

1. Gran-Rio-Massief, voornamelijk bestaande uit gesteenten met een granietische samenstelling.
2. Dioriet-facies van het Gran-Rio-Massief, voornamelijk bestaande uit gesteenten met een kwartsdiorietische samenstelling.
3. Gebied van de overblijvende granitodiorieten en orthogneisen.

Deze indeling is overgenomen op de geologische overzichtskaart volgens SCHOLS en COHEN, en IJZERMAN. De betekenis die eraan gehecht moet worden

is niet precies dezelfde als de betekenis die IJZERMAN er aan geeft. Langs de route van de Medisch-Wetenschappelijke Expeditie werden in dit gebied overwegend granietische en kwartsdiorietische gesteenten waargenomen. Daarnaast echter komen in zeer belangrijke hoeveelheden migmatieten en amphibool-lenzen in deze gesteenten voor, terwijl ook inschakelingen van gesteenten werden gevonden, die zeer veel overeenkomst vertonen met de gesteenten van respectievelijk Orapu- en Balling-Formatie.

De granieten en kwartsdiorieten van het graniet-migmatiet-complex blijken in verband met het voorkomen van goud niet van belang en worden hier niet verder behandeld.

DE MUNCK (1953) beschreef de gesteenten van het graniet-migmatiet-complex in een voorlopig verslag van de geologische resultaten van de Medisch-Wetenschappelijke Expeditie.

Naast de inhomogene graniet- en kwartsdiorietmassieven uit het zuidelijk en zuidwestelijk deel van Suriname, treft men vaak geïsoleerde lichamen van graniet en kwartsdioriet aan in het gebied, dat overwegend uit gesteenten van de Balling- en Orapu-Formatie is opgebouwd.

Deze laatste kenmerken zich door het ontbreken van brede migmatische contactzones of migmatietinschakelingen. Het zijn homogene kwartsdiorieten en granieten. De contacten zijn soms ontwikkeld als schollenzones, waarbij brokken van het geïntroduceerde gesteente (schollen) voorkomen in de kwartsdiorieten (Nassau-gebergte, Hoofdstuk I B). Elders zijn de geïntroduceerde gesteenten contactmetasomatisch beïnvloed (De Jong Zuid, Hoofdstuk III). Deze laatste granieten zijn intrusief in de nevengesteenten binnengedrongen en staan in genetisch verband met de goudafzettingen. De intrusieve granieten zowel als kwartsdiorieten worden beschreven in de verschillende hoofdstukken van Deel I en in Hoofdstuk I van Deel II. De contactmetasomatisch veranderde gesteenten van het gebied langs de spoorbaan worden beschreven in Hoofdstuk III (Deel I) en Hoofdstuk II (Deel II).

Zowel de graniet no. 2 (Km 109 L. S.) als de kwartsdioriet no. 1 (Nassau-gebergte) worden begeleid door genetisch in verband met deze intrusieve gesteenten staande gemineraliseerde goudkwartsgangen, in de periferie van de contacten met het geïntroduceerde nevengesteente.

Op grond van het aanwezig zijn, dan wel het ontbreken van een goudmineralisatie kunnen de granieten niet op ouderdom worden ingedeeld.

Op grond van het voorkomende graniettype blijkt wel een indeling gemaakt te kunnen worden tussen granietische gesteenten met of zonder een hieraan gepaard gaande goudmineralisatie.

De granieten van het migmatiet-granietgebied hebben over het algemeen geen, de intrusieve granieten wel een goudmineralisatie veroorzaakt.

D. DE GOUDHOUDENDE AFZETTINGEN IN SURINAME

1. Algemene gegevens

De goudindustrie in Suriname dateert van omstreeks 1874, toen een van gouvernementswege uitgezonden expeditie naar de Marowijne-rivier haar doel bekroond zag doordat exploiteerbare goudhoudende alluvia konden worden aangetoond. De toenmalige gouverneur van Suriname, Jhr C. A. VAN SJPENSTILN, wordt terecht beschouwd als de schepper van deze tak van mijnbouw in Suriname.

Een uitvoerig overzicht van de geschiedenis van de goudindustrie tot 1908 is gegeven door J. A. POLAK (1908). Vanaf 1874 tot omstreeks 1910—1912 werden steeds grotere jaarproducties van goud geregistreerd, culminerend in een jaarlijkse productie tussen 1000 en 1200 kg goud. Daarna nam de productie geleidelijk af. De laatste jaren bedroeg de goudproductie ca 200 kg per jaar.

1946	144.581 g goud
1947	128.398 g goud
1948	129.927 g goud
1949	118.008 g goud
1950	141.391 g goud
1951	201.991 g goud
1952	190.625 g goud
1953	201.611 g goud
1954	210.599 g goud

Het merendeel van het goud wordt geëxploiteerd op secundaire ligplaats (placer-afzettingen). Daarnaast worden in mindere mate ook primaire goudvindplaatsen geëxploiteerd.

Het goud komt als placer-afzetting voor in de grindlaag van de alluviale afzettingen en in de colluviale gradings langs de heuvelhellingen.

Het goud komt gedegen voor van zeer fijn stofgoud tot zeer grove goudklompen, met een gewicht van enige honderden grammen. Deze nuggets staan in Suriname bekend onder de naam „Pepieten”.

De in de beschrijvingen in Deel I gebruikte termen als stofgoud, fijn goud, grof goud en pepieten berusten voornamelijk op oogschatting.

Onder stofgoud (of kleur) wordt goud verstaan, dat zich niet als afzonderlijke korrel laat herkennen. Het kenmerkt zich slechts door de hoge reflectie (kleur). Korrels met afmetingen tot ca 0,1 mm worden met deze naam aangeduid.

Fijn goud heeft afmetingen tussen 0,1 en 0,5 mm.

Grof goud heeft afmetingen boven 0,5 mm.

Bij de goudprospectie wordt de naam pepiet gebruikt, wanneer in het monster een stukje goud voorkomt, waarvan het gewicht gelijk is aan of groter dan het gewicht van het overige goud in het monster. Over het algemeen wordt de naam gebruikt voor goudkorrels met afmetingen boven de 5 mm en een gewicht boven 0,5 gram. Pepieten met handelswaarde als siersteen, die voornamelijk bepaald wordt door hun morphologie, hebben over het algemeen gewichten tussen 3 en 20 gram.

De meeste placer-afzettingen zijn in concessie bij particulieren. Slechts een drietal goud-maatschappijen zijn werkzaam in Suriname. Het zijn:

De Sarakreek-Goudvelden N.V., met haar belangrijkste concessies in het Boven-Lawa gebied. Ongeveer de helft van de Surinaamse jaarlijkse goudproductie was de laatste jaren van deze concessies afkomstig.

De Wit-Water-Mijnen N.V., met concessies in het Mindrinetti-goudgebied langs de Lands Spoorbaan (L.S.). Naast placer-, worden hier ook primaire goudvindplaatsen geëxploiteerd.

N.V. Surinaamse Goudmijnen-Maatschappij, die een primaire goudkwartsvindplaats ten westen van Km 124,3 L.S. exploiteert.

Slechts op enkele plaatsen in Suriname worden de goudertsen door de maatschappijen of particulieren op machinale of semimachinale wijze ontgonnen.

De Sarakreek-Goudvelden N.V. heeft een machinaal bedrijf in haar concessiegebied aan de Boven-Lawa. Hier worden goudhoudende grindlagen uit het kreekdal van de Rufin ontgonnen. De zandige en kleiige deklagen boven deze grindlagen worden met behulp van een motorschop verwijderd. Een dragline baggert vervolgens de goudhoudende grindlaag uit, die met behulp van met de hand voortbewogen kipkarren naar een semipermanente wasinstallatie wordt vervoerd. Wanneer de transportafstand van de mijn naar de wasinstallatie te groot is geworden, wordt deze laatste verplaatst. Naast dit machinale bedrijf wordt in die delen van de kreken, waar machinale ontginning niet mogelijk is, het goud geëxploiteerd door onderhuurders van de maatschappij, die het door hen gewonnen goud tegen een vastgestelde prijs



Fig. 1.
Het uitwassen van goudhoudend grind met behulp van de batea.
Panning out of goldbearing gravel with batea.

aan de maatschappij verkopen. De onderhuurders staan in Suriname bekend onder de naam „porknokkers”.

De N.V. Surinaamse Goudmijnen-Maatschappij exploiteert een goudhoudend kwartsrif ten westen van de spoorbaan bij Km 124,3. De goudhoudende kwarts wordt met behulp van een kleine kogelmolen mechanisch vergruisd en de fijnvergruisde kwarts, tezamen met het hierin aanwezige goud, wordt over amalgaamplaten geleid, waarop het goud vastgehouden wordt, terwijl het kwartsgruis doorloopt.

Soortgelijke kogelmolens worden gebruikt door de heer SEWELL op het concessieterrein van de Wit-Water-Mijnen N.V., die hier het, door de onderhuurders bij de exploitatie van de alluviale afzettingen afgewerkte, kwartsgrind



Fig. 2.
Exploitation van goudhoudende alluvia met behulp van de long-tom.
Exploitation of goldbearing gravel with long-tom.



Fig. 3.
Exploitation van goudhoudende alluvia met behulp van de sluis.
Exploitation of goldbearing gravel with sluice-boxes.

bewerkt; en door de heer WILFRED, die een primaire goudafzetting exploiteert (Savannah Mine No. 1).

De onderhuurders van de maatschappijen en particuliere concessiehouders hebben gedurende de gehele geschiedenis van de goudindustrie de belangrijkste rol gespeeld bij de exploitatie van de goudhoudende gronden.

Afzonderlijk of in werkploegen van 2—10 man ontginnen zij met primitieve hulpmiddelen zowel de secundaire als primaire vindplaatsen van goud. Bij de concentratie van het goud zijn hun belangrijkste hulpmiddelen de batea, de long tom en de sluicebox (figuren 1 t/m 3).

Met behulp van primitieve tunneltjes vervolgen zij de goudhoudende kwartsaders tot diep in de heuvels. De goudhoudende kwarts wordt verzameld en vergruisd en vervolgens met behulp van de batea of long tom verwassen.

Het machinale bedrijf heeft gedurende de geschiedenis van de goudindustrie steeds opnieuw geprobeerd vaste voet te krijgen in Suriname. De resultaten van al deze, meestal mislukte, pogingen liggen overal in de concessiegebieden verspreid in de vorm van oude open groeven, machineonderdelen, stoomketels, smalspoor, funderingen, baggermolens etc.

Van de bedrijfsresultaten van deze oude mijnen is over het algemeen zeer weinig bekend. Wel deden aan deze maatschappijen verbonden geologen en mijningenieurs een aantal artikelen het licht zien, waaruit de ontwikkeling van het onderzoek naar het voorkomen van goud duidelijk blijkt.

De vraag, waar de primaire goudafzettingen gezocht moeten worden, wordt door verschillende auteurs op verschillende wijze beantwoord. Twee groepen van meningen overheersen hierbij.

Betreffende de verspreiding van het goud over Suriname waren de meningen echter eensgezind. Een korte samenvatting van de verschillende meningen, die in verband met de verspreiding en de genese van het goud zijn gepubliceerd, moge hier volgen.

2. De geschiedenis van het goudonderzoek in Suriname.

MARTIN (1885).

De eerste, die in verband met de verspreiding van het goud in Suriname een mening oppert, is K. MARTIN. Op grond van het feit, dat in het Mindri-netti-goudgebied het goud in een schistformatie voorkomt en het vermoeden, dat bij Brokopondo de goudgebieden in eenzelfde formatie voorkomen, neemt MARTIN aan, dat de verspreiding van het goud gebonden is aan een „Schiefer und Diabas” gebied. Hiermee is niet bedoeld, dat het goud niet in andere formaties zou kunnen voorkomen. In een voetnoot wordt het mogelijk voorkomen van goud in een granietgebied aan de Lawa vermeld. MARTIN legt geen verband tussen de aard van de gesteenten of een bepaald gesteente uit de formatie en het voorkomen van goud.

Du Bois (1901) verrichtte gedurende twee jaar onderzoeken tussen de Marowijne- en Saramaccarivier en is van mening, dat de algemene verspreiding van de goudplacers verklaard moet worden, door aan te nemen, dat het goud, gedegen en gebonden aan goudhoudende zwavelmineralen (pyriet) voorkomt als accessorisch bestanddeel van de z.g. Grünsteine (diabaas en dioriet), alsmede in de kristallijne schisten en in de contactzones van sommige granieten. Slechts in uitzonderingsgevallen zouden de goudplacers hun ontstaan te danken hebben aan de afbraak van goudhoudende kwarts- gangen. Du Bois vermeldt, dat verschillende diabasen een gehalte van 0,2—0,6 g Au per ton hebben.

Uit de beschrijving en kaart van Du Bois blijkt, dat in grote gebieden, waar hij het voorkomen van diabaas aangeeft tezamen met de metamorphe omzettingsproducten hiervan, in werkelijkheid gesteenten van sedimentaire oorsprong, dan wel overwegend sedimentaire oorsprong voorkomen. Deze gesteenten zijn echter zeker niet identiek met de jonge diabaas-(doleriet)-gangen, die hier eveneens in het gebied voorkomen.

Voor de goudhoudende kwartsgangen van De Jong Zuid, Gros- en Guyana Goud Placer (figuur 25) denkt Du Bois aan een verband met granietische intrusies. De meest lonende gangen komen voor in de kristallijne schisten.

Resumerend komt Du Bois tot de volgende conclusies:

1. Voor de goudhoudende kwartsgangen bestaat een verband met granietische intrusies.
2. De diabasen en diorieten hebben een primair goudgehalte, mogelijk zonder verband met granietische intrusies.
3. De mogelijkheid van het voorkomen van primair goud in kristallijne schisten bestaat.
4. Er bestaat een verband tussen het optreden van goud en de contactwerking van graniet.
5. De grote pepieten (nuggets), gevonden in de diabaas- en dioriet-gebieden, kunnen niet verklaard worden als de desintegratie-producten van deze primair accessorisch goudhoudende gesteenten en zouden pas op secundaire ligplaats ontstaan zijn uit goudhoudende, supergene oplossingen.

Uit deze conclusies zijn de twee belangrijkste groepen van meningen betreffende de genese van het goud in Suriname ontwikkeld.

De eerste en oorspronkelijk meest aangehangen theorie (conclusie 2), dat het goud primair gebonden is aan de diabasen en diorieten zonder verband met granieten, kreeg de grootste bekendheid. Daarnaast werd door anderen rekening gehouden met de mogelijkheid van een topochemisch verband met granietische intrusies.

De tweede, tegenwoordig aangehangen theorie, dat er een genetisch verband bestaat tussen de primaire goudgebieden en granietische gesteenten, wordt door de hier gepubliceerde resultaten van het eigen onderzoek bevestigd.

VAN LOON (1904) beperkt zich in feite slechts tot critische beschouwing van de toenmaals geldende theorieën.

Betreffende het algemene gevoelen in die tijd, dat het voorkomen van goud gebonden is aan het optreden van diabasen en diorieten, wijst hij er op, dat hoewel dit vermoeden waarschijnlijk gemotiveerd is, de aard van dit verband nog volkomen onzeker is. Betreffende het voorkomen van goud in kwartsgangen merkt hij op, dat dit nog niet hoeft te wijzen op een primair voorkomen. Aan de hand van eigen waarnemingen neemt hij aan, dat de kwarts reeds verbrokkeld was, voor het goud zich hierin afzette, terwijl deze verbrokkeling een gevolg zou zijn van de verwering. Ook hij denkt dus weer aan de mogelijkheid van supergene goudhoudende oplossingen.

MIDDELBERG (1908) is de eerste die een vrij volledige overzichtskaart van Suriname geeft. Alleen het zuidwestelijk deel is op deze kaart niet opgenomen.

MIDDELBERG verdeelt de in Suriname voorkomende gesteenten in drie groepen.

1. Alluvium.
2. Gebied der basische gesteenten.
3. Gebied der granietische gesteenten.

Het alluvium strekt zich uit langs de kust van Suriname, in het westen vanaf de Kabalebomonding tot in het oosten ter hoogte van Albina. Ten zuiden hiervan ligt het gebied der basische gesteenten, met een geringe breedte in het westen en breder wordend naar het oosten vanaf Albina stroomopwaarts langs de Marowijne- en Lawarivier tot aan de Litanie.

Het zuidelijk deel wordt ingenomen door granietische gesteenten, die ouder zouden zijn dan de basische gesteenten.

Na uitvoerige beschouwingen komt MIDDELBERG tot de volgende belangrijkste conclusies:

- a. Het voorkomen van goud, voorzover dat belang heeft voor de goud-industrie, beperkt zich tot het gebied, dat zich kenmerkt door het optreden van, als regel, basische eruptiefgesteenten.
- b. Doorbraken van jongere eruptiefgesteenten hebben daar, waar intensieve en herhaalde eruptieve werkingen vallen te constateren, aan de contactvlakken gelegenheid gegeven tot concentratie van een oorspronkelijk goudgehalte der gesteenten.
- c. De vorming van de placer-afzettingen is in de eerste plaats een gevolg van chemisch transport, van secundair in oplossing gegaan goud (supergeen) en niet van mechanisch transport.
- d. Gunstige voorwaarden, in verband met extractie uit een sterk goudhoudend moedergesteente en precipitatie in de gravels en gradings, schijnen te bestaan, waar in de serie van jongere basische gesteenten, aplietische gesteenten optreden.

DUYFJES (1910) trachtte aan de hand van de op de verschillende goud-placers gevonden gesteenten een verband te leggen tussen het voorkomen van bepaalde gesteenten en het goud. Hij komt tot de conclusie, dat dit verband nog steeds een probleem vormt.

VERLOOP (1911) zoekt het primaire voorkomen van goud in de kwartsgangen. Hij denkt niet aan een rechtstreeks verband tussen het voorkomen van goud en intrusieve gesteenten, doch neemt aan, dat de goudhoudende oplossingen van grote diepte langs breuken zouden zijn opgestegen.

Na 1910 werden gedurende lange tijd geen belangrijke onderzoekingen in verband met het voorkomen van goud in Suriname gedaan. Afgezien van Du Bois, die reeds op een genetisch verband tussen bepaalde kwartsgangen en granietische en diorietische intrusies wees, een verband, dat later werd tegengesproken door MIDDELBERG, overheerste de mening, dat het goud gebonden was aan voornamelijk basische eruptiefgesteenten. VERLOOP neemt een uitzonderingspositie in doordat hij aanneemt, dat het goud uit de placer-afzettingen als een gevolg van mechanisch transport afkomstig gedacht moet worden uit hypogene goudhoudende kwartsgangen.

In het werk van IJZERMAN (1931), dat een samenvatting en nauwkeurige bewerking van het tot die tijd verzamelde materiaal bevat, is het voorkomen van goud slechts vermeld. Het werk voegt geen nieuwe theorie toe aan de reeds bestaande. Het werk heeft echter de grondslag gevormd van de latere theorieën betreffende het verband tussen de geologie en het voorkomen van het goud in Suriname.

GRUTTERINK (1940) beschrijft enkele plaatvormige pepieten, die gevonden werden op het concessieterrein van de Sarakreek-Goudvelden N.V. aan de Boven-Lawa. Hij komt tot de conclusie, dat deze pepieten eens deel uitmaakten van een spleetopvulling. Het voorkomen van chalcopyriet is een bewijs voor de hypogene ontstaanswijze van deze pepieten.

DE HAAN (1950) heeft de nagelaten papieren van GRUTTERINK bewerkt en in een publicatie het licht doen zien. Hieruit blijkt weer, dat GRUTTERINK van mening was, dat het goud van de placer-afzettingen hypogeen is en tegenwoordig op secundaire ligplaats voorkomt. Het transport zou voor een belangrijk deel aan „creep” moeten worden toegeschreven (mechanisch transport).

Uitgaande van het feit, dat de in Suriname voorkomende granieten en kwartsdiorieten jonger zijn dan de schistformatie, die hiervan het gespaarde dak vertegenwoordigt, waarin we de goudhoudende kwartsgangen vinden, neemt GRUTTERINK aan, dat de graniet de aanbrengrer van het goud zou zijn. Aangaande de ligging van de placers merkt hij op: „Niet over het gehele oppervlak van de graniet ontweken de goudbevattende vluchtige bestanddelen van het magma, maar alleen daar waar de omstandigheden gunstig waren, bijvoorbeeld doordat de schisten gekraakt waren. Het zijn de plaatsen, waar thans de placers liggen.”

DE HAAN (1952) beschrijft de residuaire ertsafzettingen op de concessies van de Sarakreek-Goudvelden N.V. aan de Lawa, en geeft een hypothese omtrent hun ontstaan. Hij komt tot de conclusie, dat de z.g. alluviale afzettingen voornamelijk een eluviale ontstaanswijze hebben. Gedurende lange tijd vond peneplainisatie plaats, waarbij aan het eind de goudhoudende afbraakproducten zich verzamelden.

De peneplainisatie werd onderbroken door een jonge opheffing, waarbij het transport van de afbraakproducten een aanvang nam.

Bij het selectieve transport van klei, zand, grind en goud, tengevolge van de stroomsnelheid, bleef het goud achter en is tot op heden nog niet verwijderd van zijn oorspronkelijke ligplaats. De dekkende zanden en kleien zouden daarna ontstaan zijn in een rustperiode en hierdoor staat de verdere verplaatsing van het goud nu stil. Als primaire ertsafzetting worden adertjes (veinlets) en „stockworks” van goudhoudende kwarts beschouwd, die voorkomen langs het contact van zure intrusieve gesteenten en steilduikende schisten.

3. De verspreiding van de goudvindplaatsen in Suriname.

Vergelijking van oude kaarten betreffende de verspreiding van de concessies over de verschillende gebieden in Suriname (POLAK 1908, MIDDELBERG 1910) met de verspreiding van de concessies in de laatste jaren toont aan, dat geen nieuwe gebieden met belangrijke goudafzettingen zijn ontdekt in de laatste tijd. Vrijwel in alle gebieden, die gedurende het veldwerk bezocht werden, komen oude prospectiekuilen van porknokers voor, hetgeen er op wijst, dat de belangrijkste goudhoudende gronden van bekend type inmiddels wel ontdekt zijn. De verspreiding van de uitgegeven concessies en onderzoekvergunningen zal dus een vrij juist beeld geven aangaande de verspreiding van de goudbevattende plaatsen.

De verspreiding van deze terreinen is statistisch bepaald met behulp van standaardconcessiebladen, volgens de gegevens van 1 Januari 1951 (figuur 4).

Deze standaardconcessiebladen verdelen Suriname in een aantal recht-

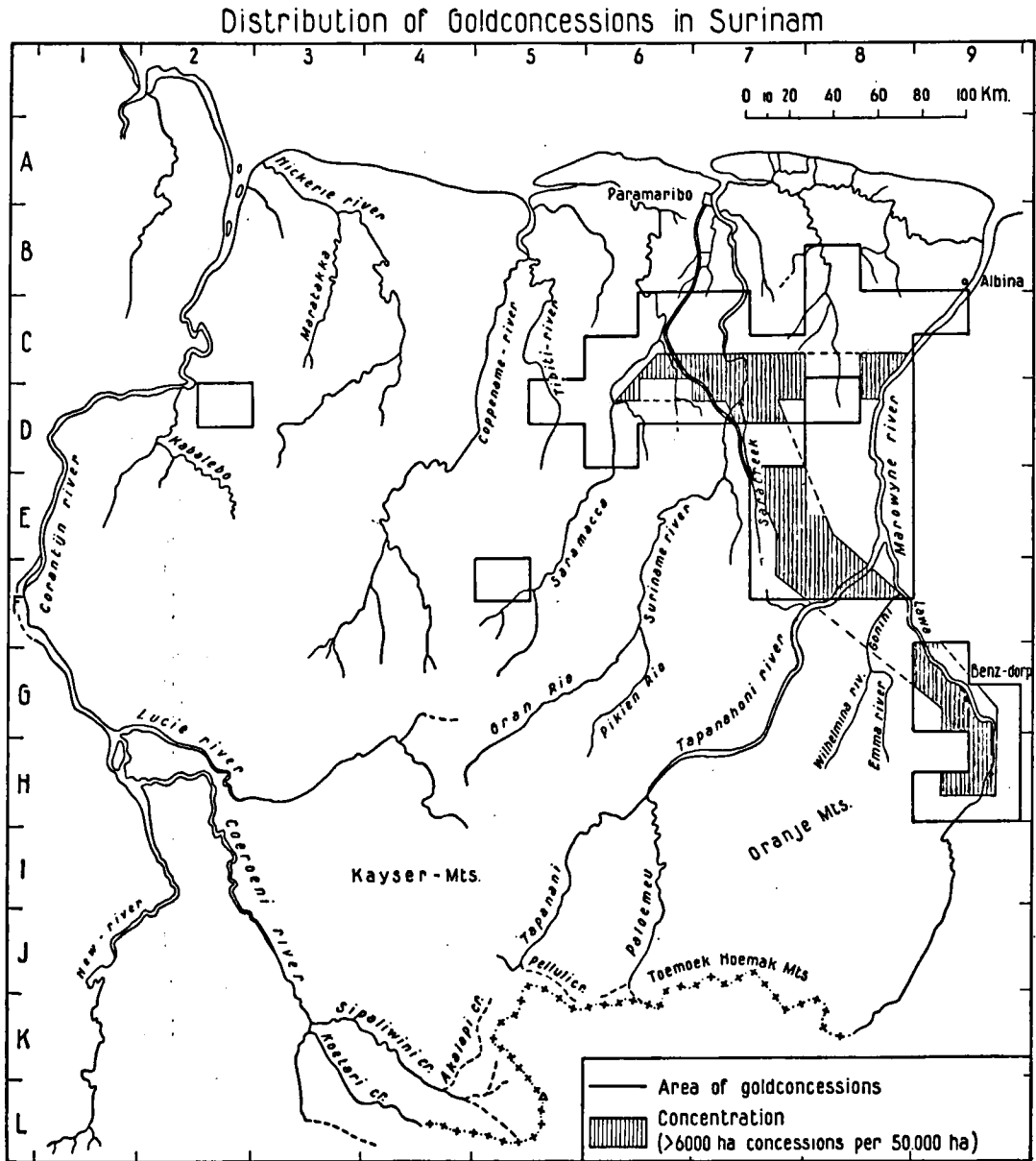


Fig. 4.
Verspreiding van de goudconcessies in Suriname.

hoekige blokken met zijden van 40×50 km. Van noord naar zuid zijn deze blokken geletterd van A t/m M, van west naar oost genummerd van 0 t/m 9.

Ieder van deze blokken heeft een oppervlak van 200.000 ha. De blokken werden door middel van een E—W- en een N—S-lijn in vier gelijke quadranten verdeeld, ieder met een oppervlakte van 50.000 ha.

Vervolgens is bepaald:

- a. het totale oppervlak van de quadranten waarin concessies en/of onderzoekvergunningen zijn uitgegeven, zijnde 38 quadranten met een oppervlak van 1.900.000 ha.
- b. het totale oppervlak van alle terreinen waarvoor vergunningen tot het doen van onderzoek naar goud waren uitgegeven, zijnde 212.253 ha.
- c. het totale oppervlak van alle goudconcessies, zijnde 21.978 ha.

De ruwe verhouding $a:b:c = 95:10:1$, die hieruit wordt gevonden, heeft slechts betrekkelijke waarde, daar meer dan de helft van de in concessie gegeven terreinen in handen zijn van de in Suriname werkzame goud-maatschappijen.

Het verschil tussen de in concessie gegeven terreinen en de terreinen, waarvoor onderzoekvergunning is verleend, is in feite slechts van administratieve aard.

Bij de behandeling van deze gegevens zijn de groepen b en c dan ook samengenomen.

Ieder quadrant, waarin terreinen, genoemd onder b en c voorkomen, kreeg een indexcijfer. De index 100 werd aangenomen voor een quadrant waarin meer dan 6000 ha in concessie of onderzoek was verleend.

Bij het uitzetten van de indexcijfers op de kaart werden de concessies en onderzoeksterreinen geconcentreerd gedacht in het middelpunt van ieder quadrant.

De onder a genoemde terreinen werden omljnd, terwijl de punten met een indexcijfer ≥ 100 , met elkaar werden verbonden. We vinden op die manier drie groepen van punten met index ≥ 100 .

De eerste groep bevindt zich in een ca E—W verlopende zone, die zich met enkele onderbrekingen uitstrekt van de Marowijnrivier tot aan de Saramaccarivier.

In deze groep bevindt zich het Mindrinetti-goudgebied (Hoofdstuk III). De tweede groep van punten met een index groter dan 100 is die van de Sarakreek en de Boven-Grankreek en heeft een NW—SE-richting.

De derde groep bevindt zich tussen de Drietabbetjekreek en de Oelemari. Hier liggen o.a. de concessieterreinen van de Sarakreek-Goudvelden N.V.

Wanneer we deze groepen met elkaar verbinden, dan vinden we twee goudzones, waarvan de eerste een E—W-richting heeft, de tweede een SE—NW-richting. De zuidelijke en zuidwestelijke begrenzing van deze goudzones valt vrijwel samen met de begrenzing van het gebied onder a, terwijl de noordelijke en noordoostelijke een veel grotere afstand heeft. Waarschijnlijk zet het gebied met goudvoorkomens zich hier nog voort in Frans-Guyana.

Wanneer we dit beeld betrekken op de geologische kaart van Suriname, dan blijkt dat de grote concentraties van goudconcessies gelegen zijn in de gebieden van de Balling- en Orapu-Formatie. Deze gebieden worden omringd door het niet onderverdeelde basaal-complex, waarin volgens de beschrijving van IJZERMAN (1931) overwegend kwartsdiorietische gesteenten voorkomen. (Dioriet-facies van het Gran Rio Massief.)

De E—W lopende goudzone ligt in een gebied waarin overwegend gesteenten van de Orapu-Formatie voorkomen (Rosebel- en Bonnidoro-series), terwijl plaatselijk granietgebieden in deze streek bekend zijn. In het onderzochte gebied langs de spoorbaan liggen de vindplaatsen van goud van het Mindrinetti-goudgebied in de Rosebel-serie van de Orapu-Formatie (E—W goudzone).

De afzettingen blijken genetisch in verband te staan met de graniet no. 2 (post-Orapu).

De overige bezochte goudgebieden, die niet in deze E—W goudzone voorkomen, staan in genetisch verband met kwartsdiorieten, waarvan bij het Nassau-gebergte werd aangetoond, dat de kwartsdioriet tot graniet no. 1 behoort.

De goudhoudende afzettingen aan de Lawa, die in de zuidelijke groep van de NW—SE goudzone worden aangetroffen, staan eveneens in genetisch verband met kwartsdiorieten.

Het goudgebied, dat ongeveer op het snijpunt van de beide zones ligt (Headley Reef ten westen van Km 124,3 L.S.) heeft goudkwartsaders van twee verschillende genetische groepen (Hoofdstuk III, Deel II).

DEEL I

HOOFDSTUK I

DE VINDPLAATSEN VAN GOUD LANGS DE GROTE RIVIEREN VAN OOST-SURINAME

INLEIDING

Het oostelijk- en zuidoostelijk deel van Suriname behoort tot het stroomgebied van de Marowijne-rivier en zijn bovenrivieren Lawa en Tapanahoni.

De Lawa ontstaat uit de samenvloeiing van de Oelemarie en de Litanie; de Tapanahoni uit de Paloemeu en Tapanani. Laatstgenoemde riviertjes hebben hun brongebied in het Toemoek-Hoemak-Gebergte. Dit gebergte vormt de waterscheiding tussen de Surinaamse rivieren en het Amazonebekken.

Onderzoekingen langs deze rivieren vonden plaats gedurende twee reizen naar het concessiegebied van de Sarakreek-Goudvelden N.V. aan de Lawa, en gedurende een Medisch-Wetenschappelijke Expeditie naar het zuidelijk grensgebied met Brazilië, die in het begin van 1952 plaats vond.

Aan deze expeditie, onder leiding van Dr D. C. GELJSKES, werd van de zijde van de Geologisch Mijnbouwkundige Dienst te Paramaribo, de geoloog Dr V. C. DE MUNCK toegevoegd, belast met het verzamelen van algemeen geologische en petrologische gegevens (DE MUNCK 1953).

Langs de gevolgde route werden waarnemingen in verband met het voorkomen van goud gedaan. Primaire goudgebieden zijn hierbij niet aangetroffen. Het vaargenomen goud komt voor in placerafzettingen.

De onderzochte gebieden zullen in de volgende volgorde besproken worden (geologische overzichtskaart):

- A. Waarnemingen in en langs de rivieren Marowijne, Lawa, Tapanahoni, Paloemeu, Tapanani en in het zuidelijk grensgebied.
- B. Concessie Doorson op de zuidhelling van het Nassau-gebergte.
- C. Concessie Ettenberg aan de Lawa, ter hoogte van Stoelmanseiland.
- D. Concessie Bonaparte aan de Tapanahoni, ter hoogte van Manlobbi.
- E. Doorsteek over land, van Poeketti aan de Tapanahoni naar de Goninirivier.

A. WAARNEMINGEN IN EN LANGS DE RIVIEREN MAROWIJNE, LAWAWA, TAPANAHONI, PALOEMEU, TAPANANI EN IN HET ZUIDELIJK GRENSGEBIED

1. Morphologie

De Marowijnerivier ontstaat uit de samenvloeiing van de Lawa- en Tapanahonrivier. Bij deze samenvloeiing bevinden zich twee grote complexen stroomversnellingen en lage watervallen. Deze stroomversnellingen en watervallen staan in Suriname bekend onder de naam „soela's”.

De Porigoedoesoela, ten westen van Stoelmanseiland, ligt bij de samenvloeiing van de Tapanahonrivier en een linkerzijtak van de Lawarivier. In de droge tijd bestaat deze soela uit een aantal, naast en achter elkaar liggende, kleine vallen, met een totale valhoogte van ca 3 m. In de regentijd is de Porigoedoesoela een ongeveer 350 m brede, machtige stroomversnelling. Voor het water, dat over de Porigoedoesoela in de Marowijne stroomt, zich verenigt met het water, uit een rechterzijtak van de Lawa, passeert het eerst nog een tweetal andere soela's, de Singateté en de Manbari.

In de rechterzijtak van de Lawarivier, ten noorden van Stoelmanseiland, bevindt zich het Mankabasoela-complex. Dit soela-complex heeft een breedte van ongeveer 500 m en een grotere valhoogte dan de Porigoedoesoela.

Gemeten over Porigoedoe- en Mankabasoela, is de breedte van de Marowijne, tussen de beide oevers, ruim 3000 m.

Benedenstrooms heeft de Marowijne een breedte tussen de 200 m (Soekratiepoort) en 3000 m (Pedrosoengoevallen). De gemiddelde breedte ligt hiertussen. In de vallengebieden verbreedt de rivier zich tot meer dan 2000 m, terwijl in de delen waar geen vallen optreden de breedte schommelt tussen 800 en 1200 m.

Onder het laatste vallencomplex (Herminasoela) wordt de invloed van het getij merkbaar in de rivier. Soela's treden hierbeneden niet meer op en de rivier wordt geleidelijk breder, tot ongeveer 1800 m, ter hoogte van Albina.

In de rivier liggen zeer veel eilanden. In Suriname worden deze eilanden „tabbetjes” genoemd. Vooral in de brede stukken van de rivier, in een vallengebied, zijn deze tabbetjes talrijk.

Ze hebben hier meestal een ondergrond van vaste bedrock, waarop zanden en kleien zijn afgezet.

Langs de rivier komen plaatselijk goed ontwikkelde terrassen voor, die bij de hoogste waterstand nog net onder water komen. De terrassen bestaan uit een verkit rivierconglomeraat, vaak tot 2 m boven de gemiddelde waterstand, dat bedekt is met een dikke zand- en/of kleilaag.

Enerzijds vormen deze terrassen de hoogwaterwaard van de rivier, waarop bij hoogwater nog materiaal wordt gesedimenteerd, doch anderzijds wijst het voorkomen van de dikke conglomeraatbank er op, dat het hier wel degelijk terrassen betreft, die gespaard zijn gebleven bij het insnijden van de rivier in zijn oude bedding. Niet alleen langs de rivier komen deze terrassen voor, doch ook een aantal tabbetjes blijken de gespaarde resten van dit terras, dat bij laagwater, op vele plaatsen ook in de rivier blijkt voor te komen. In het laatste geval ontbreken de zand- en kleideklagen (figuur 5).



Fig. 5.
Rivierconglomeraat in de omgeving van Langatabbetje.
River-conglomerate near Langatabbetje.

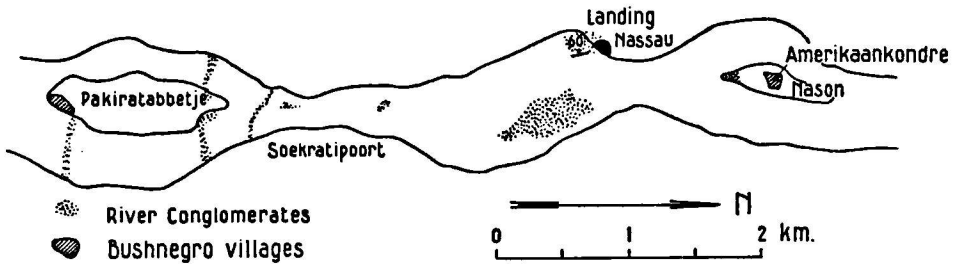


Fig. 6.
Marowijnerivier in de omgeving van het Nassau-gebergte.
Marowijne-river near Nassau-mountains.

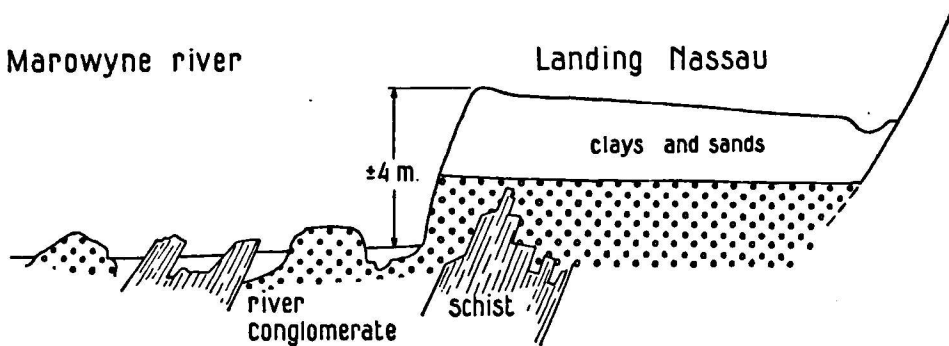


Fig. 7.
Profiel door het rivierconglomeraat bij de Landing-Nassau.
Section through river-conglomerate at Landing Nassau.

Het mooist zijn deze terrassen waar te nemen in de Marowijne, ter hoogte van het Nassau-gebergte (figuur 6).

De Landing Nassau (figuur 7) ligt op een dik pakket verkit rivierconglomeraat, met een duidelijke discordantie tussen dit conglomeraat en de gesteenten van het basaal-complex. Deze laatste bestaan uit steilduikende schisten. Het conglomeraat is bedekt met een kleilaag, die aan de rivierzijde een klein oeverwallepje heeft en landinwaarts iets afloopt. Aan het eind van deze helling, bij de voet van het Nassau-gebergte, heeft zich een klein droog dal gevormd, waarlangs het met hoogwater overgevloede water wordt afgevoerd.

Op het eiland Nason, werd in het noordelijk deel een dergelijke flauwe westhelling gezien.

Tegenover de Landing Nassau, in de rivier en verder bij de Soekratipoort, Pakiratabbetje, Wittistonsoela en elders, komen resten voor van dit rivierconglomeraat.

Langs de rivier vinden we op verschillende plaatsen een heuvelvorm, die aan terrassen doet denken. Het zijn ongeveer 20 m hoge heuvels met vlakke toppen. Of hier werkelijk een oud hoogterras voorkomt, kon niet worden gecontroleerd.

In de rivier komen verder recente zand- en grindbanken voor, die bij lage waterstand in enkele gevallen droog komen.

De bovenrivieren van de Marowijne vertonen in grote trekken hetzelfde beeld. Terrassen langs de oevers, zonder dat hier het rivierconglomeraat is ontwikkeld, komen regelmatig voor.

Tabbetjes zijn ook in de bovenrivieren talrijk, evenals soela's. Ook in de bovenrivieren treden verbredingen van de rivier op in de soela-complexen.

In de Lawa bevindt zich een serie soela's tussen de Goninimonding en het bosnegerdorp Cottica. De belangrijkste soela's in dit gebied zijn de Lensidède en de Langateté.

Vanaf Cottica tot Benzdorp komen geen grote soela's voor in de Lawa. Een aantal kleine stroomversnellingen, ter hoogte van Benzdorp wordt gevormd door een dolerietgang, die hier over een afstand van 16 km in en langs de Lawa te vervolgen is van Coermotibo tot voorbij Benzdorp.

In de Tapanahoni komen over de gehele rivier soela's voor. De belangrijkste liggen in twee groepen. De eerste groep is het complex van de Gran-Hollo-soela's, ter hoogte van Drietabbetje; de tweede groep bevindt zich ter hoogte van de Teboe en Magneetrots. Hier komen over een afstand van 20 km een aantal zeer grote soela's voor. Boven dit laatste vallencomplex heeft de Tapanahoni een gering verval, met plaatselijk zwampen langs de oevers. Boven de Tossokreek komen geen grindbanken meer voor in de rivier. Wel zijn plaatselijk grote zandbanken ontwikkeld.

De Paloemeu is in de benedenloop een sterk meanderend riviertje, met een gering verval. Langs de oevers zijn plaatselijk zwampen ontwikkeld. In de eerste dertig km van de benedenloop komen geen soela's van enige betekenis voor. Ter hoogte van de Kassi Kassima bevindt zich een complex soela's, vergelijkbaar met het complex soela's in de Tapanahoni ter hoogte van de Teboe en Magneetrots. Boven dit vallencomplex schijnt een dolerietgang de loop van de Paloemeu over grote afstand te bepalen. Tot dicht onder het brongebied komen in de Paloemeu meanders voor.

De Tapanani (Boven-Tapanahoni) vertoont hetzelfde beeld als de Paloemeu. De soela's zijn echter regelmatig verdeeld over de hele rivier.

Zowel de Paloemeu als de Tapanani ontspringen in het grensgebergte. De Alumimuni is hier een 690 m hoge berg, die de waterscheiding vormt tussen de Paloemeu, de Tapanani en de West-Paroerivier (Brazilië).

De toppen van het Toemoek-Hoemak-Gebergte hebben hier hoogten tussen 350 en 700 m. Ten zuiden van het grensgebergte stroomt de West-Paroerivier door een op ca 300 m hoogte gelegen vlakte, welke aan weerszijden van de rivier een zeer schaarse begroeiing heeft. (Paroesavanne, figuur 8.)



Fig. 8.
Paroesavanne met de Kantani.
Paroe-savannah with Kantani (Pico Ricardo Franco, 565 m).

In de vlakte komen enkele alleenstaande bergen voor, met kale of schaarsbegroeide toppen en hellingen.

Het zijn:

Kantani (565 m) of Pico Ricardo Franco, op de grens van het Paroe-savannegebied.

Awaladi (600 m), een ten dele begroeide top, dicht tegen de Surinaams-Braziliaanse grens.

Apalagadi (600m) of Morro Grande do Cimeterio, op de grens van Suriname en Brazilië. Deze berg staat geheel in de omringende Paroesavanne, die zich hier ook voor een deel over Suriname uitstrekt.

De Paroesavanne is een zachtglooiend terrein. Aan de oppervlakte van de heuvels komen korrelige kleien en plaatselijk ferrietboontjes voor. Langs de randen van de open savanne komen grote, met dicht struikgewas begroeide

zandsavannen voor. Op verschillende plaatsen in de savanne dagzomen granietische gesteenten. Migmatieten komen hier ook algemeen verspreid voor.

De heuveltjes zijn gescheiden door smalle of brede zwampstroken. Opvallend in deze zwampstroken is het veelvuldig voorkomen van Mauritiuspalmen (zie figuur 9).

De Paroesavanne wordt aangesneden door enkele bronriviertjes van de Corantijnrivier (Koewini en Sipaliwini), die zich dus blijkbaar reeds door het Toemoek-Hoemak-gebergte heen, heeft ingesneden.



Fig. 9.

Uitzicht vanaf de Apalagadi in noordelijke richting over de Paroesavanne.
View from Apalagadi (Morro Grande do Cemeterio, 600 m) on the Paroe-savannah
to the north.

2. Geologie

DE MUNCK (1953) onderscheidt in het door de Medisch-Wetenschappelijke Expeditie bezochte gebied de volgende groepen van gesteenten:

Dolerietgangen

.....

jonge graniet, migmatisie.

Orapu-Formatie } Rosebelgesteenten
 } Intermediaire Groep

..... discordantie

Balling-Formatie.

In het Jaarverslag 1953 van de G. M. D. wordt de intermediaire groep van de Orapu-Formatie gerekend tot de Bonnidoro-serie. De plaats van de Bonnidoro-serie in de stratigrafie van Suriname staat nog niet vast. Op de

geologische overzichtskaart (SCHOLS en COHEN) is deze serie tot de Orapu-Formatie gerekend. In het Jaarverslag 1953 wordt rekening gehouden met de mogelijkheid, dat de Bonnidoro-serie ouder is dan de Orapu-Formatie en mogelijk tot de Balling-Formatie gerekend moet worden.

De volgende groepen van gesteenten komen langs de rivieren voor.

a. Albina—Jorkakreek.

In dit gebied komen voornamelijk granieten en orthogneisen voor.

b. Jorkakreek—Langatabbetje.

Hier komen voornamelijk metamorphe sedimentaire gesteenten voor, die DE MUNCK rekent tot de Intermediaire Groep van de Orapu-Formatie.

Bij de Jorkakreek komen granaat-staurolietschisten voor, die plaatselijk, in de omgeving van de graniet, door berylhoudende muscoviet-toermalijn-kwartsaders worden doorsneden.

In de serie komen verder voor, granaat-biotietkwartsieten en -schisten (Herminavallen), ingeschakelde phyllietische gesteenten (Lamaké-soela) en chlarietschisten.

Witte tot grijsblauwe kwartsadertjes en lenzen, met een dikte tot enkele tientallen cm's, doorsnijden de gesteenten. Deze kwartsadertjes hebben verschillende richtingen en liggen dikwijls in diaklasen.

De serie heeft een vrij constante strekking tussen S 25—55 E en steile hellingen (schistositeit).

c. Langatabbetje—Kapassitabbetje.

Hier komen voornamelijk grauwacken, subgrauwacken en conglomeraten voor, terwijl plaatselijk phyllieten (Wittistonsoela), calcietrijske schisten en amphibolieten optreden (Apomavallen). Ter hoogte van Gakaba-soela komen polymiete conglomeraten voor, welke geheel te vergelijken zijn met het Makambieconglomeraat uit de omgeving van Brownsberg (Hoofdstuk III).

Ze gaan geleidelijk over in kwartsconglomeraten, grauwacken en subgrauwacken. Deze gesteenten worden tot de Rosebel-serie van de Orapu-Formatie gerekend. De strekkingen van deze gesteenten hebben wisselende richtingen. De hellingen van de schistositeit zijn altijd steil.

d. Kapassitabbetje—Poeketti.

Boven Kapassitabbetje komen gesteente van geheel andere samenstelling voor. Als voornaamste gesteenten vinden we hier metamorphe porfieren, lava's, tuffen en agglomeraten, terwijl plaatselijk inschakelingen voorkomen van metamorphe sedimentaire gesteenten (grauwacken, kwartsieten en glimmerschisten). Verder komen plaatselijk kwartsdiorieten voor (Stoelmans-eiland), groenschisten en amphibolieten. Deze gesteenten zijn in de Tapanahoni te vervolgen tot dicht onder Poeketti. Uitgezonderd de kwartsdiorieten, behoren deze gesteenten tot de Balling-Formatie.

e. Lawarivier—Cottica.

Vanaf de monding van de Lawarivier, tot aan het bosnegerdorp Cottica a/d Lawa bevindt zich een gebied, voornamelijk bestaande uit granietische gesteenten, migmatieten en amphibolieten. Plaatselijk komen gesteenten van de Balling-Formatie voor.

f. Cottica—Litanie.

Vanaf Cottica tot aan de monding van de Litanie, komen gesteenten van de Balling-Formatie voor.

g. Poeketti—Zuidgrens.

Vanaf Poeketti a/d Tapanahoni tot het zuidelijk grensgebied overheersen granietische gesteenten. Hier komen voornamelijk granieten, gneisen, migmatieten en amphibolieten voor, met plaatselijk inschakelingen van metamorphe sedimentaire gesteenten, die te vergelijken zijn met de gesteenten van de Balling- en Orapu-Formatie (Granbori a/d Tapanahoni).

h. Dolerietgangen.

Langs de Marowijne, Lawa, Tapanahoni en Paloemeu komen talrijke dolerietgangen voor, terwijl DE MUNCK (1953) het voorkomen van deze gangen vermeldt in de Paleimesavanne, in het zuidelijk grensgebied.

De eerste grote dolerietgang ligt bij Herminadorp in de Marowijne en heeft een richting N 10 W.

Andere belangrijke gangen zijn:

- 1e. De Krassiabragang in de Lawa, ter hoogte van Benzdorp.
- 2e. Een gang, die over grote afstanden de loop van de Paloemeu schijnt te bepalen. Enkele grote vallen in de rivier danken hun ontstaan aan de aanwezigheid van deze gang (Papradon, Langasoela).

De zandbanken in de omgeving van deze dolerietgangen zijn vaak zeer donker van kleur door de afbraakproducten van de gangen. Wasmonsters, genomen van deze donkere zanden bleken niet goudhoudend.

i. Kwartsgangen.

Grotere en kleinere kwartsgangen komen op vele plaatsen in de rivier voor. Plaatselijk vormen ze zelfs kleine stroomversnellingen of valletjes (Wittistonsoela). Elders komen ze voor als steenblokken in de rivier (figuur 10) of vormen kleine kwartseilandjes in de rivier. Soms komen dunne kwartsadertjes in de gesteenten voor (figuur 11).

Bij de Jorkakreek bevinden zich grofkristallijne berylhoudende toermalijn-muscoviet-kwartsgangen. Bij Nason werd een smal gangetje met afdrukken van een kubisch kristal (pyriet) gevonden.

De kwarts van de Wittistonsoela is een grofkristallijne melkwitte, vermoedelijk grafiethoudende gang of lens. Ook elders in de rivier overheersen glasachtige of melkwitte kwartsen, soms glimmerhoudend. Dit laatste is onder andere het geval in het Gran-Hollo-vallen-gebied, beneden Mooitakki, waar een 1,25 m dikke gang van glimmerhoudende, op breukvlakken rood-gekleurde, melkwitte kwarts een kleine val vormt.

Ter plaatse van het contact tussen de Balling-Formatie en het graniet-migmatiecomplex bij Poeketti a/d Tapanahoni liggen enkele grote glimmerhoudende kwartsblokken in de rivier. Uitgetrokken kwartslenzen komen voor in het migmatiegebied (Kausoela).

Wasmonsters in de omgeving van de grote kwartsaders toonden, voor zover de alluvia reeds goudhoudend waren (Marowijne), geen grotere concentratie van goud in de alluvia, hoewel de afbraakproducten van de kwarts wel in de alluvia voorkomen.

Ook in het graniet-migmatiegebied komt in de omgeving van deze kwartsaders geen goud voor.

Wasmonsters van de vergruisde kwarts van deze kwartsaders toonden geen spoor van goud.



Fig. 10.

Kwartsblokken in de Marowijne rivier (op de achtergrond het Nassau-gebergte).
 Quartzboulders in the Marowyne-river near Nassau-mountains (background).



Fig. 11.

Kwartsadertjes in biotietschisten. Hermina soela.
 Quartz veinlets in biotite-schists. Hermina-soela.

3. De goudhoudende alluviale afzettingen

Hoewel tot dusverre geen exploiteerbare goudhoudende afzettingen in terrassen of recente riviergravels, als zodanig herkend waren, zijn de alluviale afzettingen van de grote rivieren in vele gevallen, in meerdere of mindere mate, goudhoudend.

Waar de rivier door een goudhoudend gebied stroomt, zullen de kreekjes, die hier in de rivier uitmonden, altijd wel enig goud in de rivieralluvia gebracht hebben.

Hogere concentraties kunnen voorkomen, waar de rivier zelf de goud-zones aansnijdt. Een voorbeeld van het laatste geval wordt waarschijnlijk gevonden in de afzettingen op de concessie Ettenberg bij Stoelmanseiland (zie C).

Op Langatabbetje, waar de eerste rivierconglomeraten werden bemonsterd, werd vrij veel fijn goud aangetroffen in de zware fractie, tezamen met stauroliet, granaat en veel opaak erts.

Op Nason, Nassau Landing en Pakiratabbetje werd eveneens goud aangetroffen in het rivierconglomeraat. Bij Pakiratabbetje tezamen met granaat.

Bij de Pedrosoengoe-vallen komt goud voor in de zware fractie van een recente grindbank, evenals bij Doetabiki en Abetridjoeka.

Vervolgens vindt men goud, in exploiteerbare hoeveelheden, in de alluvia van de concessie Ettenberg a/d Lawa (zie C).

De recente grind- en zandbanken bij Manlobbi in de Tapanahoni zijn goudhoudend, evenals een zandbank bij Drietabbetje.

Stroomopwaarts werden in de Tapanahoni en Paloemeu regelmatig monsters verwassen, doch goud werd hier niet meer aangetoond. Dit geldt ook voor de alluvia van de kreekjes in het Toemoek-Hoemak-Gebergte en de Paroevlakte, ten zuiden hiervan.

Het blijkt dus, dat de alluvia van de Marowijne alle, in meerdere of mindere mate goudhoudend zijn, terwijl dit eveneens geldt voor de Beneden-Lawa en de Tapanahoni tot ongeveer ter hoogte van Drietabbetje. Mogelijk komt goud plaatselijk voor tot de monding van de Tossokreek, doch het daarboven gelegen graniet-migmatietgebied schijnt geheel steriel.

In de Lawa, ter hoogte van Benzdorp, werd eveneens enig goud aangetoond in het rivieralluvium. De alluvia in het graniet-migmatietgebied tussen Stoelmanseiland en Cottica bleken niet goudhoudend.

B. DE CONCESSIE DOORSON, TEN ZUIDEN VAN HET NASSAU- GEBERGTE

Het Nassau-gebergte is een van de grote plateaubergen van Suriname. Het ligt ten westen van de Marowijnerivier, ca 100 km stroomopwaarts van Albina.

Het gebergte is voornamelijk opgebouwd uit metamorphe, basische tot intermediaire vulkanische gesteenten, welke tot de Balling-Formatie worden gerekend (Jaarverslag G. M. D. 1953).

De hoogte van het plateau is ca 550 m. Aan de top zijn de gesteenten laterietisch verweerd en komen dikke bauxiet-ferrietkappen voor. Ook de hellingen van het Nassau-gebergte zijn bedekt met bauxiet-ferrietblokken en

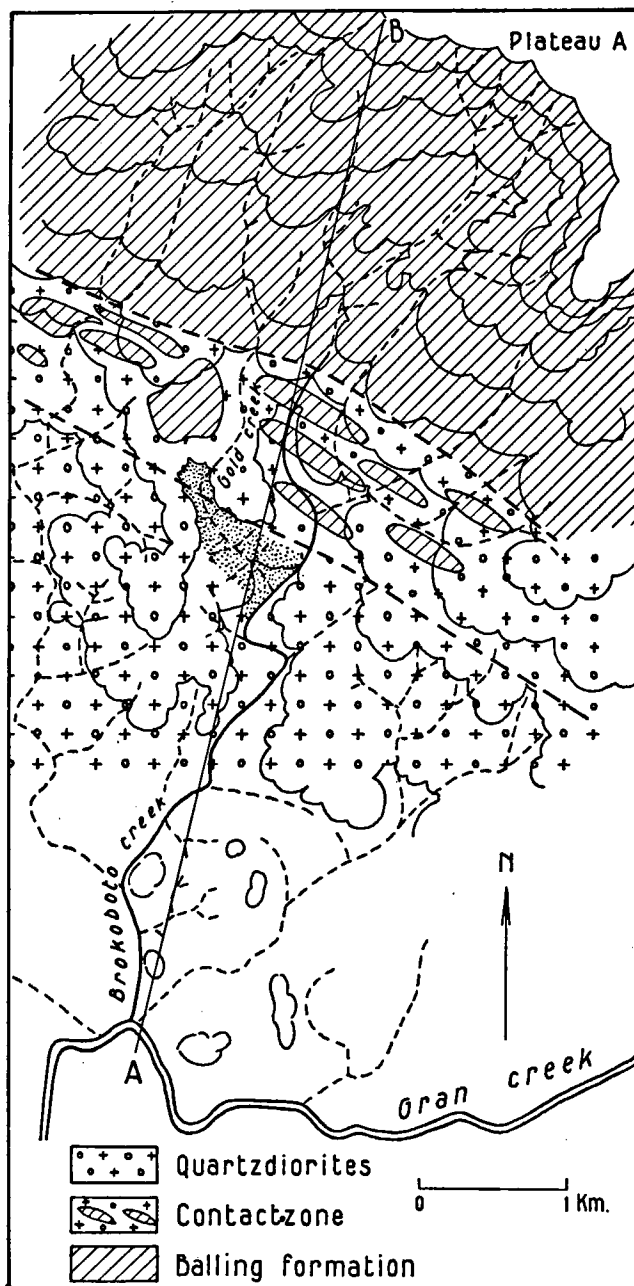


Fig. 12.
Goudhoudende placerafzettingen (gestippeld) van de concessie Doorson op de zuidelijke helling van het Nassau-gebergte.
Goldbearing placer deposits (dotted area) of the concession Doorson on the southern slope of the Nassau-mountains.

-boontjes. Het plateau aan de top vormt geen aaneengesloten geheel. Plaatselijk hebben kreekjes de top aangesneden. Van oost naar west onderscheidt men drie plateau's, respectievelijk A, B, C, terwijl ten noorden van Plateau C, Plateau D ligt.

Ongeveer halverwege de zuidhelling van het gebergte, ter hoogte van plateau A, bevindt zich een kleine kreek (Goldcreek), waar zeer intensief op goud gewerkt is (figuur 12). Deze kleine kreek ontspringt dicht onder de plateaurand en stroomt uit in de Brokobotokreek, een zijkreek van de Grankreek.

De Grankreek, die zelf in ongeveer W—E-richting langs de zuidelijke voet van het Nassau-gebergte stroomt, mondt uit in de Marowijnerivier.

In het dal van de Goldcreek bevinden zich, tot hoog tegen de heuvelhellingen op, goudwerkplaatsen. Niet alleen de alluviale afzettingen blijken hier goudhoudend, doch ook de colluviale gradings zijn hier geëxploiteerd. Kwartsblokken komen hier veelvuldig voor. Naast witte, melkkleurige kwartsen komen ook blauwgrijze en blauwe kwartsen voor.

Het onderliggende gesteente is in het kreekdal slecht ontsloten. Kort boven de goudwerkplaatsen wordt het onderliggende gesteente geheel afgedekt door alluvia en bauxiet-ferrietblokken. Ook hier is plaatselijk nog goud geëxploiteerd, zoals uit de aanwezigheid van oude werkplaatsen blijkt.

Een tot 70 cm dikke grindlaag, bestaande uit bauxiet-ferriet rolstenen en kwartsgrind ligt hier direct aan de oppervlakte in het kreekbed. De oevers van de kreek bestaan uit een aaneengesloten poreuse ferrietkap (figuur 13).

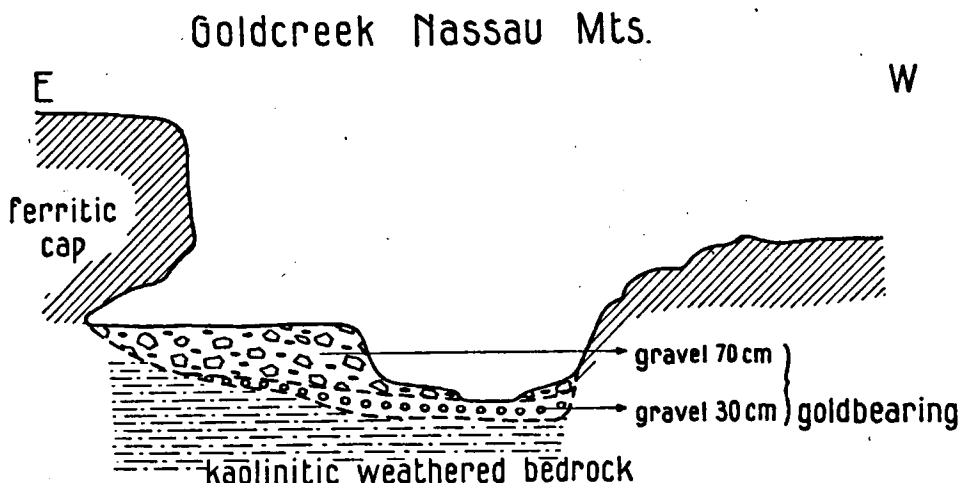


Fig. 13.
Profiel door de bovenloop van de Goldcreek.
Section through the upper course of the Goldcreek.

Wasmonsters van de ferriet-kwartsgrindlaag toonden sporen goud. Onder de ferriet-kwartsgrindlaag bevindt zich een 30 cm dikke, meer kwartsrijke grindlaag, welke een iets hoger goudgehalte heeft. De overgang tussen de beide grindlagen is geleidelijk. De grindlagen liggen op kaolienachtig verweerd gesteente.

In de krekén, aan weerszijden van de Goldcreek, is ter hoogte van de goudwerkplaatsen het onderliggende, weinig verweerde gesteente veel beter ontsloten. Hieruit blijkt, dat de aanwezigheid van goud gebonden is aan een contact tussen de gesteenten van de Balling-Formatie en een hoornblendekwartsdioriet. Deze laatste is stroomafwaarts te vervolgen tot in de Grankreek (figuur 14).

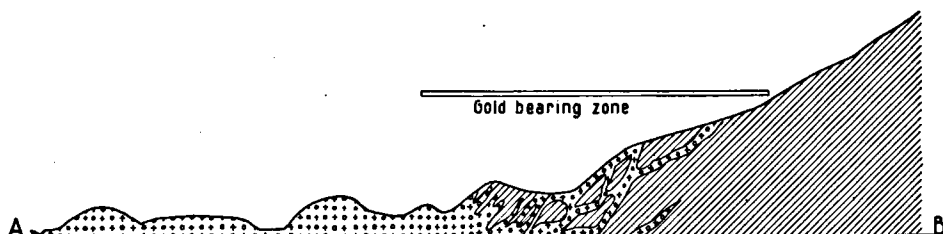


Fig. 14.

Profiel door de zuidelijke helling van het Nassau-gebergte ter hoogte van de Brokoboto-kreek.

Section through the southern slope of the Nassau-mountains at Brokoboto-creek.

In de Marowijne is de kwartsdioriet niet ontsloten, doch naar het westen werd zij door DE MUNCK over grote afstanden aangetroffen. Hier nam hij waar, dat de Rosebel-serie van de Orapu-Formatie discordant op de kwartsdioriet voorkomt (SCHOLS en COHEN 1953).

De kwartsdioriet is dus ouder dan de Rosebel-serie van de Orapu-Formatie.

Het contact met de Balling-Formatie is een schollencontact. Hier vinden we in de contactzone grote schollen van basisch gesteente, geheel omsloten door kwartsdioriet. De kwartsdioriet dringt als aders door in de gesteenten van de Balling-Formatie en ver stroomopwaarts, boven het contact, vinden we deze aders nog terug. Naarmate de aders verder doordringen in de basische gesteenten, verliezen zij eerst hun donkere bestanddelen, zodat alleen veldspaatkwartsgangen overblijven, die op hun beurt als kwartspunten uitwijken in het nevgesteente.

Boven de contactzone is het gesteente veel minder mooi ontsloten. Grote, van de bauxiet-ferrietkap afgestorte blokken belemmeren hier de waarneming. Boven een hoogte van ca 250 m komt slechts laterietisch verweerd gesteente voor.

In een afgestorte wand werd een inhomogeen, maar volledig, verweerd gesteente waargenomen. In de wand komen een aantal gangvormige betrekkelijk steil hellende, banden voor met een witte kaolienachtige klei-verwering. Deze gangvormige lichamen zijn ingesloten door roodbruine en bruinrode kleiachtig verweerde gesteenten.

Mogelijk vertegenwoordigen de witte kaolienachtige kleien verweerde kwartsdiorietgangen.

De kwartsdioriet is intrusief in de Balling-Formatie en dus jonger dan deze.

Daar het verband met de Rosebel-serie eveneens bekend is, hebben we hier zeker te maken met de graniet no 1 (post-Balling, prae-Orapu).

De aanwezigheid van goud blijkt hier gebonden aan de contactzone tussen graniet no 1 en de Balling-Formatie.

Of het goud hier gebonden aan de talrijke aanwezige kwartsgangen voorkomt, kon niet met zekerheid worden geconstateerd, doch lijkt, gezien de ervaring in andere gebieden, waarschijnlijk.

C. DE CONCESSIE ETTENBERG AAN DE LAWARIVIER

De concessie bevindt zich aan de linker oever van de Lawarivier, tussen Gran Santi en Stoelmanseiland (overzichtskaart van Suriname).

Op het concessieterrein worden uitsluitend alluviale goudafzettingen gevonden. Een dunne grindlaag, bedekt door een 3—4 m dikke zandlaag, ligt hier op een kaolienachtig verweerde kwartsdioriet. De grindlaag is plaatselijk zeer goudrijk, terwijl ook de dekkende zanden in geringe mate goudhoudend zijn.

Macroscopisch zichtbaar goud komt voor in de kwarts van de grindlaag.

Wasmonsters genomen van de intens verweerde kwartsdioriet toonden geen spoor van goud.

Het goud, dat in de zand- en grindlaag voorkomt, is betrekkelijk grof (tot 1½ mm). Pepieten komen volgens de plaatselijk werkende onderhuurders in dit deel van de afzettingen niet voor. Het goud is onregelmatig van vorm en afgeronde vormen wijzen op mechanisch transport.

Hoewel de tijd van onderzoek hier zeer kort was, kregen we de indruk, dat de goudvindplaatsen hier alluviale afzettingen van de Lawarivier zijn.

De grote uitgestrektheid en dikte van de dekkende zandlagen staat in geen enkele verhouding tot de zeer kleine kreekjes, die op het concessiegebied voorkomen, terwijl het gebied in zijn geheel vrij vlak is (figuur 15).

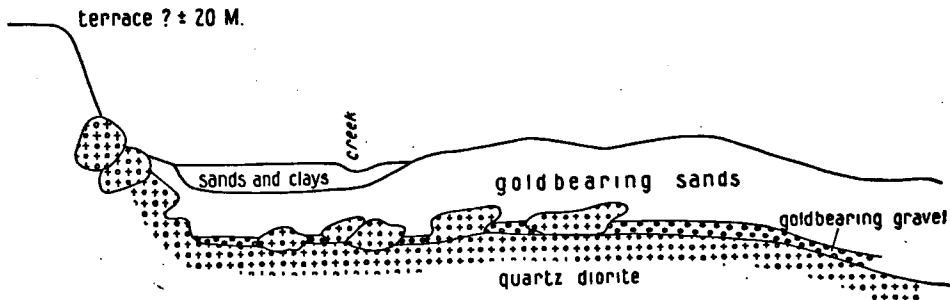


Fig. 15.

Profiel door de goudhoudende zanden en grindlagen op de concessie Ettenberg, tegenover Stoelmanseiland.

Section through goldbearing sands and -gravel on the concession Ettenberg, opposite Stoelmanseiland.

Ongeveer 1½ km stroomopwaarts van Gran Santi vindt men weer metamorphe basische gesteenten van de Balling-Formatie in een meer geaccidenteerd terrein met ferrietische verwerking.

Het contact tussen deze gesteenten en de kwartsdioriet is niet ontsloten. Het bevindt zich waarschijnlijk in een zwampgebied, dat hier op de vermoede grens voorkomt.

In het geaccidenteerde terrein komen kwartsblokken voor, terwijl de

heer ETTENBERG vertelde, dat in dit gebied plaatselijk pepieten (nuggets) gevonden zijn, variërend in gewicht van 0,5 tot 10 gram.

Ook in de Lawa bij Stoelmanseiland is het contact van de kwartsdioriet met de Balling-Formatie niet ontsloten.

Op korte afstand van elkaar vinden we echter gesteenten van de Balling-Formatie en kwartsdiorieten. Het contact is hier dus betrekkelijk scherp.

Stroomopwaarts in de Lawa vinden we een geleidelijke overgang tussen de gesteenten van de Balling-Formatie en de granietische gesteenten (voornamelijk kwartsdiorieten). Hier is een brede migmatietzone ontwikkeld.

Basische lenzen komen in de kwartsdioriet over grote afstanden voor. Bij de kwartsdiorieten op de concessie ETTENBERG werden geen migmatieten of basische lenzen gevonden. De kwartsdiorieten hebben hier een zeer homogeen uiterlijk.

De goudvindplaatsen op de concessie behoren tot de alluviale afzettingen van de Lawarivier, terwijl aangenomen moet worden, dat de primaire goudzone op korte afstand bovenstrooms aanwezig is en ook hier weer gebonden aan een contact tussen de gesteenten van de Balling-Formatie en de kwartsdioriet.

D. DE CONCESSIE BONAPARTE AAN DE TAPANAHONI-RIVIER

De concessie ligt aan de rechteroever van de Tapanahoni, ter hoogte van het eiland Manlobbi, in het gelijknamige heuvelgebied, (Manlobbigebirge). Dit heuvelgebied is voornamelijk opgebouwd uit gesteenten van de Balling-Formatie.

De Njamagorogorokreek, die benedenstrooms van de concessiewinkel in de Tapanahoni uitmondt, volgden we tot aan de waterscheiding. Het benedenstroomse gedeelte van de kreek stroomt door het terras van de Tapanahoni. Goudwerkplaatsen komen hier niet voor. Waar de kreek door heuvelterrein stroomt, liggen hier en daar enkele verspreide goudwerkplaatsen. Het smalle kreekbed is, zodra de kreek in het heuvelgebied stroomt, voor een groot deel volgestort met ferrietblokken. Tussen en onder deze blokken wordt hier, voornamelijk door bosnegers, het goud geëxploiteerd. Het schijnt de enige concessie te zijn, waar bosnegers zelf goud ontginnen.

Wasmonsters, genomen van verschillende werkplaatsen toonden alle lage gehalten. Tot aan de waterscheiding komen basische stollingsgesteenten voor, terwijl grotere en kleinere kwartsblokken wijzen op de aanwezigheid van kwartsaders.

Bij Manlobbi in de rivier treft men gebande vulkanische tuffen aan.

E. DOORSTEEK VAN POCKETTI NAAR DE GONINI-RIVIER, IN DE RICHTING S 50 E

Vanaf Poeketti, waar het eerste graniet-migmatietcomplex van de Tapanahoni werd aangetroffen, werd een nog in begaanbare toestand verkerend bosnegerpad verkend. De route werd ingemeten met behulp van kompas en passen tellen (overzichtskaart Suriname).

Bij een gemiddelde pasafstand van 0,75 m bleek de lengte tot aan de Goninirivier 17,4 km. De werkelijke afstand, gemeten op de kaart, bedraagt

17,5 km. De totale afwijking van de kaarthoekrichting bedraagt ruim 1°. De hoofdrichting vanaf Poeketti is S 50 E.

Vanaf Poeketti tot km 11,6 is het terrein weinig geaccidenteerd. Laterietische verwerking in de vorm van ferrietblokken of ijzerboontjes komt niet voor. Plaatselijk zijn in de krekten granietische gesteenten met donkere lenzen ontsloten. Soms is de graniet pyriethoudend. Kwartsgangen komen in het gehele gebied voor. Wasmonsters, genomen in de verschillende gepasseerde krekten in dit gebied, toonden geen goud.

Bij km 11,6 splitst het bospad zich. Het oostelijke zijpad bereikt ongeveer 1 km voorbij de splitsing een meer geaccidenteerd terrein met duidelijke laterietisch verweringsprofiel. Aan de oppervlakte van de heuvels komen ferrietblokken en -boontjes voor, terwijl in de krekten losse blokken van metamorphe basische stollingsgesteenten liggen, tezamen met kwartsblokken en donkergrijze kwartsietische gesteenten. De ondergrond bestaat hier uit gesteenten van de Balling-Formatie. Bij de krekten, die door dit heuvelgebied stromen, liggen enkele oude prospectiekuilen en een verlaten goudwerkplaats. Het heuvelgebied staat bij de bosnegers bekend als „Bakagron”. Wasmonsters, genomen van de grindlagen van de kreekjes, toonden in enkele gevallen goud. Het contact tussen de granietische gesteenten en de Balling-Formatie is hier niet ontsloten.

Langs het hoofdpad werd het contact, ter hoogte van km 14, enkele malen geconstateerd uit het veranderen van de morfologie en verwerking. Bij km 15,75 is het contact tussen de granietische gesteenten en de Balling-Formatie in een kreek ontsloten. De richting van het contact is hier S 30 W. Op het contactvlak komt pyriet voor. Zure gangen, uitgaande van de kwartsdiorietische gesteenten breken hier door de amphibolieten van de Balling-Formatie. Ook hier bleken wasmonsters, genomen in de kreekjes, waarin afbraakproducten van de Balling-Formatie voorkomen, goudhoudend.

Rijke afzettingen schijnen in dit gebied, gezien de vrij intensieve oudere prospecties, niet verwacht te kunnen worden. Het goud blijkt ook hier weer voor te komen in de peripherie van het contact van de granietische gesteenten (kwartsdiorieten) en de Balling-Formatie.

De Goninrivier werd tenslotte bereikt in een bocht, ongeveer 3 km boven de Mauritiesoela. Ter plaatse bevindt zich langs de rivier een „Gado Hosso” (offerhuisje), dat opgericht werd als herinnering aan een oorlog tussen de Djoeka's en Bonni's (twee bosnegerstammen).

HOOFDSTUK II

HET CONCESSIEGEBIED AAN DE BOVEN-LAWA

INLEIDING

De belangrijkste vindplaatsen van goud in het Boven-Lawa-gebied behoren tot de concessies van de Sarakreek-Goudvelden N.V.

Deze concessies liggen aan de linkeroever van de Lawarivier, op ca 225 km van de kust (figuur 16).

Ongeveer de helft van de totale Surinaamse jaarproductie aan goud is afkomstig van deze terreinen.

Op de concessies wordt uitsluitend goud op secundaire ligplaats geëxploiteerd. De placers hebben een gemengd alluviaal-eluviaal karakter (GRUTTERINK 1950) (DE HAAN 1952).

Het ondernemingscentrum Benzdorp ligt aan de linkeroever van de Lawarivier en is gebouwd op het rivierrass. De Lawa heeft hier een breedte van 240 m en een diepte tot 6 m in de droge tijd. Een autoweg van ca 11 km lengte ontsluit de concessie langs het dal van de Rufin, de voornaamste in exploitatie zijnde kreek. Hier heeft de maatschappij haar eigen machinaal bedrijf. Met een motorschop worden de deklagen boven de goudhoudende grindlagen verwijderd. Daarna baggert een dragline de goudhoudende grindlaag uit, welke vervolgens met behulp van smalspoor en met de hand voortbewogen kipkarren naar de semipermanente wasserij wordt vervoerd. Wanneer de transportafstand te groot is geworden, wordt de wasinstallatie verplaatst naar een gunstiger punt.

Onderhuurders bewerken de andere krekken in dit gebied, met behulp van sluices, long tom of batea (fig. 1, 2, 3). Uit de prospecties van de maatschappij en het werk van de onderhuurders, is komen vast te staan, dat het goudgebied, dat belang heeft voor de exploitatie, voornamelijk voorkomt in de krekken, die ten oosten van de Fatoe-Swietie-heuvelrug (410 m) afstromen. Deze heuvelrug vormt de waterscheiding met het stroomgebied van de Assissiekreek, die ten noorden van de concessies in de Lawa uitmondt.

De krekken, die van belang zijn voor de goudexploitatie zijn, van noord naar zuid:

1. Pointu, met de zijkreken Branche Nord en Crique Cassé.
2. Rufin, met de zijkreken Quatorze Juillet, Tom Café, Eau Clair, Du Serre, Uriti, en Kendallkreek.
3. Roche.
4. Antino, met de zijkreek Aspikreek.
5. Quac.
6. Maripasoelakreek.

De terrassen van de Lawa zijn goudhoudend, doch worden niet geëxploiteerd, daar het gehalte te laag is.

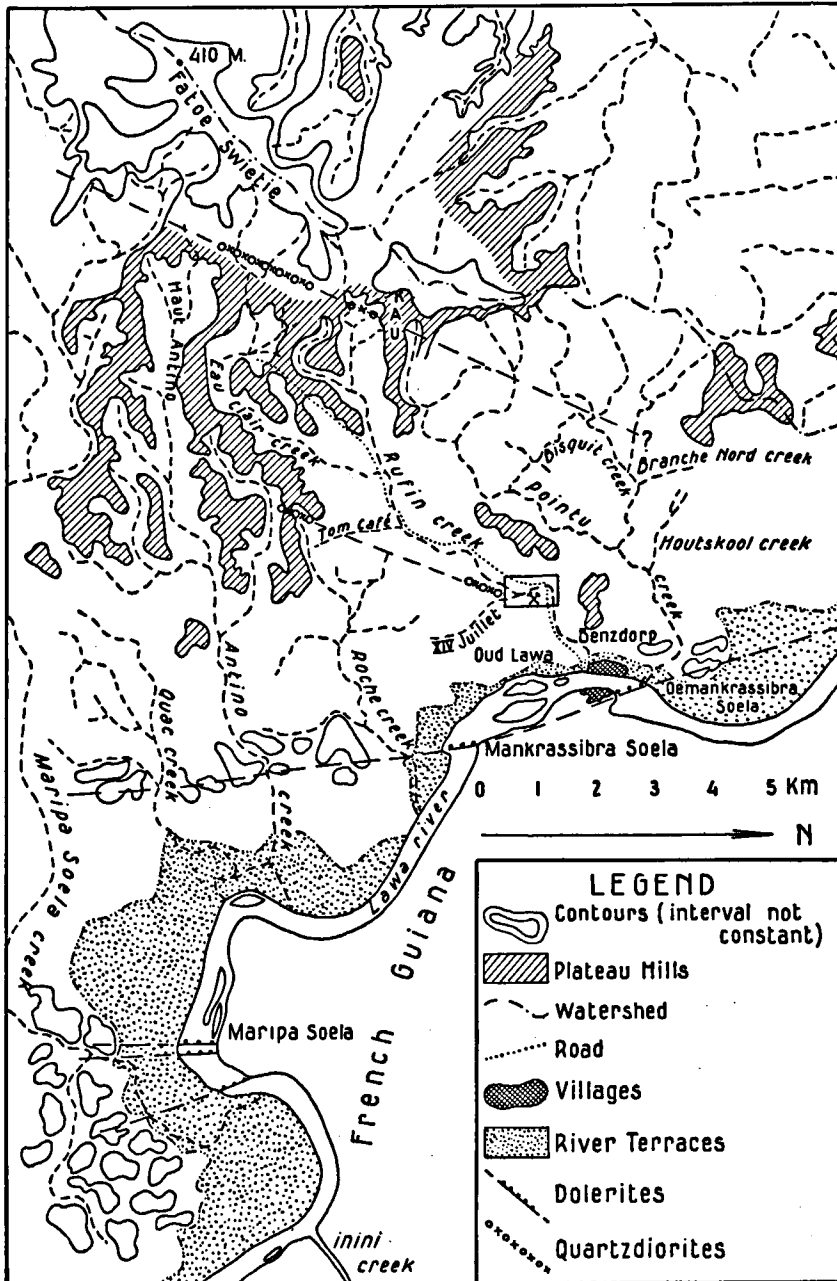


Fig. 16.
 Concessiegebied van de Sarakreek Goudvelden N.V. aan de Boven-Lawa.
 Survey map of the concession area of the Sarakreek Goudvelden N.V.
 on the upper course of the Lawa-river.

A. MORPHOLOGIE

De hoogte van het ondernemingscentrum Benzdorp wordt gesteld op 100 m boven zeeniveau. Alle opgegeven hoogten hebben betrekking op de hoogte van Benzdorp, vermeerderd met 100 m, tenzij anders vermeld.

Een drietal landschappen in de zin van VAN DER ELJK (1954) komen voor in het concessiegebied.

1. Abanna- of Rivierterrassenlandschap.
2. Lucas- of Dolerietgangenlandschap.
3. Brokolonko- of Schistbergenlandschap.

1. Abanna- of Rivierterrassenlandschap

Dit landschap komt voor langs de Lawarivier, plaatselijk met een breedte tot 1½ km. Niet overal langs de rivier zijn de terrassen ontwikkeld. Bij Oud-Lawa komen de heuvelvoeten tot dicht aan de rivier.

Het rivierterras ligt ongeveer 4 m boven de laagwaterstand. Bij extreem hoge waterstanden staat het terras onder water, hetgeen echter zelden voorkomt. Langs de oever heeft zich een oeverwal gevormd, terwijl de terrassen naar de heuvelvoet een flauwe helling hebben. Plaatselijk zijn zwampen ontwikkeld op de terrassen.

2. Lucas- of Dolerietgangenlandschap

Dit landschap is ontwikkeld in de vorm van een reeks lage heuvels in het verlengde van de Oeman- en Mankrassiabrasoela's, die worden gevormd door een dolerietgang.

3. Brokolonko- of Schistbergenlandschap

Het merendeel van de concessie behoort morphologisch tot dit landschap.

De hoogste berg in dit gebied is de Fatoe Swietie (410 m), die deel uitmaakt van de waterscheiding tussen het stroomgebied van de Assisiëkreek en de kreek van de concessie, die ieder afzonderlijk naar de Lawa stromen.

De waterscheidingen tussen deze laatste kreek worden gevormd door uitlopers van de Fatoe-Swietie-heuvelrug. De hoogte van deze secundaire waterscheidingen is over grote afstanden constant en bedraagt ca 250 m. Plaatselijk zijn deze waterscheidingen ontwikkeld als plateauheuvels (geharceerde delen van fig. 16). Dit laatste is een afwijking van het normale type van plateaubergen, waarbij de plateau's steeds de hoogste delen van de berg vormen (Nassaugebergte, Brownsberg, Lelygebergte).

De plateau's van de Fatoe-Swietie liggen op een belangrijk lager niveau dan de hoogste top en in grote lijnen hieromheen.

Volgens HOOKE hebben de kreek in hun midden- en benedenloop ongeveer 50—600 m brede dalen. De dalen gaan geleidelijk over in de heuvelvoet.

De grens tussen de heuvelvoet en de kreekdalen is vaak moeilijk te bepalen. In sommige gevallen zijn de kreekalluvia ontwikkeld als brede zwampgordels, terwijl de colluviale heuvelvoeten uit drogere gronden bestaan.

Naast kreekalluvia komen in vele gevallen kreeterrassen voor, welke slechts met zekerheid van de colluviale heuvelvoeten zijn te onderscheiden, wanneer de grindlaag van het terras aan de oppervlakte komt.

B. GEOLOGIE

De volgende formaties komen voor op de concessieterreinen:

1. recent tot subrecent a. jongste alluviale afzettingen;
 b. kreek- en rivierterrassen;
 c. colluviale en residuaire afzettingen.
2. Mesozoicum? dolerietgangen.
3. Basaalcomplex a. graniet no 1 b. kwartsgangen;
 c. Balling-Formatie.

1. Recente en subrecente afzettingen

Het merendeel van de op de concessie voorkomende gesteenten behoort tot deze groep. Hierin komen ook de exploiteerbare goudertsen voor. De groep is onderverdeeld in:

- a. jongste alluviale afzettingen.
Deze komen voor in de kreekdalen en in de Lawarivier.
- b. kreek- en rivierrassen.
Deze afzettingen liggen eveneens in de kreekdalen, doch zijn iets ouder dan de alluvia van groep a.
De rivierrassen behoren gedeeltelijk tot de groep a, gedeeltelijk tot de iets oudere alluviale afzettingen.
- c. colluviale en residuaire afzettingen.

Deze afzettingen komen voor op de heuvelhellingen en toppen.

Het kaolienachtig verweerde vaste gesteente, dat in de kreekdalen onder de alluviale afzettingen voorkomt behoort tot de residuaire vormen.

a. Jongste alluviale afzettingen

De jongste alluviale afzettingen komen voor in de kreekdalen en in de rivierbedding. De laatste zijn meestal slechts ontwikkeld als zandbanken in de rivier, welke ter hoogte van het concessieterrein wel enigszins goudhoudend zijn.

In de kreekdalen komen de exploiteerbare alluvia voor.

Door de uitgebreide prospecties van de N.V. is vrij veel bekend betreffende de aard van deze afzettingen. Ze hebben een dikte van 3—4 m en liggen meestal op een witte kaolienachtige klei. Dat deze kaolienachtige klei opgevat moet worden als verweerd vast gesteente, bewijzen de hierin voorkomende kwartsaders, met dikten tussen enkele cm's en tientallen cm's. De kwartsgangetjes komen soms geheel ongestoord in deze kleien voor. De dikte van de verwerking der vaste gesteenten is niet bekend. In de meeste gevallen bestaat de onderste laag van de alluviale afzettingen uit een grindlaag van wisselende dikte, waarin het goud voorkomt. De basis van de grindlaag en het bovenste laagje van het verweerde vaste gesteente (1—2 cm) blijken steeds het meest goudhoudend. De dikte van de grindlaag wisselt van enkele cm's tot 2 à 2½ m met een gemiddelde van omstreeks 70 cm.

In de meeste gevallen ligt boven de grindlaag een niet goudhoudende kleilaag. Soms zijn zand- en/of kleilagen aanwezig.

Een profiel in een waskuil in de Bas Rufin geeft het volgende beeld:

3,30 m	{	1,80 m	bruine klei
		0,90 m	witgevekte, bruine vette klei
		0,30 m	grofzandige grindlaag (weinig goudhoudend)
		0,30 m	grindlaag (rijk goudhoudend)

? m wit, kaolienachtig verweerd vast gesteente.

Betreffende de samenstelling van de grindlagen nam men waar, dat het grind in de bovenloop van de krekten belangrijk grover is dan in de benedenloop (DE HAAN 1952).

In de bovenloop bestaan de grindlagen uit grove, al dan niet afgeronde kwartsblokken tot afmetingen van 15—30 cm. Daarnaast komen losse kwarskristallen, met goed ontwikkelde kristalvorm voor. Zowel melkwhite kristallen als glasheldere kristallen treft men aan. De laatste echter zelden. Naast kwartsblokken en -rolstenen komen in de grindlagen rolstenen van de vaste gesteenten voor, vaak tot een vrij hoog percentage. De grindlagen zijn hier polymiet.

In de benedenloop van de krekten bestaan de grindlagen voornamelijk uit kwartsrolstenen met maximale grootten van 7—8 cm. Rolstenen van het vaste gesteente zijn hier schaars. Voorkomende kwarskristallen hebben hier duidelijk gerolde vormen.

In de grindlagen komen ook plaatvormige kwartsblokken voor, zonder sporen van afronding. Deze platen hebben soms afmetingen van 70—80 cm en wisselende dikten tussen 5 en 15 cm. Het zijn ter plaatse afgebroken kwartsaders.

Monsters van deze kwartsblokken werden gestampt en in de batea gewassen. Ze bleken in de meeste gevallen goudhoudend, soms met een hoog goudgehalte. Ook het kwartsgrind werd gestampt en gewassen en bleek in verschillende mate goudhoudend.

Het goud komt in de alluvia voor van zeer fijn stofgoud tot pepieten met een gewicht van enige honderden grammen.

De vormen van het goud zijn meestal onregelmatig tot plaatvormig, terwijl afronding in verschillende mate optreedt, ook bij korrels van één-zelfde vindplaats.

Vooraf in de bovenlopen van de krekten wordt het grovere goud gevonden, doch ook ver benedenstrooms komt grof goud voor. Op het machinale bedrijf van de N.V. in de Bas-Rufin zijn plaatvormige pepieten gevonden, die weinig of niet afgerond waren en dus weinig transport kunnen hebben ondergaan. Ter plaatse komen eveneens afgebroken gangkwartsen voor. Naast deze plaatvormige pepieten met gewichten tot enkele tientallen grammen werden ook afgeronde kleinere pepieten gevonden.

Goudhoudende kwarts, waarbij macroscopisch zichtbaar goud voorkomt in barstjes en scheurtjes en tussen de korrelbegrenzungen van de kwarts, komt algemeen voor.

In enkele gevallen werden haarvormige netwerken van goud aangetroffen in de verweerde bedrock. Het goud is dan innig vergroeid met de klei. In natte toestand gedragen de goud-kleiklompjes zich sponsachtig.

Goud, vergroeid met haematiet of goethiet komt in de kreekalluvia zelden voor.

Met behulp van een prospectiekaart van de N.V. was het mogelijk, een hoogtelijnenkaart van de afgedekte bedrock voor een deel van de Bas-Rufin te maken, waardoor een beeld ontstaat van het verband tussen oude kreeklopen in dit gebied en het goudgehalte van de alluvia (figuur 17). Het beeld dat hieruit verkregen wordt betreffende de verspreiding van het goud, is zeker niet typerend voor een alluviale afzetting.

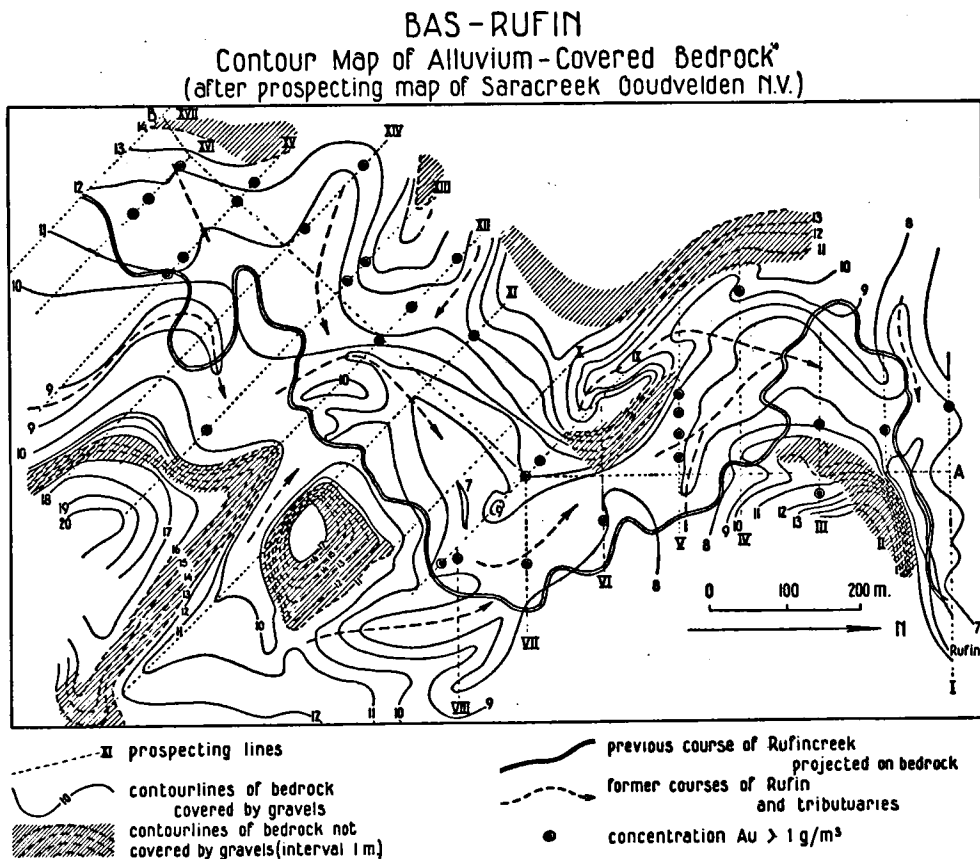


Fig. 17.
 Hoogtelijnenkaart van de met alluviale afzettingen bedekte dalbodem van de Bas-Rufin.
 (Contour map of alluvium-covered bedrock. Bas-Rufin).

Bij alluviale afzettingen komen de goudconcentraties voor in de binnenbochten van de stroomdraad en benedenwaarts van plaatsen, waar zijkreekjes in de hoofdkreek uitstromen (BATEMAN 1949). Hoewel dit verschijnsel zich voordoet bij enkele concentraties op de prospectielijn no. IX, komen op dezelfde lijn afwijkingen op deze regel voor. Bij de hoger genummerde lijnen zien we juist het tegenovergestelde van het voor alluviale afzettingen normale verschijnsel. Het goud heeft hier zijn grootste concentratie langs de dalwanden. De concentraties op de prospectielijn no. V lopen dwars over het dal en staan met een grote hoek op de dalrichting.

Het idee van DE HAAN (1952), dat het goud voor een deel slechts een zijwaartse verplaatsing langs de heuvelhellingen naar de stroomdraad heeft ondergaan, krijgt een belangrijke steun in de verspreiding van het goud langs de prospectielijnen XI t/m XVII. De hoge goudconcentraties langs de prospectielijn V worden veroorzaakt door het voorkomen van goudhoudende kwartsgangen ter plaatse. Bij de exploitatie door de N.V. werden hier een aantal plaatvormige pepieten aangetroffen, tezamen met plaatvormige kwartsblokken. Noch de kwartsblokken, noch de pepieten toonden sporen van transport. Daarnaast komen hier ook korrels voor met duidelijke afronding ten gevolge van transport.

De grindlagen hebben een alluviale ontstaanswijze. Dit blijkt o. a. uit:

1. de sortering van de grindlagen, die benedenstrooms gemiddeld fijnkorreliger zijn dan bovenstrooms;
2. vermindering van rolstenen van de bedrock als bestanddeel van de grindlagen, van de bovenloop naar beneden;
3. toenemende afronding van het grind naar de benedenloop van de krekten.

Het goud in de grindlagen is voor een deel alluviaal, voor de rest colluviaal of ter plaatse afgebroken. Dat het alluviale goud in deze afzettingen een ondergeschikte rol speelt, bewijst het geringe goudgehalte van de alluvia van de Lawarivier, waaruit blijkt, dat het goud niet ver van zijn oorspronkelijke ligplaats is verwijderd. De alluviale grindlagen hebben geen grote ouderdom, daar herhaaldelijk in deze grindlagen petrofacten worden aangetroffen in de vorm van stenen bijlen, zoals die tot op heden nog in gebruik zijn bij de Wajarékoelé-Indianen, een nog weinig bekende stam in het Oranje-gebergte, met een nog neolithische beschaving.

b. *Rivier- en kreekterrassen*

Het rivierrerras van de Lawa heeft een hoogte van 3—4 m boven laagwaterpeil. Plaatselijk rust de terrasafzetting op een verkitte grindlaag, elders werd dit niet waargenomen. De verkitte grindlaag, die goed ontsloten is aan de zuidpunt van het zuidelijk eiland in de Lawa tussen de beide Krassia-brasoela's, is in geringe mate goudhoudend.

De bovenliggende lagen bestaan uit grofzandige kleien en kleien, terwijl plaatselijk inschakelingen van zand- of grindlaagjes voorkomen.

De krekten hebben langs hun jonge alluviale bedding plaatselijk terrassen. Deze zijn slechts met zekerheid als zodanig te herkennen, wanneer een grindlaag met kwartsrolstenen aanwezig is. Is dit niet het geval, dan is het zeer moeilijk terrassen te onderscheiden van een colluviale heuvelvoet. Bij de goudexploitatie is het criterium voor een terras het voorkomen van grindlagen op een hoger niveau dan het huidige kreekniveau.

Terrassen van dit type zijn veelvuldig aangetroffen bij de prospectie van de N.V. in het dal van de Rufin en van andere krekten. Enkele terrassen zijn ontgonnen (Village Femme, Eureka, en enkele terrassen aan de benedenloop van de Rufin).

Boven een grindlaag met wisselende dikte tot 2 m, komen al dan niet zandige kleilagen met ferrietboontjes voor, met dikten van maximaal 1—1½ m. Plaatselijk ontbreken de deklagen geheel en dagzoomt de grindlaag. Het

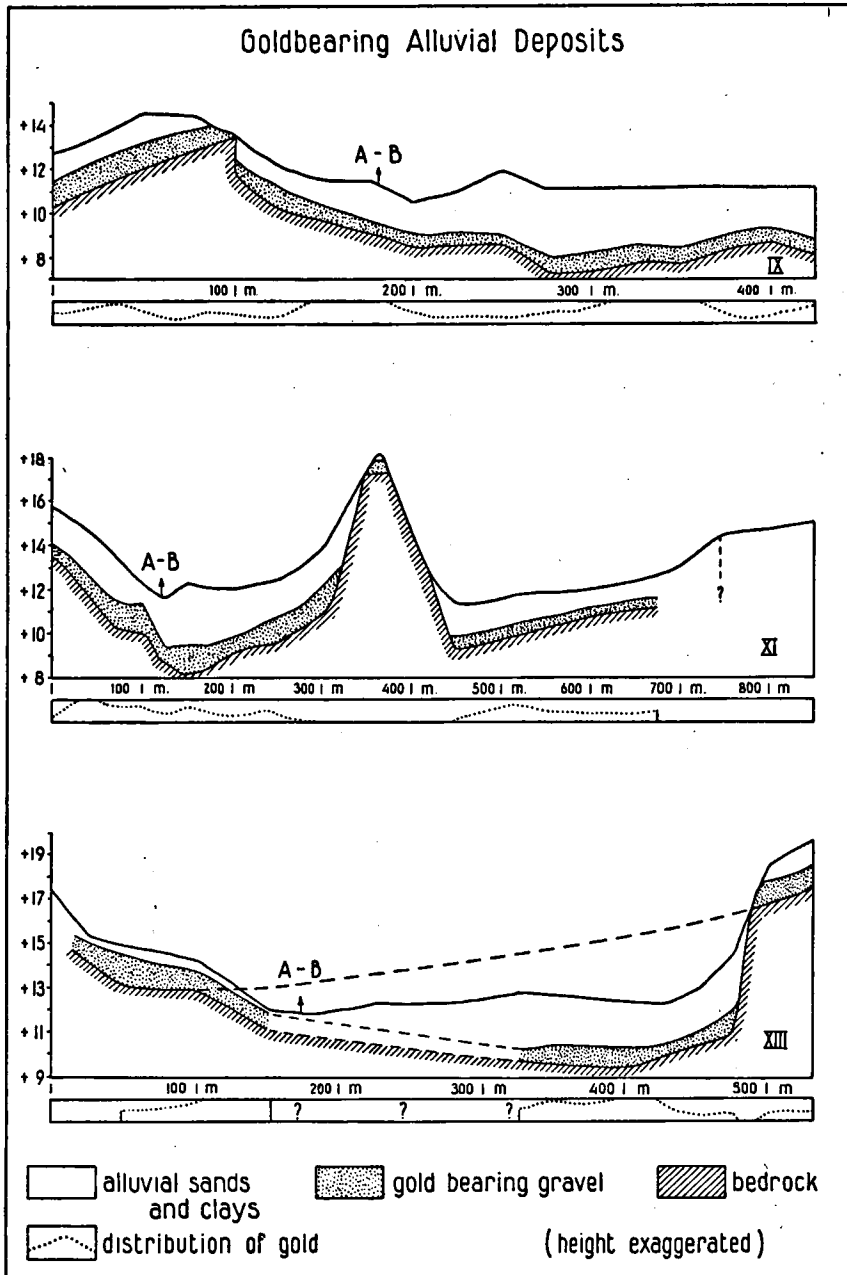


Fig. 18.
 Profielen door de goudhoudende afzettingen van de Bas-Rufin.
 Sections through the goldbearing alluvial deposits of the Bas-Rufin.

goud in de terrasgrindlagen komt op dezelfde wijze voor als in de jonge kreekafzettingen. De concentratie is over het algemeen iets lager.

Vergroeiingen van goud met haematiet en goethiet komen in de terrasgravels veel algemener voor dan in de jonge alluviale grindlagen beneden de waterspiegel.

De verschillen tussen de jonge gravels en de terrasgravels zijn uitsluitend een gevolg van hun ligging ten opzichte van de grondwaterspiegel.

Uit de profielen IX, XI en XIII (figuur 8) blijkt, dat de overgang tussen terrasgravel en jonge gravel zeer geleidelijk verloopt. Uit de hellingen van beide gravels in profiel XIII ziet men, dat voor de vorming van de huidige morphologie en ligging van de gravels ten opzichte van elkaar geen plotselinge opheffingen of bodemdalingen moeten hebben plaatsgevonden.

Het lijkt waarschijnlijker, dat de verlaging van de erosiebasis zeer geleidelijk is verlopen, waardoor de kreen gelegenheid hadden door laterale verplaatsing van het stroombed de brede dalen te vormen.

De sterkere helling op het 13 m-niveau van profiel no. XIII zou kunnen wijzen op een tijdelijk krachtiger erosie.

Ook in de andere profielen vinden we op andere niveau's aanwijzingen voor deze veronderstelling.

c. *Colluviale- en residuaire afzettingen*

Colluviale afzettingen, bestaande uit materiaal, dat slechts over geringe afstanden verplaatst is, komen als heuvelvoet voor langs de kreekdalen. Ook de „creep“-lagen langs de heuvelhellingen behoren tot de colluviale afzettingen.

Ze bestaan meestal uit geelbruine, naar beneden roodbruine korrelige kleien, waarin verspreid ijzerboontjes en scherpkantige kwartsfragmenten en -blokken voorkomen. Plaatselijk zijn deze afzettingen goudhoudend en worden ze door onderhuurders van de N.V. geëxploiteerd. Ze zijn niet dikker dan 1—1½ m en wanneer zij goudhoudend zijn, zijn ze dit vaak over de gehele dikte, hoewel concentratie op een bepaald niveau soms voorkomt.

Het goud komt hierin meestal verspreid voor in de vorm van grove korrels en pepieten, die vrijwel geen sporen van transport vertonen. De goudhoudende colluviale afzettingen bevatten steeds kwartsblokken. Een profiel, dat werd waargenomen in de Boven-Eau-Clair geeft het volgende beeld (figuur 19a).

0,90 m	{	0,50 m	geelbruine korrelige klei met ferrietboontjes en scherpkantige kwartsblokken; goudhoudend.
		0,40 m	geelbruin gevlekte, rode klei met weinig ferrietboontjes en scherpkantige kwartsblokkjes; goudhoudend.
		? m	rode residuaire klei met schistfragmenten; niet goudhoudend.

Op sommige plaatsen bedekken de colluviale afzettingen de terrasafzettingen of jonge gravels.

Een colluviale deklaag op terrasafzettingen werd waargenomen in de Beneden-Pointu (zie figuur 19b).

Aan de heuvelvoet komen hier colluviale gronden voor, bestaande uit een geelbruine, plaatselijk grijze, korrelige klei met laterietboontjes en kwartsfragmenten, afhellend naar het kreekdal.

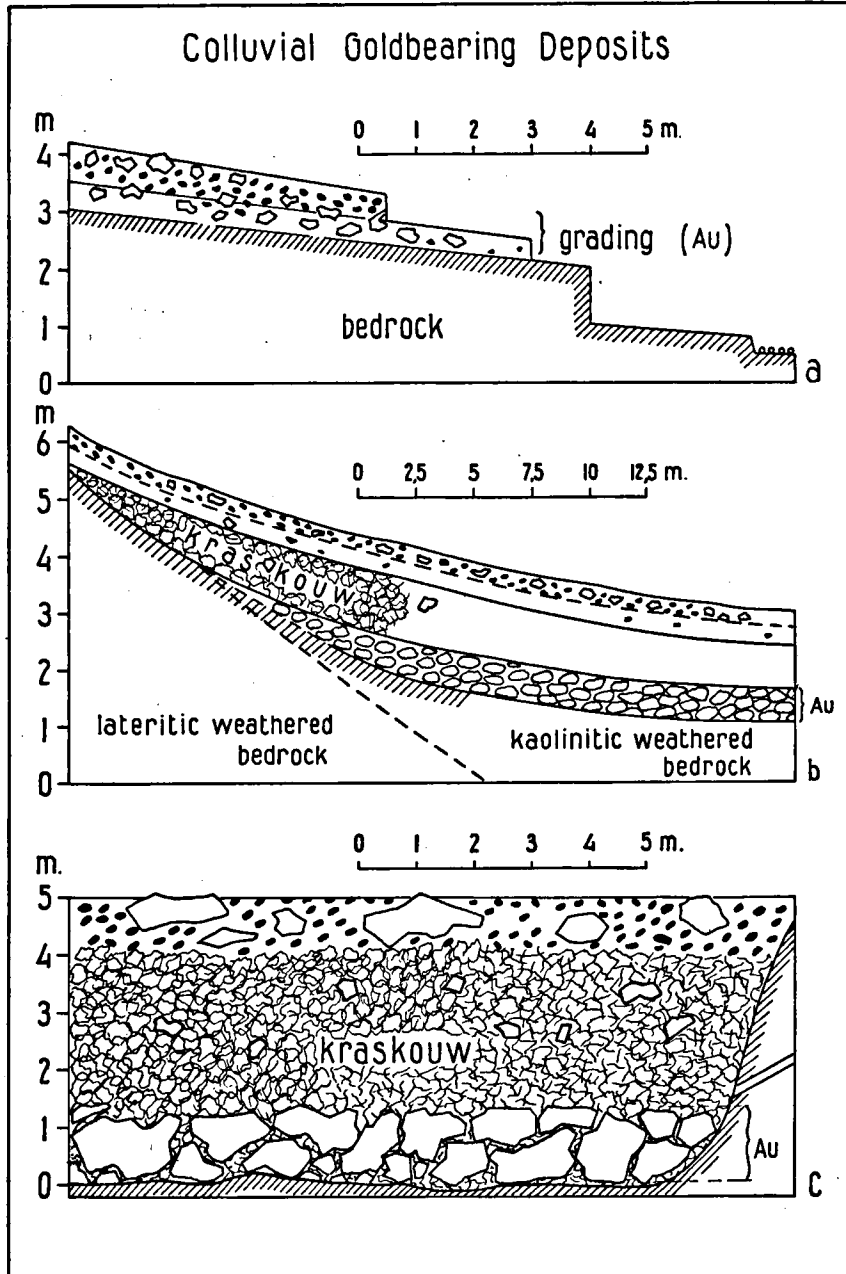


Fig. 19.
 Profielen door goudhoudende colluviale afzettingen.
 Sections through goldbearing colluvial deposits.

In deze colluviale afzetting bevindt zich een goudwerkplaats.
Het hierin ontsloten profiel geeft het volgende beeld:

1,75 m	{	0,30 m	grijze klei met boomwortels, ferrietboontjes en scherp-kantige kwartsbrokjes;
		0,30 m	geelbruine klei met ferrietboontjes en scherpkantige kwartsbrokjes;
		0,75 m	rood en geelbruin gevlekte klei, naar de heuvelvoet overgaand in laterietisch verkitte, poreuze ijzerrijke klei met kwartsbrokjes (kraskouw);
		0,40 m	grindlaag met kwartsrolstenen tot 25 cm;
		? m	groengevlekte, witte kaolienachtige klei.

De „kraskouw”, die in de laag boven de grindlaag voorkomt, is een product van de laterietische verwerking, dat voorzover bekend slechts voorkomt in alluviale en colluviale kleien, boven de grondwaterspiegel. In het normale laterietische verweringsprofiel van geconsolideerde gesteenten komt de kraskouw niet voor.

Bij de kraskouwvorming schijnt het ijzer zich te concentreren in een onregelmatig gevormd netwerk van limonietbandjes, waardoor de klei als het ware verkit wordt. Ook in de terrasdeklagen komt kraskouw voor, zodat het onderscheid tussen colluviale gronden en alluviale deklagen moeilijk blijft.

In de Haute-Rufin, ter hoogte van Kendallkreek, komen afzettingen van een ander type voor.

Hier vinden we een naar de kreek hellende vlakte, bestaande uit een rode klei met een dikte van 1—2 m. Onder deze klei ligt een laag kwartsblokken, welke ingebed zijn in kraskouw. De kwartsblokken zijn weinig of niet afgerond, zodat ze niet over grotere afstanden verplaatst kunnen zijn. De blokken hebben afmetingen van 10—70 cm.

De kwarts-kraskouwlaag is goudhoudend en wordt door onderhuurders geëxploiteerd.

Een tweede soortgelijke afzetting bevindt zich in de Kendallkreek. Hier is een wand met een hoogte van ca 5 m steil afgegraven. Het profiel ziet er als volgt uit (figuur 19c).

5,0 m	{	0,90 m	geelbruine klei met kwartsblokken (tot ca 25 cm);
		2,50 m	roodbruine kraskouw, met kleine kwartsblokjes (tot ca 5 cm);
		1,60 m	kwartsblokkenlaag, waarin blokken tot een grootte van 50—60 cm. Goudhoudende laag.

De onderste kwartsblokkenlaag is goudhoudend en wordt geëxploiteerd. Op de tailinghoppen van deze werkplaats komen gelimonitiseerde pyrietkuben voor, met een ribbe van gemiddeld 3,5 cm, hoewel ook exemplaren voorkomen met ribben tot 8 cm. Deze pyrietkuben zijn goudhoudend. Een exemplaar, waarin macroscopisch zichtbaar goud voorkomt, werd door de N.V. voor verder onderzoek ten geschenke gegeven.

Naast het gegeven profiel komt een roodbruine kleilaag voor, die op het niveau van de kraskouwlaag een dunne kwartsader bevat (S 60 W/30 S/4—10 cm). De roodbruine klei blijkt dus verweerd vast gesteente. De dalwand, die in het profiel zichtbaar is, is zeer steil.

Het lijkt waarschijnlijk, dat kwartsblokkenlaag, die nu eens tezamen met, dan weer onder de kraskouwlaag voorkomt, een kwartsconcentratie uit oorspronkelijk bovenliggend thans weggeërodeerd gesteente vertegenwoordigt. De concentratie van de kwartsblokken heeft voornamelijk door verticale beweging plaatsgehad. Later werden deze kwartsblokkenvelden bedekt door colluviale afzettingen. Hiermede in overeenstemming is de vondst van enkele grote, plaatvormige pepieten, die op deze hoogte in eenzelfde soort afzetting gevonden zijn. De pepieten vertoonden slechts zeer weinig sporen van transport en werden aangetroffen onder enkele grote kwartsblokken. GRUTTERINK (1940) heeft deze pepieten beschreven en komt tot de conclusie, dat zij alle deel hebben uitgemaakt van een spleetopvulling. De pepieten hebben een hypogene ontstaanswijze volgens GRUTTERINK en zijn vrijwel ter plaatse gevormd. Het voorkomen van insluitsels van chalcopyriet wijst op een ontstaan uit warme oplossingen.

De gehele omgeving van de Boven-Rufin en Kendallkreek is buitengewoon kwartsrijk, waarbij de kwarts vaak in geweldige blokken voorkomt. Kwartsblokken met afmetingen tot $2\frac{1}{2} \times 2 \times 1\frac{1}{2}$ m komen voor, zonder een duidelijk verband met een kwartsader ter plaatse. Deze kwartsblokkenvelden worden gerekend tot de colluviale afzettingen.

Tot de residuaire gronden behoren zowel de laterietische kleien en ferrieten van de heuvelplateau's en toppen als de kaolienachtige verweringskleien van de bedrock onder de grindlagen.

De residuaire gronden van de heuveltoppen en plateau's bestaan uit geel- tot roodbruine, korrelige, soms zandige kleien, waarin ferrietboontjes of -blokken al dan niet voorkomen, terwijl in enkele gevallen ferrietkappen gevormd zijn.

Onder de grindlagen komen in de meeste goudwerkplaatsen kaolienachtige kleien voor. Slechts zelden ligt een alluviale grindlaag op een ondergrond van onverweerd vast gesteente. In de verweringskleien komen kwartsadertjes voor, terwijl in enkele gevallen relieten van een minder verweerd vast gesteente werden aangetroffen.

In de Eau-Clairvallei is een vindplaats van goudhoudende bodemklei bekend, terwijl in de Uritikreek (Boven-Rufin) grof goud, uit de verweerde bedrock werd gewonnen (DE HAAN 1952).

2. Dolerietgangen

De drie soela's in de Lawa, ter hoogte van de concessie, respectievelijk van zuid naar noord, Maripasoela, Mankrassiabra en Oemankrassiabra, worden gevormd door dolerietgangen.

De beide Krassiabra-soela's maken deel uit van één gang, die over een afstand van 16 km langs en in de Lawa in noordelijke richting te vervolgen is tot Coermotibo.

Deze gang heeft een dikte van 30 m en een richting N 18 W. Het is een middel- tot grofkristallijne gang, met een sterk gebroken, fijnkristallijne randzone van $1-1\frac{1}{2}$ m (chilled margin). Wasmonsters in zandbanken onder deze vallen toonden geen hoger goudgehalte dan de overige zandbanken in dit deel van de rivier, hoewel het toenemen van opaak erts in deze monsters toegeschreven moet worden aan afbraakproducten van de dolerietgang.

3. Basaal-Complex

a. Graniet no. 1

Op verschillende plaatsen in het concessiegebied komen intrusief in de gesteenten van de Balling-Formatie kwartsdiorieten en kwartsdiorietporfiriëten voor.

Hoewel slechts in enkele gevallen het contact met het nevengeesteente ontsloten voorkomt, geldt hier, dat de contactverschijnselen langs deze kwartsdiorieten vrij gering zijn.

Schollencontacten of migmatietzones in de omgeving van deze contacten zijn niet waargenomen. Het contact is ontsloten in een tunnel van de Kendallkreek (figuur 20).

Slechts tot op een afstand van 30 m van het contactvlak komen enkele onbetekenende insluitels van het nevengeesteente voor. Zowel het nevengeesteente als de kwartsdioriet, die in de tunnel een porfierische structuur heeft, worden doorsneden door dunne kwartsadertjes. Volgens opgave van de N.V. heeft een monster van deze adertjes een goudgehalte van 3 g/ton getoond.

De andere in de tunnel voorkomende gesteenten toonden gehalten variërend van spoor tot 0,14 g/ton.

Het contact van kwartsdiorietporfieriet is ook ontsloten in een topkreek van de Eau Clair, in de richting S 20 W van het contact in de Kendall-tunnel. In een klein valletje, in de linker zijtak van de Boven-Eau Clair is de kwartsdiorietporfieriet in platen ontsloten. Ter hoogte van het contact met het nevengeesteente bevindt zich een twee meter dikke, witte kwartsgang met een richting N 20—30 W. Beneden het valletje ligt een zone van kwarts-calciet-albiet-chlorietschisten, die over een afstand van ca 15 m in de dalwand is ontsloten.

Over een afstand van 40 m stroomafwaarts is het gesteente niet ontsloten. Het kreekbed ligt hier vol blokken kwartsdiorietporfieriet en schist.

Op de verbindingslijn tussen de kwartsdioriet in de linker zijtak van de Boven-Eau Clair en de tunnel van de Kendallkreek komen in de rechter zijtak van de Boven-Eau Clair eveneens kwartsdiorieten voor. Ook hier hebben zij geen grote verspreiding. Contacten zijn in deze kreek niet ontsloten.

In de Josselinkreek (zijkreekje van de Pointu) bleken in de grindlaag van een goudwerkplaats blokken van weinig verweerde kwartsdioriet voor te komen. De werkplaats bevindt zich stroomafwaarts van de N 20 E voortzetting van de lijn, die door de drie voornoemde vindplaatsen loopt, zodat het niet onwaarschijnlijk is, dat deze kwartsdioriet in het verlengde van deze lijn in situ voorkomt.

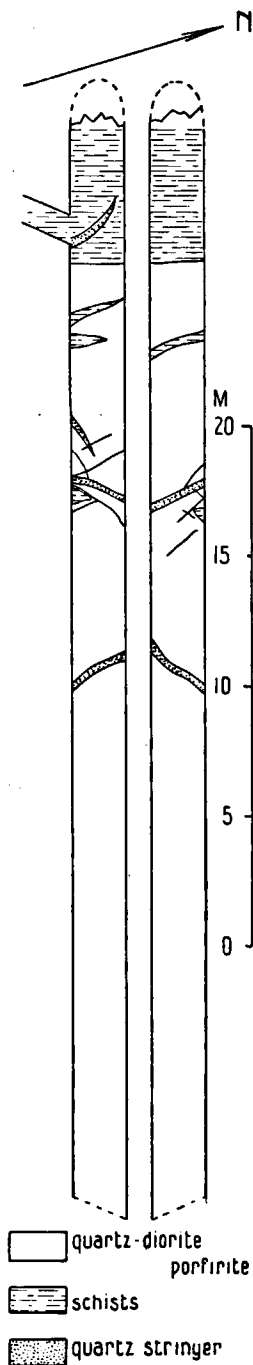


Fig. 20.
Profiel van de tunnel
bij Kendallkreek.
Section through adit
Kendallkreek.

Verder komen kwartsdiorieten voor op de waterscheiding tussen de Aspikreek en de Roche en in de richting ca N 20 E hiervan, in het dal van de Bas Rufin, ter hoogte van de XIV Juilletkreek.

De kwartsdiorieten nemen slechts een kleine oppervlakte van de concessie in. Aan weerszijden van de kwartsdiorietontsluitingen komen, op geringe afstand, gesteenten van de Balling-Formatie voor. De vindplaatsen geven de indruk, op te treden als gang- of lensvormige lichamen, met hun lengterichting ca N 20 E en een breedte, die tussen enkele tientallen tot maximaal honderdtallen meters ligt. Porfierische structuren, zoals die voorkomen in de kwartsdiorieten bij Kendallkreek, in de buurt van het contact met het nevengeesteente, wijzen op intrusieve ontstaanswijze van de kwartsdiorieten, waarbij de uiteindelijke uitkristallisatie een betrekkelijk snel verloop had.

b. *De kwartsgangen*

Over het gehele concessiegebied verspreid komen kwartsgangen voor. De gangen variëren in dikte van enkele cm's tot 2 à 3 m. Ontsloten gangen zijn over het algemeen schaars, maar komen in de bovenlopen van de kreek wel voor. De kwartsgangen hebben hun maximale ontwikkeling in de omgeving van de kwartsdiorietvindplaatsen, waaruit een genetisch verband tussen deze kwartsdiorieten en de kwartsgangen blijkt. De voornaamste richting van de kwartsgangen varieert om de N—S-richting. In deze richting liggen de meeste bekende dikke kwartsgangen (Boven-Rufin, Eau-Clair, Uriti, Kendallkreek). Deze gangen hebben veelal een dikte tot 2 à 3 m en bestaan uit melkwhite, grijze tot grijsblauwe, grofkristallijne kwarts. Ook dunne adertjes met deze richting komen vaak voor. Daarnaast komen ook, meestal dunne, kwartsgangetjes voor, met een richting om E—W.

Het verband tussen deze twee richtingen is uit de weinige ter beschikking staande gegevens niet af te leiden.

Het lijkt geen twijfel, dat de kwartsrolstenen uit de grindlagen van de alluvia, de afbraakproducten van kwartsgangen zijn en hierdoor is het mogelijk een beeld te geven van de verschillende kwartstypen, die op de concessie voorkomen.

De volgende kwartstypen worden onderscheiden:

1. melkwhite, al dan niet sacharoïde kwartsen, soms met goed ontwikkelde kristalvorm;
2. kleurloze, heldere kwarts, vaak met goed ontwikkelde kristalvorm;
3. grijze, grijsblauwe tot blauwe, al dan niet sacharoïde kwarts;
4. pyriethoudende witte kwarts;
5. toermalijnhoudende witte kwarts;
6. haematiehoudende, witte kwarts.

Vaak zijn de in situ aangetroffen kwartsgangen doortrokken met snoertjes laterietisch, ijzer- en/of mangaanerts, terwijl dit laatste ook korstvormig omhullend voorkomt (Bas Rufin). Betreffende het goudgehalte van de kwartsriffen is slechts zeer weinig met zekerheid bekend. Oude gegevens van de N.V. vermelden goudgehalten van resp. 123, 358 en 108 g goud per ton, van een kwartsrif in de Boven-Rufin, dat met behulp van tunnels was ontsloten. Latere controle van de N.V. toonde hier ter plaatse wel een

ca 2 m dikke kwartsgang aan, met een richting NW—SE/66 NE, doch kon hierin geen goud aantonen.

Een kwartsadertje uit de tunnel bij Kendallkreek toonde een gehalte van 3 g goud per ton.

Van de dikkere kwartsaders in de Boven-Rufin, Kendallkreek en Eau-Clair, werd kwart verzameld en vergruisd. Wasmonsters van deze vergruisde kwarts toonden geen goud.

Uit de grindlagen werden kwartsen van eenzelfde type verzameld, vergruisd en verwassen.

Hieruit kon voor de meest voorkomende kwartstypen een indruk worden verkregen van het goudgehalte van deze kwartsen:

1. melkwitte kwartsen toonden een laag, maar meestal aanwezig goudgehalte, dat in de sacharode typen iets hoger was, dan in de grof-kristallijne kwartsen van dit type;
2. kleurloze, heldere kwartsen toonden geen spoor van goud;
3. grijze, grijsblauwe tot blauwe kwartsen bleken in de meeste gevallen vrij sterk goudhoudend en in enkele gevallen werd in deze kwartsen ook macroscopisch zichtbaar goud aangetroffen.

Van de andere kwartstypen werd te weinig materiaal verzameld om een beeld betreffende hun goudgehalte te kunnen geven.

De drie genoemde, meest voorkomende kwartstypen, komen in de grindlagen van alle krekken op de concessie voor. Pyriethoudende kwartsen komen voor in het dal van de Rufin, terwijl tegen de Fatoe Swietiewaterscheiding, ter hoogte van de Branche Nord, een gangetje ontsloten is met een dikte van 20 cm en een richting ca N 40 E.

Toermalijnhoudende kwartsblokken komen voor in de Eau Clair, terwijl haematiethoudende kwarts als blokkenveld voorkomt op de zuidoosthelling van de Pinpinheuvel, bij Oud Lawa.

Toermalijnhoudende gangen komen weinig voor in het gebied.

c. *Balling-Formatie*

Alle overige gesteenten van het basaal-complex, die op het concessiegebied voorkomen, behoren tot de Balling-Formatie. Het merendeel van de hier aangetroffen gesteenten is van vulkanische oorsprong en bestaat uit basische tot intermediaire metamorphe lava's, tuffen en tuffogene agglomeraten.

Daarnaast komen ook augietporfierieten voor, vaak met mooi ontwikkelde phenocrysten.

Een deel van de aangetroffen gesteenten is zeker van sedimentaire oorsprong. Het zijn phyllietische gesteenten (Boven-Rufin), kwarts-calciet-albiet-chlorietschisten, kwartsieten en sericietschisten. Vooral in de bovenlopen van Rufin en Eau-Clair komen deze gesteenten veelvuldig voor, ingeschakeld tussen de metamorphe vulkanische gesteenten. Ook in de Beneden-Pointu komen metamorphe sedimentaire gesteenten voor.

HOOFDSTUK III

DE CONCESSIONS LANGS DE LANDS SPOORBAAN TUSSEN KM 93 — 133

INLEIDING

Het gebied langs de spoorbaan is het enige gebied in Suriname, waar, naast placerafzettingen van een soortgelijk type als in de voorgaande hoofdstukken beschreven werd, ook primaire goudafzettingen worden geëxploiteerd. Het goud komt primair voor, gebonden aan pyriethoudende-, dan wel blauwe kwartsgangen of -lenzen, die door middel van tunneltjes tot diep in de heuvels worden vervolgd. Het gesteente langs deze kwartsgangen bestaat uit kaolien-sericiet-kwartskleien, die het verweringsproduct van contactmetasomatisch omgezet nevengeesteente van de kwartsaders vertegenwoordigen (Deel II, Hoofdstuk II).

De ontginning van de kwartsaders geschiedt over het algemeen op zeer primitieve wijze door onderhuurders van de maatschappij, die het merendeel van de primaire goudafzettingen in dit gebied in concessie heeft (Wit-Water Mijnen N.V.).

Slechts in enkele gevallen wordt het erts machinaal verwerkt met behulp van kleine kogelmolens (Savannah Mine No. 1 en N.V. Surinaamse Goudmijnen-Maatschappij).

Het gebied, waarin een groep van primaire goudvindplaatsen ligt, die tezamen met de primaire afzettingen van de Savannah Mine No. 1 een genetisch geheel vormen, staat bekend onder de naam „Mindrinetti-goudgebied”. Het Mindrinetti-goudgebied ligt in het stroomgebied van de Mindrinettikreek, een zijkreek van de Saramaccarivier, en strekt zich uit aan weerszijden van een brede savannengordel, die de spoorbaan snijdt tussen ca Km 98 en Km 105 (figuur 21).

De goudvindplaatsen zijn gemakkelijk te bereiken vanaf de stations Guyana Goud Placer (Km 96), De Jong Noord (Km 99,5), Gros (Km 103), De Jong Zuid (Km 105,5) en Rosebel (Km 106,5).

Het merendeel van de primaire- en placerafzettingen in dit gebied behoort tot de concessie van de Wit-Water Mijnen N.V.

De bedrijfswinkel van de maatschappij is gevestigd bij het station Gros. Het merendeel van de onderhuurders van de maatschappij woont aan weerszijden van de spoorbaan, tussen de stations Gros en De Jong Zuid.

Andere primaire afzettingen in de omgeving zijn Mayo Placer (ca 5 km ten westen van De Jong Zuid), Savannah Mine No. 1 (ca 8 km ten oosten van Rosebel) en het Headley-Reef (1 km ten westen van Km 124,3). Het Headley-Reef wordt geëxploiteerd door de N.V. Surinaamse Goudmijnen-Maatschappij. Het Headley-Reef behoort tot een ander type dan de primaire goudafzettingen van het Mindrinetti-goudgebied. Verspreid over het gehele

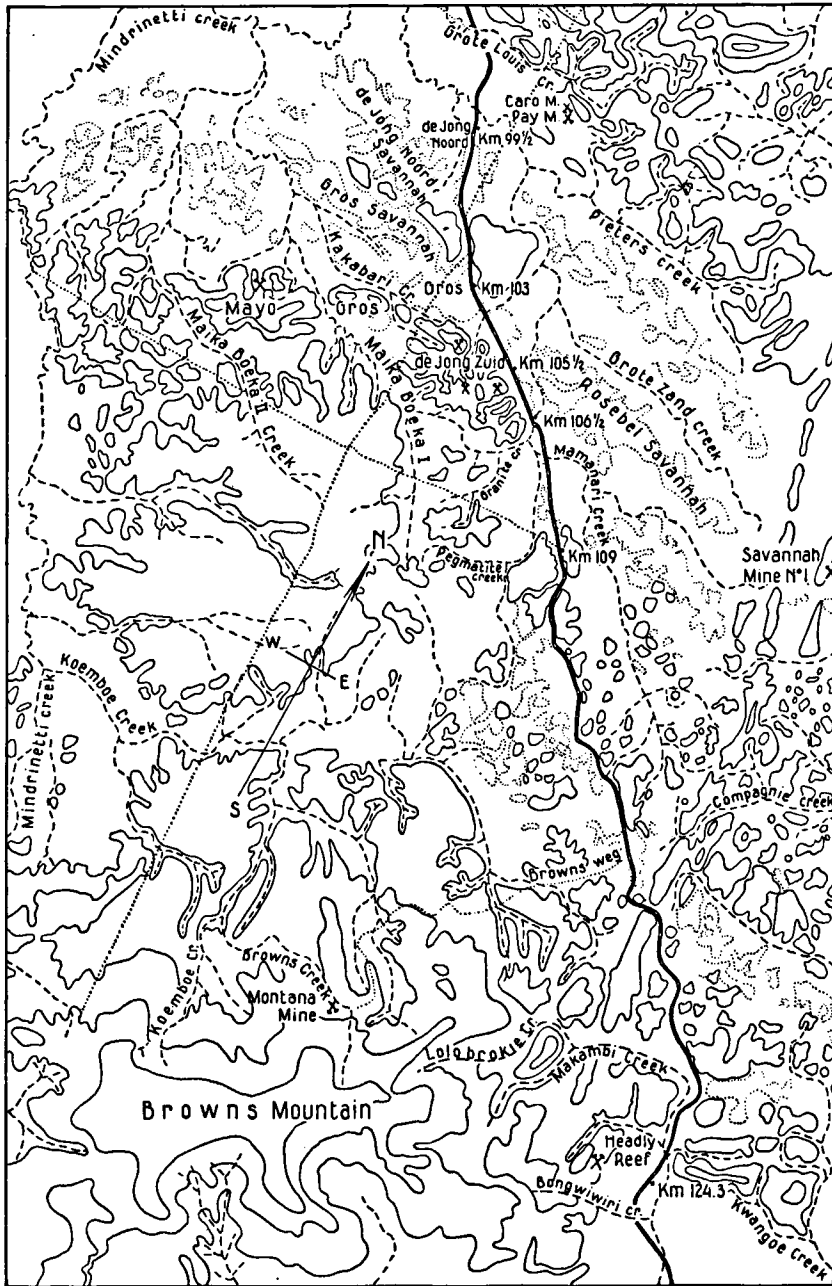


Fig. 21.
Overzichtskaart van het gebied langs de Landspoorbaan tussen Km 97—Km 133.
Survey map of country railroad and environment between Km 97—Km 133.

Fig. 22.
Geologische overzichtskaart van het gebied langs de landspoorbaan tussen
Km 97—Km 133.
Geological survey map of the environment of the country railroad between
Km 97—Km 133.

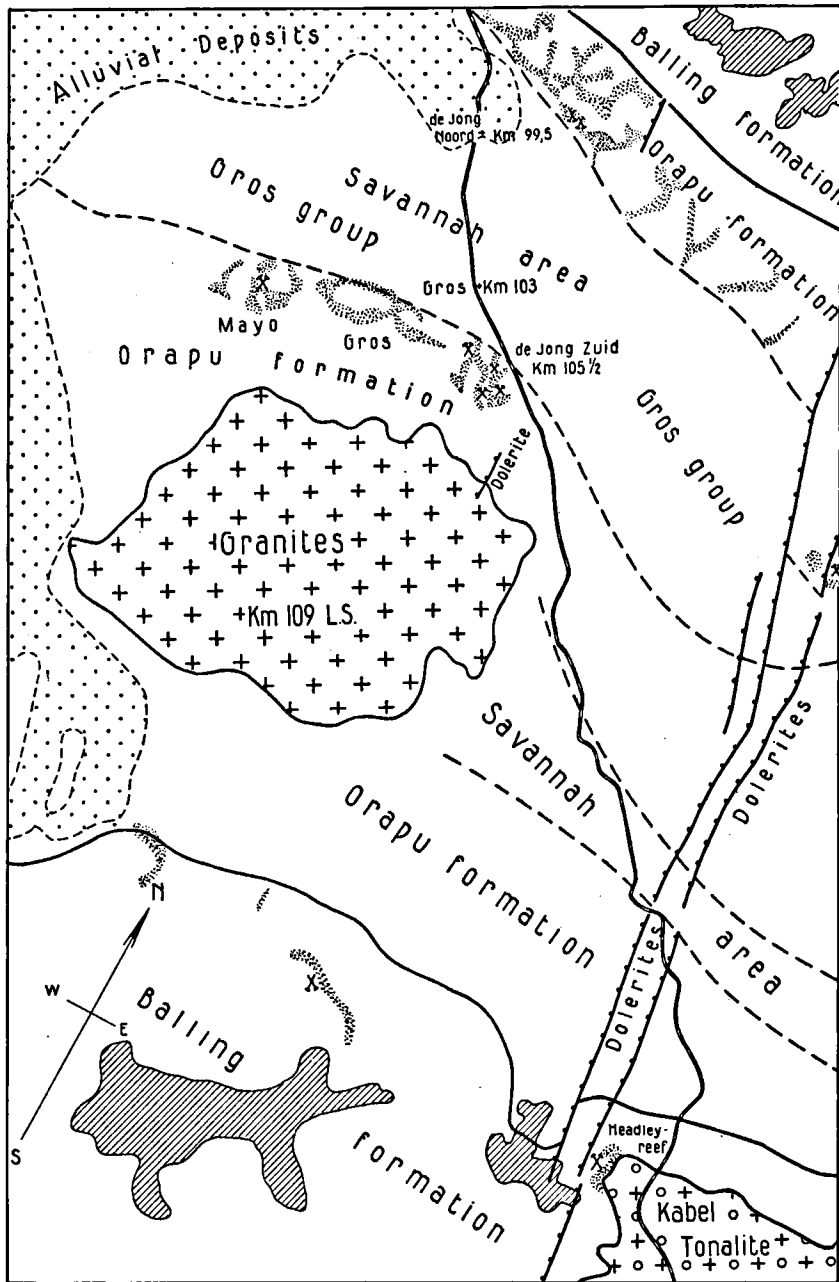


Fig. 22.

- | | |
|----------------------------------|--|
| prospecting lines | extensive alluvial deposits of Mindrinetti creek |
| savannah | goldbearing alluvial and colluvial deposits |
| contours (interval not constant) | bauxite-ferrite cap. |
| creek | doleritic dikes |
| railroad | |
| approx. formation boundaries | |

gebied komen overblijfselen van oude exploitaties of exploraties voor, in de vorm van open groeven, tunnels, machine-onderdelen, stoomketels, smalspoor, baggermolens, funderingen etc.

Zeer weinig gegevens zijn bewaard gebleven betreffende de bedrijfsresultaten van de oude mijntjes. POLAK (1908) vermeldt, dat op Gros Placer uit ca 9254 ton kwarts een productie van 39471 g goud werd verkregen; gemiddeld dus 4,27 g goud, bruto per ton. Een recente proef (Jaarverslag G. M. D. 1952) werd genomen op Savannah Mine No. 1. Hier werd uit een grondverzet van 2450 M³, een productie van 5844 g goud verkregen; gemiddeld 2,39 g goud per M³. Hier werd niet alleen de kwarts van de kwartsgangen verwerkt, doch ook het kaolienachtig verweerde nevangesteente, dat in bepaalde gevallen, bij aanwezigheid van veel gelimonitiseerde pyrietkuben, eveneens goudhoudend bleek.

Aansluitend op de onderzoeken in het Mindrinetti-goudgebied en Savannah Mine No. 1, werd ook het ten zuiden hiervan liggende gebied, ten westen van de spoorbaan tussen Km 106,5 en Km 133 onderzocht, terwijl een korte verkenning werd gedaan over de Brownsberg. Van belang voor het onderzoek is in dit gebied het Headley-Reef (Km 124,3), dat door de N.V. Surinaamse Goudmijnen-Maatschappij met behulp van een kleine machinale installatie wordt geëxploiteerd.

A. Morphologie

Het gebied langs de spoorbaan tussen Km 93 en Km 133 is onder te verdelen in een zevental morphologische eenheden, die behoren tot vijf verschillende landschappen, volgens de definitie van VAN DER ELJK (1954) (figuur 22).

Van noord naar zuid gaande, zijn dit:

- a. Een heuvelgebied ten oosten van de spoorbaan tussen Km 93 en Km 98, dat zich in ESE-richting voortzet tot aan de Surinamerivier, ter hoogte van Berg en Dal (Balling-Orapu-Formation).
- b. Een betrekkelijk vlak en laaggelegen gebied, bestaande uit enkele evenwijdig aan elkaar lopende, flauwhellende heuvelruggen, in de strekkingsrichting van de schistositeit van de gesteenten. Het gebied strekt zich uit van Sabanpassi aan de Saramaccarivier, met een flauwe, naar het zuiden convexe boog, tot even ten zuiden van Berg en Dal aan de Surinamerivier.

In tegenstelling tot het gebied a, is dit gebied schaars begroeid en worden grote delen ingenomen door savannen (savannah area). Deze savannengordel kruist de spoorbaan tussen Km 98 en Km 105,5.

- c. Een heuvelgebied, met toppen tussen ca 50—150 m, ten westen van de spoorbaan tussen Km 105,5 en Km 109 (Orapu Formation).
- d. Ten zuiden van c ligt een betrekkelijk vlak gebied, ten dele begroeid met savannebos, ten dele ontwikkeld als savanne (granites Km 109 L.S. & savannah area).
- e. Ten zuiden van d ligt een heuvelgebied met toppen tussen 50—200 m, overgaand in de voetheuvels van de Brownsberg (Orapu Formation).
- f. Een ca 500 m hoge plateauberg met uitlopers in alle, doch voornamelijk zuidelijke richtingen. Dit is de Brownsberg (Balling Formation).

- g. Door de hiervoor besproken gebieden lopen in ongeveer N—S richting een drietal heuvelrijen. Deze heuvelrijen kruisen de spoorbaan ter hoogte van Km 118 (Dolerites).

De groepen a, c en e behoren tot het Tempati- of Schistheuvellandschap (1).

De groep b en het als savanne ontwikkelde gedeelte van groep d behoort tot het Sabanpassi- of Subgrauwaackenlandschap (2).

De rest van groep d behoort tot het Maikaboeka- of Granietskopjeslandschap (3).

Groep f behoort tot het Brokolonko- of Schistbergenlandschap (4).

De N—S heuvelrijen van groep g behoren tot het Lucas- of Dolerietgangenlandschap (5).

Langs de Mindrinettikreek komen plaatselijk tot vele honderden meters brede alluviale afzettingen voor, welke plaatselijk als zwamp ontwikkeld zijn. Deze vormen een element van een landschap, dat hier niet volledig ontwikkeld is. Het is het Nickerie- of Jonge zee- en rivierkleilandschap (alluvial deposits).

1. Tempati- of Schistheuvellandschap

- a. Het heuvelgebied ten oosten van de spoorbaan, tussen Km 91—98.

In genoemd heuvelgebied komen een aantal onderbroken heuvelreeksen voor, die in de strekkingsrichting van de gesteenten (ESE—WNW) doorlopen tot aan de Surinamerivier, ter hoogte van Berg en Dal. In het gebied van Guyana Goud Placer en De Jong Noord kunnen we van noord naar zuid gaande een drietal hoofdreeksen onderscheiden, waarvan de noordelijkste de hoogste is, de zuidelijkste de laagste. Het zijn:

- a'. Dondroebarireeks, genoemd naar de hoogste, westelijke top (250 m).
- a''. Asanjangmoni-Noutoereeks. De Asanjangmoni- en Noutoe-heuvels hebben beide toppen van ruim 160 m.
- a'''. Hellgate-Caroreeks, waarvan de Hellgate met een hoogte van ruim 100 m, de hoogste top is.

De Dondroebarireeks kenmerkt zich door hoge, flauwhellende toppen, tot ca 250 m. Hierop heeft zich een bauxiet-ferrietkap gevormd, die plaatselijk tot meer dan 7 m dik kan zijn. Gulley's of krekken zijn op deze kap niet aanwezig. Het regenwater schijnt grotendeels onder de kap afgevoerd te worden. Waar zich krekken door de lateriet hebben ingesneden, komen diepe ravijnen voor, waar langs de wanden zoveel verweringskleien en ferrietblokken van de kap zijn neergestort, dat verse profielen toch niet zichtbaar zijn in deze krekken. In de kuilen, trenzen of tunnels, die in de berg gemaakt zijn, bleek steeds phylliet onder de laterietkap voor te komen.

Vorr (1922) neemt aan, dat deze dikke ferrietkap een verweringsproduct is van een oorspronkelijk aanwezige peridotietkap. Het lijkt echter waarschijnlijker, dat deze ferrietkap een gevolg is van de laterietische verwerking van de onderliggende phyllieten, temeer, daar een verband tussen phyllieten en laterietkappen ook op andere plaatsen in dit gebied werd waargenomen. Ook IJZERMAN (1931) acht het ontstaan van de ferrietkap op de Dondroebari als verweringsproduct van een peridotietkap onwaarschijnlijk, daar nergens in Suriname peridotieten zijn aangetoond en Vorr deze ook niet op de Dondroebari gevonden heeft.

Tussen de Asanjangmoni-Noutoereeks en de Hellgate-Caroreeks bestaan, afgezien van de hoogteverschillen, weinig principiële verschillen. Ze kenmerken zich door een aantal afzonderlijke heuveltoppen, in de richting ESE—WNW, vaak door smalle graten met elkaar verbonden. De hellingen, evenwijdig aan de strekkingsrichting van de graten, zijn vaak zeer steil.

Ferriet ontbreekt meestal op deze heuvels of komt slechts in verspreide blokkenvelden voor. De bodem bestaat hier voornamelijk uit bruine tot roodbruine verweringskleien, vermengd met onverkitte ferrietboontjes. De ondergrond wordt voor een groot deel gevormd door psammietische en psephietische gesteenten. Deze hebben meestal een schisteuse structuur, evenwijdig aan de richting van de heuvelreeksen.

De afwatering van het gebied geschiedt voornamelijk door twee krekten, de Grote Louiskreek en de New-Fotokreek.

Opmerkelijk is, dat deze krekten zich vrijwel niet aan de in dit gebied optredende tectonische hoofdrichting houden.

In de vaak diepe dalen, die de heuvelreeksen scheiden, zouden de hoofdkrekten verwacht mogen worden. Hier komen echter slechts kleine zijkreekjes voor, waarvoor de naam antikrekten werd ingevoerd. Het zijn krekten, die in eenzelfde dal, in eenzelfde richting liggen, doch een tegengestelde stroomrichting hebben en gescheiden zijn door een lage waterscheiding, ongeveer loodrecht op de dalrichting.

De grote Louiskreek ontspringt op de zuidoostelijke helling van een uitloper van de Dondroebari. De kreek stroomt aanvankelijk in zuidoostelijke richting en buigt dan om naar het zuiden. Voor de Asanjangmoni-Noutoereeks verenigt deze kreek zich met de Horstkreek. Gezamenlijk breken ze door de Asanjangmoni-Noutoereeks en buigen dan met een grote bocht naar het westen. Tussen de Caroheuvel en de Hellgate breekt de kreek door deze heuvelreeks heen en stroomt dan verder door het zwampgebied van de Mindrinetti, waar hij in uitstroomt. Het merendeel van het gebied is bedekt met hoog bos. Plaatselijk komen enkele kleine savanneterreinen voor, die ontstaan bleken te zijn op de tailinggronden van voormalige goudmijntjes (Red Mine, Caro Mine).

c. Het heuvelgebied ten westen van de spoorbaan tussen Km 105,5—109.

Dit gebied bestaat uit een aantal sterk versneden vaak los van elkaar staande heuvels, die in hoogte overeenkomen met de heuvels van de Hellgate-Caroreeks. Het gesteente is in dit gebied tot op grote diepte verweerd en ontsluitingen van vers of weinig verweerd gesteente komen hier niet voor. Ferrietkappen ontbreken in dit gebied, terwijl de verweringskleien overeenkomen met die van de Hellgate-Caro-heuvelreeks. Boorkernen, in dit gebied verzameld, bleken te bestaan uit dezelfde soort psammietische en psephietische gesteenten als van het heuvelgebied a.

e. Het heuvelgebied ten zuiden van d.

In dit gebied komen heuvelcomplexen voor, die sterk versneden zijn door krekten. Soms hebben deze heuvels een ontwikkelde ferrietkap, elders ontbreekt deze. Naar het zuiden worden de heuvels hoger en vormen hier de voetheuvels van de Brownsberg. Het merendeel van de heuvels in dit gebied is opgebouwd uit psammietische en psephietische schisteuse gesteenten.

2. Sabanpassi- of Subgrauwackenlandschap

b. De savannengordel. De savannengordel strekt zich uit van Sabanpassi aan de Saramaccarivier tot aan Berg en Dal aan de Surinamerivier.

Het is een zachtglooiend, laaggelegen terrein met langgerekte, evenwijdige heuvelruggen, die naar de randen aflopen en daar wegduiken onder jonge alluviale kreekafzettingen.

In het gebied van de spoorbaan kunnen we de savannengordel onderverdelen in twee evenwijdige stroken. Ten westen van de spoorbaan zijn deze stroken gescheiden door een laag heuvelgebied, overeenkomstig aan de heuvelgebieden 1 en 3 van het schistlandschap. Ten oosten van de spoorbaan zijn ze gescheiden door een depressie. In deze depressie stroomt de Grote Zandkreek in de richting 290° .

De noordelijke begrenzing van de savannengordel wordt gevormd, van oost naar west, door: Pieterskreek (290°), die uitstroomt in de Mamanari.

De Mamanari kruist de spoorbaan bij Km 99,2 en stroomt dan in het zwamgebied van de Mindrinetti, dat de verdere noordelijke begrenzing vormt.

De zuidgrens van de savannengordel wordt gevormd, vanaf Gros in westelijke richting, door de Kakabari (290°), die tezamen met de Maika-Boekakreek naar de Mindrinetti stroomt.

De Mindrinetti breekt door de savannengordel heen.

In het veld kenmerkt de savannengordel zich door een totaal andere verwerking van de gesteenten dan in de heuvelgebieden. De verweringsvorm van de gesteenten is een zandige witte klei of kleiig zand, zonder vorming van ferrietblokken of -boontjes.

In de savanne komen banken voor van psammietische tot psephietische gesteenten, terwijl elders rolsteenlenzen op de savanne werden aangetroffen. De richting van deze banken en lenzen komt overeen met de algemene strekking van de gesteenten in dit gebied.

d. Morphologisch komt het met savannen bedekte deel van gebied d geheel overeen met de savannengordel. Het zet zich ook nog voort ten oosten van de spoorbaan.

3. Maikaboeka- of Granietkopjeslandschap

d. Het met savannenbos begroeide gedeelte van gebied d is een betrekkelijk laaggelegen, vlak gebied, waar de kreek zich diep hebben ingesneden, waardoor het gehele gebied een laag heuvelige indruk maakt. De ondergrond bleek in enkele kreek ontsloten en bestaat uit granietisch gesteente. De hogere delen bestaan voornamelijk uit grofzandige- en kleihoudende gronden. De begroeiing met savannenbos is kenmerkend voor dit gebied. In Noord-Suriname schijnt dit landschapstype zeldzaam.

Een tweede granietgebied, ten oosten van de spoorbaan, tussen ongeveer Km 119½ en Km 133 L. S., werd door BLEYS (1952) beschreven. Ook in dit gebied komen geen belangrijke heuvels of heuvelreeksen voor.

4. Brokolonko- of Schistbergenlandschap

f. Dit is ontwikkeld in het gebied van de Brownsberg.

Slechts een betrekkelijk klein deel van de Brownsberg wordt ingenomen door een plateau. Naar alle zijden, doch in het bijzonder naar het zuiden en zuidoosten gaan van dit plateau, dat een hoogte heeft van ongeveer 500 m, lange smalle graten uit, die over grote afstanden ongeveer dezelfde hoogte houden.

Het plateau zelf is bedekt door een samenhangende bauxiet-ferrietkap,

terwijl de graten langs de vaak vrij vlakke hellingen geheel bedekt zijn met ferrietboontjes. Op de smalle graten komen wel min of meer tot een kap aaneengesloten ferrietblokken voor. Waar de krekken zich diep in de hellingen hebben ingesneden, is verweerd gesteente ontsloten. Dichte groene gesteenten van eruptieve oorsprong wisselen af met kwartsietische en phyllietische gesteenten.

5. Lucas- of Dolerietgangenlandschap

g. Dit zijn de over het gehele gebied te vervolgen heuvelrijen in N—S richting. Ze zijn bedekt met ferrietblokken en rode laterietische kleien. De kern blijkt te bestaan uit middel- tot grofkristallijne basische stollingsgesteenten (dolerietgangen).

In de Sabanpassi-savanne (niet op de kaarten) komt op een drietal heuvels een tot 5 m dikke zandlaag voor, die beschouwd wordt als een restant van het Zanderij- of Deklandschap. Daar in dit gebied geen goud werd aangetoond gedurende het onderzoek, zal het niet verder worden beschreven. Een recente beschrijving van het gebied is gegeven door Ir C. VAN KOOTEN van de G. M. D. (1954).

B. GEOLOGIE

De onderstaande afzettingen komen in het gebied langs de spoorbaan voor. Ze worden in volgorde van jong naar oud beschreven. De placers worden beschreven, tezamen met de afzettingen waarin zij voorkomen (alluviale, colluviale en residuaire gronden), de primaire goudafzettingen en hieraan geassocieerde kwartsgangen worden afzonderlijk beschreven.

- | | | |
|-----------------------------------|--|--|
| 1. Recent tot subrecent | a. alluviale, b. colluviale en c. residuaire gronden
(secondaire goudafzettingen) | |
| 2. Jong Tertiair? | Zanderij-Formatie | |
| 3. Mesozoicum? | Dolerietgangen | |
| <hr/> | | |
| 4. Basaal-Complex (prae-cambrium) | a. Orapu-Formatie
a'. Grosagroep
c. graniet no. 1
b. Balling-Formatie | c. primaire goudafzettingen

c. primaire goudafzettingen |

1. Recente en subrecente afzettingen

Tot deze afzettingen behoren de residuaire, colluviale en alluviale gronden. Hoewel deze afzettingen in het onderzochte gebied het grootste oppervlak innemen, zijn zij slechts geкартеerd, wanneer zij van belang zijn voor de morfologie, geologie dan wel voor het voorkomen van goud.

a. Alluviale afzettingen

Deze afzettingen zijn gevormd uit over grotere afstanden door water getransporteerd materiaal. De afzettingen bestaan over het algemeen uit kleiig-, zandig- en grofzandig materiaal, terwijl de basis vaak gevormd wordt door een grindlaag (gravel).

In vele gevallen zijn deze afzettingen goudhoudend, waarbij het goud voornamelijk voorkomt in de bodemgrindlaag.

De dikte van deze alluviale afzettingen kan tot 4 à 5 m bedragen (Mindrinetti), doch is in de voor de goudvoering belangrijke alluvia meestal veel geringer.

In het gebied komen ook terrassen voor, waarbij de grindlaag op een hoger niveau ligt dan het gemiddelde kreekpeil. In de heuvelgebieden, waar men deze terrassen veelvuldig aantreft, gaan ze naar de dalwanden over in colluviale gronden. Ook de terrassen en de daarop aansluitende colluviale gronden zijn vaak in belangrijke mate goudhoudend. Af en toe worden in de gravellagen van deze afzettingen petrofacten aangetroffen in de vorm van stenen bijlen, hetgeen er op wijst, dat deze afzettingen zeer jong moeten zijn. De slijpgroeven, die gevormd werden bij het slijpen van deze stenen bijlen komen over geheel Suriname algemeen voor. Ook in het gebied langs de spoorbaan zijn ze gevonden (Asanjangmoni, Granietgebied ten westen van Km 109).

Bij het onderzoek in dit gebied zijn de kreekdalen, waarin alluviale goudwerkplaatsen zijn of waren, in kaart gebracht. De krekken zijn vervolgd tot een plaats waar geen goudwerkplaatsen meer voorkomen en hier werden monsters van de grindlaag met de batea verwassen. Uit de resultaten hiervan concludeerden we, dat in het algemeen de grens tussen het bewerkte deel van de kreek en het onbewerkte deel, eveneens de grens vormt van het voor de onderhuurders lonend te exploiteren goudgebied.

In het gebied van De Jong Noord en Guyana Goud Placer blijkt de goudzone beperkt tot een betrekkelijk smalle strook, in de richting ESE—WNW, die grenst aan en evenwijdig loopt met de grens tussen het noordelijk heuvelgebied en de alluviale afzettingen van respectievelijk de Pieterskreek, Mamanari en Mindrinetti. De alluvia van deze krekken zijn eveneens goudhoudend, doch ten zuiden hiervan, in de savannengordel liggen geen goudwerkplaatsen. Tengevolge van de grote dikte van de deklogen zijn de alluviale afzettingen van de Mamanari en Mindrinetti evenmin bewerkt.

De noordelijke grens van de goudzone is minder scherp te bepalen. Deze grens ligt even ten noorden van de kamlijnen van de Asanjangmoni-Noutoe-heuvelreeks. De krekken tussen laatstgenoemde heuvelreeks en de Dondroebari-heuvelreeks zijn plaatselijk nog zeer goudrijk (Babtiskreek en New Fotokreek).

De maximale breedte van de goudzone bedraagt 2—2½ km, doch is vaak smaller.

Hieruit kan worden afgeleid, dat het alluviale goud niet over grote afstand is verplaatst, zodat de primaire goudafzettingen gezocht moeten worden in de twee zuidelijke heuvelreeksen in dit gebied.

Voor de heuvelgebieden van De Jong Zuid, Gros en Mayo geldt het voorgaande in dezelfde mate. De noordelijke begrenzing van de goudzone is hier zeer scherp en wordt gevormd door de grens tussen het savannen- en het heuvelgebied. Waar sedimenten van het heuvelgebied voorkomen is deze grens goudhoudend, terwijl sedimenten, aangevoerd van de savannengordel, geen goud bevatten (figuur 23). De voortzetting van de goudzone in dit gebied blijkt niet met behulp van het voorkomen van goudwerkplaatsen te kunnen worden bepaald. Hier komen onbewerkte krekken voor, waar wasmonsters van de grindlagen goede goudgehalten tonen. Deze grindlagen liggen niet diep, maar zijn verkit door een zeer taaie klei, die bij het desintegreren grote moeilijkheden oplevert.

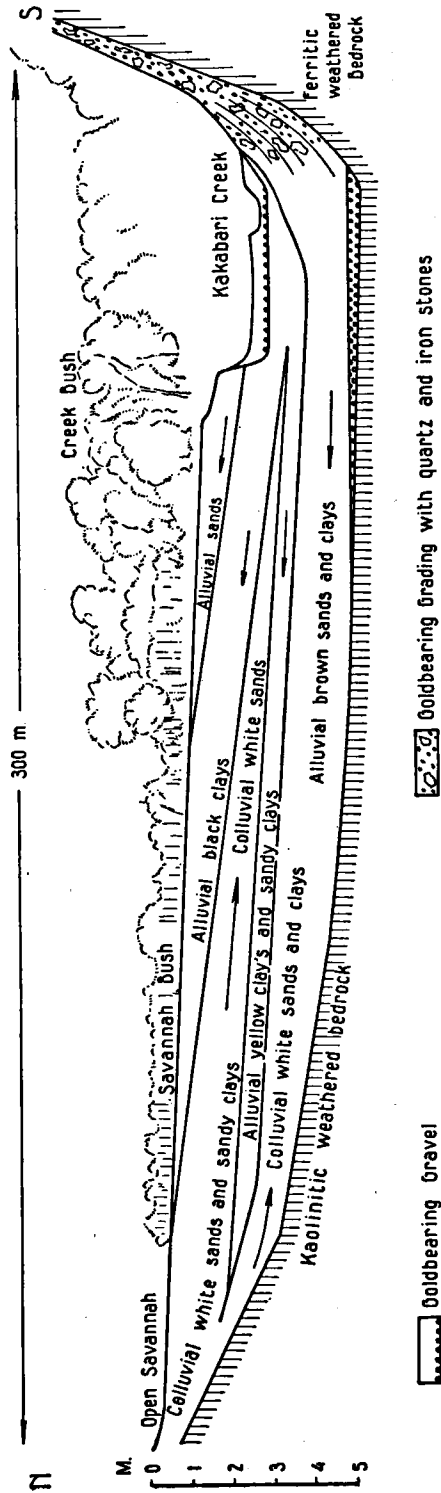


Fig. 23.

Profiel door de overgangszone tussen de savannengordel en het heuvelgebied bij
De Jong Zuid en Gros Placer.

Section through the boundary between the savannah area and the hills of
De Jong Zuid and Gros Placer.

De goudzone in het heuvelgebied van De Jong Zuid heeft een breedte van ca 1 km en loopt over een afstand van ruim 6½ km evenwijdig aan de savannengordel.

De wijze waarop goud in de alluviale afzettingen voorkomt is in grote trekken steeds dezelfde.

Het goud komt gedegen voor van het fijnste stofgoud tot pepieten met een gewicht van enige honderden grammen. Het goud is over het algemeen onregelmatig van vorm en vertoont slechts weinig sporen van afronding. Goudhoudende kwarts is een algemeen verschijnsel in de alluviale afzettingen.

De dikte van de alluviale goudhoudende afzettingen is sterk wisselend, doch zelden meer dan 3 m. Een veel voorkomend profiel in deze alluvia geeft het volgende beeld:

0,20—2,00 m	gele tot bruine, soms zandige klei.
0,10—1,00 m	goudhoudende grindlaag.
?	witte kaolienachtig verweerde bedrock, soms met kwartsaders.

Afwijkingen van dit normale type komen voor, waarbij verschillende grindlagen, soms alle goudhoudend, boven elkaar liggen. Soms zijn zandige lagen tussen de klei- en grindlaag ingeschakeld. Soms ontbreken de deklagen en ligt de gravel dicht aan de oppervlakte. Vooral in de bovenlopen van de kreek is van normaal ontwikkelde alluviale afzettingen geen sprake. Hier is vaak een goudhoudende toplaag op de heuvelhelling aanwezig (grading), waarin ferrietboontjes en scherpkantige kwartsblokken voorkomen. De grading wordt door creep steeds verder dalwaarts verplaatst en vermengt zich met de alluviale afzettingen. Een profiel op De Jong Zuid bleek hierdoor zeven boven elkaar liggende, goudhoudende lagen te bevatten, waarvan de onderste een meer alluviaal, de bovenste een colluviaal karakter hadden.

Afwijkend van de normale wijze, waarop goud voorkomt zijn een tweetal waargenomen profielen.

Het eerste bevindt zich in het gebied van De Jong Noord, in de omgeving van de Hellgate. In het profiel van de alluviale afzetting zijn twee grindlagen boven elkaar aanwezig, die geen van beide goud in lonende hoeveelheden bevatten. Een ongeveer 20 cm dik zandig deklaagje aan de oppervlakte bevat echter fijn stofgoud in lonende hoeveelheid.

Het tweede profiel komt voor op Doevoenoe (De Jong Zuid). Het profiel ligt aan de voet van de heuvelhelling in het kreekdal. Het geeft het volgende beeld:

2,55 m	{	0,25 m	grijze klei
		0,60 m	geelgrijze klei
		0,50 m	roodgekleurde kaolienachtige klei
		0,50 m	roodgekleurde goudhoudende kaolienachtige klei
		0,70 m	goudhoudende grindlaag.

Het goud in de roodgekleurde kaolienachtige klei is fijn stofgoud, terwijl het goud in de grindlaag grover van korrel is. Volgens opgave van de plaatselijk werkende onderhuurder zouden beide lagen een ongeveer gelijk goudgehalte hebben en met succes bewerkt worden.

b. *Colluviale afzettingen*

Tot de colluviale afzettingen behoren de over kleine afstanden door denundatie verplaatste verweringsproducten van de onderliggende gesteenten. Deze afzettingen komen veelvuldig voor in het savannengebied en in het granietgebied ten westen van de spoorbaan bij Km 109. Ook in de heuvelgebieden treden deze afzettingen regelmatig op langs de dalwanden van de kreken (grading).

Ze werden niet afzonderlijk geкартеerd of aangegeven.

Indien ze goudhoudend bleken, werden ze tezamen met de goudhoudende alluviale afzettingen aangegeven, daar de grens vaak niet scherp is te bepalen.

c. *Residuaire afzettingen*

Tot deze groep behoren alle, door verwerking, in situ ontstane gesteenten. Zowel de verweringskleien en het verweringspuin worden hiertoe gerekend, als de bauxiet-ferrietkappen.

Daar de verwerking in dit gebied zich tot op grote diepte voortzet en ontsluitingen van vers of weinig verweerd gesteente schaars zijn, hebben deze afzettingen in het gebied de grootste verspreiding. Slechts de belangrijkste vindplaatsen van aaneengesloten bauxiet-ferrietkappen zijn afzonderlijk aangegeven (figuur 22).

2. Zanderij-Formatie

In de Sabanpassi-savanne ligt een drietal heuvels met een hoogte van ca 70 m en een vlakke top, die bedekt is door een 3—4 m dikke laag van grove witte zanden. Naar de basis wordt deze zandlaag grover en aan de basis ligt een dun grindlaagje.

Deze zandlagen worden geparalelliseerd met de meer noordelijk in Suriname voorkomende Zanderij-Formatie. De Zanderij-Formatie is een vermoedelijk jong-tertiaire afzetting met een continentaal-alluviale ontstaanswijze (IJZERMAN 1931).

Goud komt in de afzettingen op de heuveltoppen niet voor.

3. Dolerietgangen

Dolerietgangen doorsnijden het gebied langs de spoorbaan. De voornaamste gangen, die door het hele gebied te vervolgen zijn en ook op de luchtfoto's zichtbaar als een drietal heuvelreeksen, zijn van oost naar west:

Matogang
Toeboekemaauwangang
Rosebelgang.

De gangen hebben een richting NNW—SSE en kruisen de spoorbaan ter hoogte van het station Brownsweg.

Een kleine dolerietgang komt voor in het noordelijk heuvelgebied, ten westen van de Noutoetop. Deze Noutoegang is niet over grote afstanden te vervolgen, doch heeft dezelfde richting als de grote gangen in dit gebied. In de strekkingsrichting naar het zuiden komt in het granietgebied ten westen van de spoorbaan bij Km 109 een klein dolerietblokkenveld voor.

Een tweetal primaire goudafzettingen zijn bekend uit de directe omgeving van deze gangen. Het zijn:

- 1e. Savannah Mine No. 1, gelegen in een heuvel, waarin ook de Rosebel-gang voorkomt. Er bestaat geen genetisch verband tussen de goudafzetting en de gang, daar laatstgenoemde gang belangrijk jonger is dan de goudafzetting. De Savannah Mine No. 1 is van hetzelfde type als de andere primaire goudafzettingen in het Mindrinetti goudgebied waar geen dolerietgangen in de omgeving voorkomen.
- 2e. Het Headley-Reef, ten westen van Km 124,3 L. S. is een 2—3 m dikke, goudhoudende kwartsgang op geringe afstand van de Rosebel-dolerietgang met ongeveer dezelfde strekking als deze gang.

In verband met de grotere ouderdom van de goudafzetting mag ook hier niet aan een genetisch verband tussen de aanwezigheid van goud en de dolerietgang worden gedacht. Dat de beide gangen eenzelfde richting hebben, wijst op de aanwezigheid van een potentiële N—S breukrichting in dit gebied. De primaire goudafzetting van het Headley-Reef is wel van een ander type, dan de primaire goudafzettingen in het Mindrinetti-goudgebied.

4. Basaal-Complex

Het basaal-complex in Suriname is onderverdeeld in twee formaties, die op hun beurt weer onderverdeeld worden in een aantal series. De indeling in series staat echter nog niet geheel vast.

De Orapu-Formatie in dit gebied was oorspronkelijk onderverdeeld in een groep van phyllietische gesteenten (Maäbo-serie), een groep van conglomeraten, subgrauwacken, grauwacken en sericietschisten (Rosebel-serie), terwijl een polymiet conglomeraat, dat in de omgeving van Brownsberg voorkomt, als basis van de afzetting werd beschouwd (Makambiconglomeraat).

Deze indeling is losgelaten, daar de Maäbo-serie, die voorkomt in de Dondroebariheuvelreeks ouder blijkt te zijn dan de Rosebel-gesteenten en tegenwoordig tot de Bonnidoro-serie gerekend wordt.

Zoals bij het onderzoek in de Marowijne bleek, gaat het Makambi-conglomeraat geleidelijk over in het Rosebelkwartsconglomeraat, zonder dat hierbij ouderdomsverschillen hoeven te bestaan.

In de hier aangehouden indeling wordt de Orapu-Formatie niet verder onderverdeeld. De groep van gesteenten, die in de savannengordel voorkomt en zich door verweringsvorm en morphologie onderscheidt van de Orapu-gesteenten uit de heuvelgebieden, wordt hier samengenomen als de Grosgroep, daar de naam Rosebel, die het eerst gebruikt werd in verband met gesteenten van dit type, speciaal betrekking heeft op de normale regionaal-epimetamorphe gesteenten van de Orapu-Formatie (Rosebel-serie), waarvan de Grosgroep de contactmetasomatisch veranderde gesteenten vertegenwoordigt.

De Balling-Formatie in Suriname is onderverdeeld in:

Bonnidoro	serie
Paramakka	„
Nassau	„

De plaats van de Bonnidoro-serie is niet met zekerheid bekend. Hier wordt de serie gerekend tot de Balling-Formatie, die niet verder wordt onderverdeeld. Tot de Bonnidoro-serie behoren de phyllietische gesteenten van de Dondroebariheuvelreeks.

a. *Orapu-Formatie.*

De Orapu-Formatie heeft aan de basis een conglomeraat, dat in het gebied van de spoorbaan, ten noorden van de Brownsberg ontwikkeld is als een polymiet conglomeraat (Makambiconglomeraat). In dit conglomeraat komen rolstenen voor van „saussurietgabbro”, basische schisten, graniet, kwarts-porfier, kwarts en in geringere mate ook kwartsieten en gneisen. BLEYS (1950) vermeldt, dat het Makambiconglomeraat in de vorm van lenzen en banken, ingeschakeld in kwartssericietschisten, voorkomt. In de noordelijke heuvelgebieden van De Jong Zuid en De Jong Noord, komt het Makambiconglomeraat niet voor. De Orapu-Formatie begint hier met een geleidelijke overgang van pelietische gesteenten naar pelietpsammieten, psammieten en psammietpsephieten. De grens wordt hier gevormd door de overgang van een serie phyllieten (Balling-Formatie) naar meer grofschisteuse gesteenten. Eerst komen gesteenten voor met afwisselend phyllietische en grof schisteuse bandjes, plaatselijk phyllietconglomeraat. Hierboven ligt een groep van kwartsconglomeraten, grauwacken en subgrauwacken, kwartssericietschisten, sericiet-kwartsieten, chloriet- en/of chloritoidhoudende kwarts-sericietschisten en sericietschisten. Het zijn epimetamorphe gesteenten van sedimentaire oorsprong, waarin sericiet en kwarts de meest voorkomende mineralen zijn. Chloriet en chloritoid vormen plaatselijk een belangrijk nevenbestanddeel van de gesteenten. Veldspaat is een zeldzaam bestanddeel van deze gesteenten, doch komt plaatselijk in geringe hoeveelheden voor als klastisch accessorisch bestanddeel. De conglomeratistische gesteenten komen vooral voor aan de basis van de formatie. Door de onvolledige ontsluiting van het gebied is het moeilijk een verband vast te stellen tussen de verschillende aangetroffen gesteenten. Over het algemeen zijn de gesteenten tot op grote diepte verweerd. Een algemeen voorkomend verweringsprofiel in dit gebied geeft het volgende beeld:

- | | |
|-------------|---|
| 0—0,60 m | Geelbruine korrelige, soms zandige, klei met ferrietboontjes en -blokken.
Vaak is deze laag door creep verplaatst langs de heuvelhelling en komen hierin kwartsblokjes voor, die in het onderliggende gesteente niet voorkomen, doch afbraakproducten van hoger tegen de helling gelegen kwartsaders zijn. Wanneer de laag rijk is aan kwartsfragmenten, is ze soms goudhoudend. Deze laag staat bekend als „grading” en behoort in feite tot de colluviale afzettingen. |
| 0,60—3,00 m | rode verweringsklei met sterk verijzerde schistfragmenten. De schistositeit van de schist is niet meer zichtbaar, doch de fragmenten hebben nog wel een platige habitus. |
| 3,00—3,20 m | overgangszone van rode klei met schistfragmenten naar verweerde schist met rode klei. De schistositeitshelling is meestal vlak gebogen naar de dalzijde van de heuvel. |
| 3,20— ? | bruin- tot paarsrood verweerde schist, waartussen rode klei met gele en witte vlekken. Naar de diepte gaat de verweerde schist over in het onverweerde gesteente. |

In het heuvelgebied van De Jong Noord komt naast de verweringsprofielen, in de krekensloten, nog wel weinig of niet verweerd gesteente voor. In enkele gevallen werden zelfs verse, niet gelimonitiseerde pyrietkuben aangetroffen in de gesteenten.

In het heuvelgebied van De Jong Zuid komen geen ontsluitingen van onverweerd of weinig verweerd gesteente van de Orapu-Formatie voor. Kwarts-
gangen zijn hier de enige, plaatselijk dagzomende verse gesteenten.

De verweringsprofielen in dit gebied zijn analoog aan die in het heuvel-
gebied van De Jong Noord, zij het dat de verwering zich hier tot op grotere
diepte voortzet. Uit enkele verzamelde boorkernen van het Mayo Placer en
gesteenten uit zeer diepe kuilen bleek voorts dat ook hier dezelfde gesteenten
als in het noordelijk heuvelgebied voorkomen, zodat het waarschijnlijk lijkt,
dat het heuvelgebied van De Jong Zuid eveneens voor een belangrijk deel is
opgebouwd door gesteenten van de Orapu-Formatie.



Fig. 24.

Verweerde, weinig contactmetasomatisch omgezette conglomeratische zandsteen
van de savannengordel (Sabanpassisavanne).

Weathered, slightly contact-metasomatically altered conglomeratic
sandstones of the savannah area.

a'. Grosgroep.

Een in verweringsvorm afwijkende groep van gesteenten zijn de gesteenten, die in het savannegebied voorkomen. Deze gesteenten met hun verweringsvormen worden hier als een aparte groep van de Orapu-Formatie besproken (Grosgroep).

Verse gesteenten komen in de savannengordel niet aan de oppervlakte ontsloten voor. De schijnbaar minst verweerde gesteenten worden aangetroffen aan de grens van de savannengordel ter hoogte van Km 98—99, de noordelijke Rosebelsavanne en de Sabanpassi-savanne (figuur 24). Het zijn geelwitte, crêmekleurige of lichtbruine psammietische en psephietische gesteenten, voor-

namelijk bestaande uit kwarts en sericiet. De gesteenten zijn zeer brokkelig en weinig geconsolideerd. Een flinke klap met de hamer doet ze in korrels uiteenvallen. De conglomeratische delen van de gesteenten bestaan uit rolsteenbandjes en lenzen, in de richting van de schistositeit van de gesteenten, ingeschakeld in de zandsteen. Kwartsadertjes doorsnijden de gesteenten, die dus geen recente vormingen zijn, doch het verweringsproduct van de onderliggende bedrock. Een iets ander stadium van de verwerking van deze gesteenten, die meestal boven het maaiveld uitsteken en als banken in de richting van de schistositeit zijn ontsloten, wordt aangetroffen in enkele profielen in de savanne, bij de spoorweginsnijdingen (Km 103,2 en ontsluiting Gros, ten westen van de spoorbaan bij Km 102,8). Hier liggen, in de profielen ontsloten, kaolien- en sericiethoudende grove, weinig verkitte zanden, waarin plaatselijk kwartsrolstenen worden aangetroffen. Deze zanden worden doorsneden door dikkere en dunnere kwartsgangen, hetgeen er op wijst, dat we hier niet met een jonge afzetting te doen hebben, doch met een verweringsproduct van de onderliggende bedrock.

Deze zanden zijn over het algemeen lichtbruin tot geelwit van kleur, terwijl zij plaatselijk geel- en rooddooraderd zijn.

Langs de N—S-prospectielijn (figuur 21) werd een profiel in de savanne afgeboord met behulp van een Conradhandboor. De maximale diepte, die hiermee bereikt werd, bedraagt ca 7 m. Hierbij bleek, dat het verweerde gesteente op de centrale heuvelruggen van de savanne slechts door een enkele cm's dik zand- of grindlaagje bedekt is. In de lagere delen liggen op de verweerde bedrock tot ongeveer 1 à 1½ m dikke colluviale afzettingen.

Afgezien van de dikte van de colluviale deklaag vertonen alle boringen in dit profiel hetzelfde beeld betreffende het verweringsprofiel van de onderliggende bedrock. De boring no. 8, ter plaatse van de later uitgevoerde kernboring WF I, tot 66,40 m, geeft een gemiddeld beeld van het verweringsprofiel in dit deel van de savanne, zoals dit uit de boringen werd verkregen.

- | | |
|-------------|---|
| 0,00—0,15 m | roodbruin grof zand. |
| 0,15—0,25 m | geelbruin grof zand. |
| 0,25—1,00 m | geel en roodgekleurde grofzandige, naar beneden overgaand in fijnzandige kaolienachtige klei (kaolien- en sericiethoudende kwartsklei). |
| 1,00—4,00 m | witte zandige kaolienachtige klei, plaatselijk roodgekleurd, rijk aan sericietschubjes. |
| 4,00—7,30 m | zandige witte kaolienachtige klei, naar beneden overgaand in geelbruine tot grijze, zeer zandige klei of kleiig zand, eveneens rijk aan sericiet. |

Ook dit gesteente wordt doorsneden door dunnere of dikkere kwartsaders. De zandige kaolienhoudende sericiet-kwartskleien hebben een grote verspreiding over het savannengebied. Ze gaan plaatselijk over in de kaolien-sericiethoudende zanden en -zandstenen.

Het meest opvallende van het verweringsprofiel van de gesteenten uit de savannengordel is het volkomen ontbreken van een ferrietische verwerking in de vorm van ijzerboontjes, ferrietblokken of -kappen, terwijl ook de verwerking tot praktisch ongeconsolideerde kaolien-sericiethoudende kwartszanden en -kleien een kenmerkend verschijnsel voor dit gebied is. Het leek dan ook waarschijnlijk, dat de gesteenten die de savannengordel opbouwen, een belangrijk andere mineralogische en chemische samenstelling hebben dan de

gesteenten van de heuvelgebieden, ondanks de overeenkomst in korrelgrootte en samenstelling tussen de verweerde zandstenen en conglomeraten van de savannengordel en de sericietkwartsieten en subgrauwacken van de heuvelgebieden.

Om dit na te gaan werd door de boorploeg van de G.M.D. een kernboring uitgevoerd, in de Grossavanne, ter plaatse van de Conradboring no. 8 (figuur 25, drillhole WF I).

De totale verwerking van het onderliggende gesteente tot ongeconsolideerde zanden of zandige kleien zet zich voort tot ca 14,00 m beneden het maaiveld. Hieronder werd een kern verkregen, bestaande uit een grijs psammietisch gesteente. Tot 66,40 m werden regelmatig kernen getrokken.

De kernen blijken te bestaan uit fijn- tot middelkorrelige epipsammiet-schisten. Microscopisch onderzoek van de gesteenten toont aan, dat de mineralogische samenstelling een grote afwijking vertoont van de normaal in de Orapu-Formatie aangetroffen gesteenten. De gesteenten zijn chloriet- en calciethoudende epidoot-sericiet-albiet-kwartsschisten. Accessorisch komen rutiel, titaniet, granaat en toermalijn voor.

Het microscopisch onderzoek (Hoofdstuk II, Deel II) maakt het waarschijnlijk, dat de gesteenten moeten worden opgevat als contactmetasomatisch veranderde Orapu-gesteenten, welke oorspronkelijk dezelfde mineralogische samenstelling hebben gehad als de in de heuvelgebieden voorkomende subgrauwacken, grauwacken of kwartssericietschisten.

Contactmetasomatisch beïnvloede gesteenten van de Orapu-Formatie komen ook voor bij de primaire goudafzettingen in de heuvelgebieden. Ze zullen tezamen met de primaire goudafzettingen worden beschreven.

b. *Balling-Formatie*

Gesteenten van de Balling-Formatie komen in de eerste plaats voor in het gebied van de Brownsberg en zijn vandaar uit te vervolgen in een smalle strook in oostelijke richting tot aan de Surinamerivier. Naast epimetamorphe andesietische- tot basaltische uitvloeiingsgesteenten („saussurietgabbro's, BLEYS 1950) komen hiertussen ingeschakeld epimetamorphe sedimentaire gesteenten voor, waaronder phyllieten, die zeer veel overeenkomst vertonen met de phyllietische gesteenten van de Dondroebari-heuvelreeks in het heuvelgebied van De Jong Noord. Deze phyllieten zijn fijnkorrelige schisteuze gesteenten met een slierig gerichte sericietgrondmassa en wisselend kwartsgehalte. Als belangrijke nevenbestanddelen hebben deze phyllieten chloriet en chloritoid, in sommige gevallen zwart opaak erts, tot een vrij hoog percentage.

De gradinglaag bestaat meestal uit ijzerboontjes en ferrietblokken, terwijl op de heuveltoppen, die in vele gevallen als plateau zijn ontwikkeld, dikke bauxiet-ferrietkappen voorkomen. Onverweerd gesteente komt schaars voor in enkele kreekbeddingen, zowel bij Brownsberg als in het heuvelgebied van De Jong Noord.

c. *De Granieten*

In het gebied langs de spoorbaan tussen Km 93 en Km 133 zijn twee gebieden bekend met granietische gesteenten.

Van het eerste gebied, dat een verspreiding heeft van Km 123 L.S. in SSW- en E-richting tot aan de Surinamerivier, overheersen kwartsdiorietische

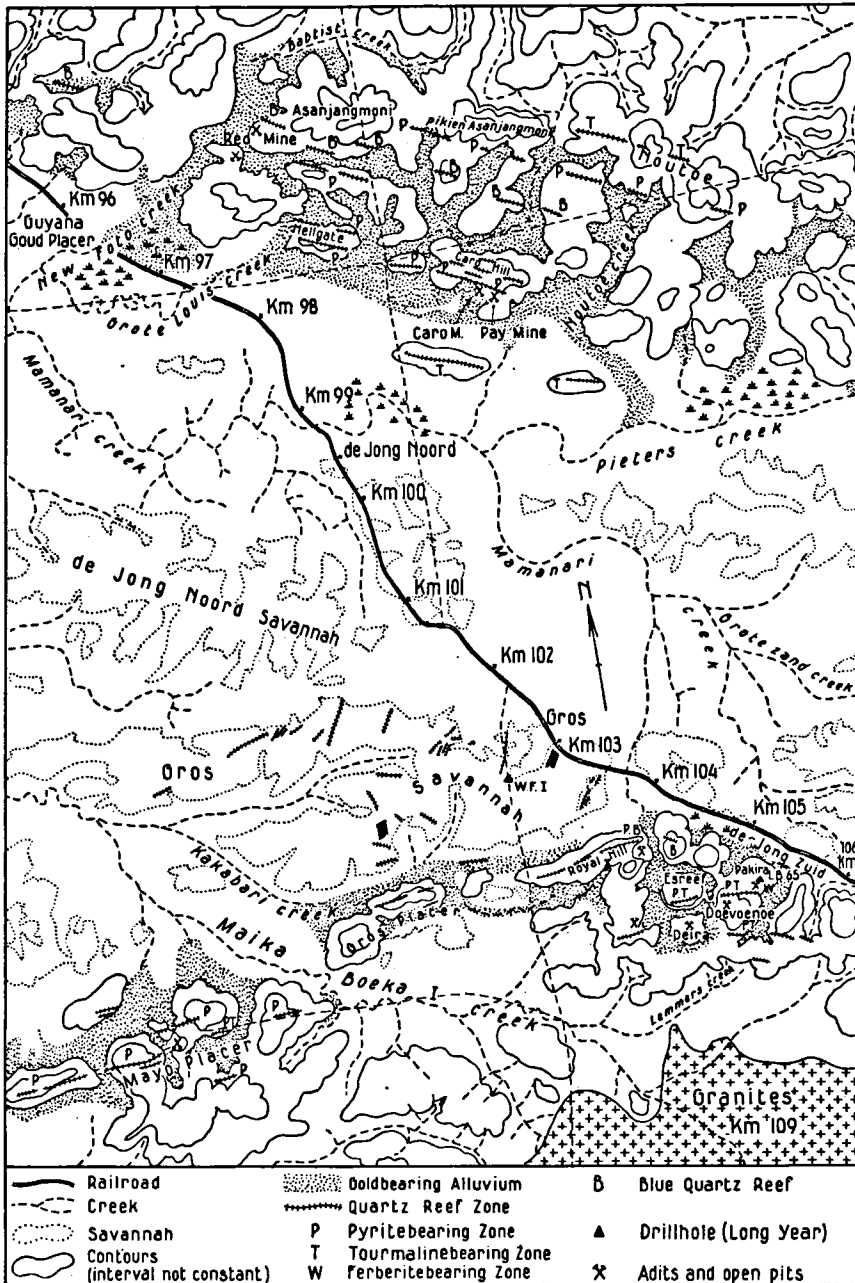


Fig. 25.

Verspreiding van de kwartsriffen en placer-afzettingen in het Mindrinetti-goudgebied.
Distribution of quartzreefs and placer-deposits of the Mindrinetti-goldfields.

gesteenten. De gesteenten in dit gebied staan bekend als de „Kabeltonaliet” (BLEYS 1949, 1950). De gesteenten van dit grote kwartsdiorietcomplex zijn voor een deel reeds door IJZERMAN (1931) beschreven. Het zijn hoornblendehoudende biotiet-kwartsdiorieten en -gneisen. BLEYS (1950) vermeldt contactverschijnselen, in de vorm van schollencontacten van deze kwartsdiorieten, met gesteenten van de Balling-Formatie. In de Orapu-Formatie zijn deze gesteenten niet intrusief aangetroffen. Het lijkt waarschijnlijk, dat de kwartsdiorieten van de Kabeltonaliet behoren tot de graniet no. 1.

Gedurende het onderzoek is ten westen van Km 109 L.S. een klein granietgebied ontdekt. Het gesteente, dat in enkele diep ingesneden krekken ontsloten voorkomt, blijkt een leucocrate biotietgraniet met soms porfierkorrelige structuur. De kristalloblasten blijken gevormd door Na-Kalium veldspaat (microclien).

Plaatselijk doorsnijden fijnkorrelige aplietgangetjes de graniet. De graniet verweert tot een wit tot geelbruin kleihoudend zand. Laterietische verwerking, met vorming van bauxiet-ferrietkappen of -blokken werd hier niet waargenomen. Een uitzondering hierop vormt het vinden van enkele ferrietische blokken in een kreekdal, waarin enkele tot 3 cm grote muscovietblaadjes voorkomen. Deze ferrietblokken zijn vermoedelijk het verweringsproduct van een pegmatietgang. Onverweerde pegmatietgangen werden in het gebied echter niet aangetroffen.

De graniet kenmerkt zich door zijn lage savannebosachtige begroeiing, waardoor met behulp van luchtfotointerpretatie (C.B.L.) de uitbreiding van dit granietlichaam gemakkelijk kon worden bepaald (Maikaboeka-landschap). Contacten van de graniet met het nevengesteente konden bij het veldonderzoek langs de geïnterpreteerde grenzen niet worden bepaald. Wel bleek de grens overeen te komen met de uitbreiding van het granietgebied. Binnen de grens komen geen gesteenten van de Orapu-Formatie voor, buiten de grens geen granieten. Dat de graniet intrusief in de Orapu-Formatie ligt, bewijzen de contactverschijnselen, die in het heuvelgebied van De Jong Zuid bekend zijn. Het is de graniet no. 2. De contactwerking van deze graniet op de nevengesteenten van de Orapu-Formatie ging plaatselijk gepaard aan goud-mineralisatie.

5. Tectoniek van het Mindrinetti goudgebied

De eerste, die een tectonische interpretatie van het Mindrinetti-goudgebied gaf, was VERLOOP (1911).

In het gebied van Guyana Goud Placer en De Jong Noord dacht VERLOOP aan een geweldige breukzone, die ongeveer parallel liep met de grens tussen heuvelgebied en savannengordel.

Hij dacht de goudhoudende kwartsaders gebonden aan deze breukzone.

Hoewel de Guyana-breukzone van VERLOOP niet aangetoond kon worden bij het veldonderzoek, lijkt het bij het luchtfoto-onderzoek wel waarschijnlijk, dat de grens tussen het heuvelgebied van De Jong Noord en Guyana Goud Placer en de savannengordel door een jonge breuk wordt bepaald. Deze grens is namelijk vanaf de Hellgate-Caro-heuvelreeks als een strakke lijn te volgen tot aan de Surinamerivier. Het goud is echter niet aan deze breukzone gebonden, doch komt in het heuvelgebied zelf voor. Deze jonge breuk is als vermoede breuk aangegeven op het profiel (figuur 26). De breuken, waarin de dolerietgangen voorkomen, hebben een noord—zuidrichting en zijn

dientengevolge niet in het profiel aangegeven. Ze zijn eveneens jonger dan de primaire goudkwartsafzettingen en dientengevolge van weinig belang voor de genese van deze afzettingen. De aanwezigheid van deze breuken wijst er echter op, dat breuktektoniek na de vorming van het oude schild een belangrijke rol gespeeld kan hebben.

VAN KOOTEN (1954) oppert eveneens enkele mogelijkheden in verband met de tectoniek van het gebied. Hij denkt aan de mogelijkheid van plooïing in dit gebied, mogelijk zelfs met dekbladvorming of grote overschuivingen, waarbij de mogelijkheid bestaat, dat de savannengordel een tectonisch venster representeert.

In dit verband acht VAN KOOTEN het optreden van een vrijwel uniforme strekkingsrichting van de schistositeit ($285-305^\circ$) van bijzonder belang,

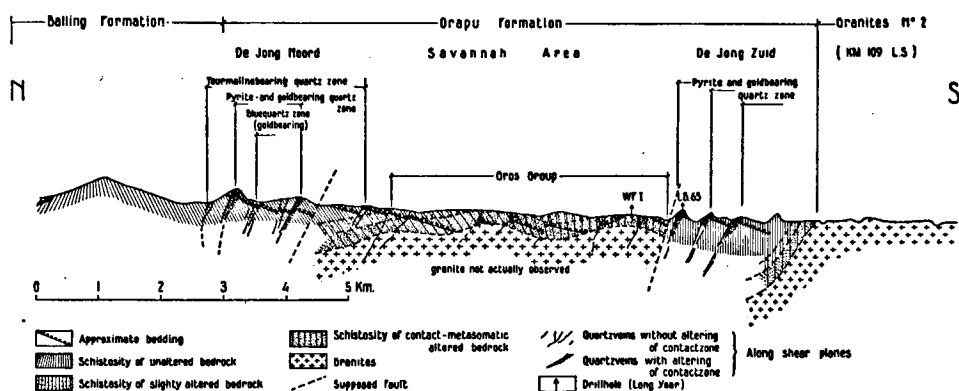


Fig. 26.

Schematisch N—S-profiel door het Mindrinetti goudgebied.
Idealised section N—S through the area of the Mindrinetti-goldfields.

terwijl chloritoid als stressmineraal in de heuvelgebieden ten noorden en ten zuiden van de savannengordel eveneens een aanwijzing zou kunnen vormen voor een ingewikkelde tectonische bouw van het gebied. VAN KOOTEN wijst er verder op, dat de steile hellingen van de schistositeit niet de gelaagdheids-helling vertegenwoordigen. Deze laatste kan een betrekkelijk grote hoek hiermee maken, zoals op verschillende plaatsen is waargenomen.

Hoewel het gebied te slecht ontsloten is om tot een tectonische interpretatie te komen, wijzen de volgende waarnemingen echter juist in de richting van een betrekkelijk eenvoudige plooitectoniek. Het verschil in verweringsvorm en dientengevolge in morfologie van het gebied kan verklaard worden uit het feit, dat de gesteenten van de savannengordel de verweringsproducten zijn van contactmetasomatisch veranderde gesteenten van de Rosebel-serie (Orapu-Formatie), terwijl de gesteenten uit de heuvelgebieden de normaal regionaal-metamorphe, verwerende gesteenten van de Rosebel-serie vertegenwoordigen. De relietstructuren van de schistositeit in de contactmetasomatisch veranderde gesteenten langs de goudhoudende kwartsgangen en in de gesteenten van de Gros-groep wijzen er op, dat de gangen en de contactmetasomatose jonger zijn dan de plooïing. Ook de graniet zal dus jonger zijn dan de plooïing. In de graniet zelf treedt plaatselijk een schistositeit op als een begin van mylonietisatie. Deze schistositeit wijst er op, dat na de vorming

van de graniet nog enige beweging heeft plaats gevonden. Dat na de vorming van de kwartsgangen en de graniet in het Mindrinetti-goudgebied geen belangrijke plooïing kan hebben plaats gevonden, bewijzen de primaire vloeibare en gasvormige insluitels in de kwartsgangen en waarschijnlijk eveneens in de graniet zelf (Deel II, Hoofdstuk III). De grote eenvormigheid van de regionaal-epimetamorphe sedimentaire gesteenten van de Orapu-Formatie, over een afstand van ca 20 km loodrecht op de strekkingsrichting en aan beide zijden begrensd door gesteenten van de Balling-Formatie zou kunnen wijzen op de aanwezigheid van een synclinium.

De aanwezigheid van meerdere conglomeratistische lagen, over een klein areaal, wijst enerzijds op het voorkomen van meerdere conglomeratahorizonten boven elkaar, zoals ook in de gesteenten van de Rosebel-serie aan de Marowijne tussen Langatabbetje en Kapassitabbetje en in de Kabaleborivier ter hoogte van Stonekreek het geval is. Anderzijds kan dit terugkeren van de lagen op plooïombuigingen of repetitie ten gevolge van breukvorming wijzen.

De structuren, die in de Sabanpassi-savanne bestudeerd zijn (ZONNEVELD 1949, VAN KOOTEN 1954), moeten opgevat worden als macrorelictstructuren van de Rosebelgesteenten, die in de weinig contactmetasomatisch beïnvloede gesteenten van de Grosgroep bewaard zijn gebleven.

Figuur 26 geeft een schematisch N—S-profiel door het Mindrinetti-goudgebied. De aangegeven laaghelling geeft slechts een beeld van de mogelijke verklaring van de repetitie van de conglomeratalagen. De goudhoudende kwartsgangen en de contactmetasomatisch omgezette nevingesteenten van deze gangen zijn hier als verschillende zones sterk overdreven aangegeven. Gezien hun constante helling naar noord lijkt het waarschijnlijk, dat zij structureel bepaald zijn en gebonden aan shearzones en breuken. Dit blijkt uit de aanwezigheid van de kwartsgangen, die vermoedelijk opgevat moeten worden als spleetopvullingen in deze shearzones.

C. PRIMAIRE GOUDAFZETTINGEN

Primaire goudafzettingen zijn bekend uit de heuvelgebieden van De Jong Noord en De Jong Zuid, Gros Placer en Mayo Placer. Dit zijn de primaire goudafzettingen van het Mindrinetti-goudgebied (figuur 25).

De primaire goudafzetting van Savannah Mine No. 1 is van hetzelfde type en wordt dan ook tezamen met de goudafzettingen van het Mindrinetti-goudgebied behandeld.

Een iets ander type primaire afzetting is het Headley-Reef, 1 km ten westen van de spoorbaan bij Km 124,3.

In alle gevallen zijn de primaire goudafzettingen gebonden aan kwartsgangen, kwartslenzen of zones van kwartsaders, hiervan uitgaande kleine adertjes (stringers) en geïmpregneerd nevingesteente. Niet alle kwartsaders in het gebied zijn goudhoudend, hoewel een genetisch verband tussen wel- en niet goudhoudende kwartsaders, in het Mindrinetti-gebied kan worden aangetoond (Deel II, Hoofdstuk III).

De dikte van de kwartsaders is zeer wisselend, variërend van enkele cm's tot 2 à 3 m.

De verschillende voorkomende groepen van kwartsaders en de hierbij behorende primaire goudafzettingen zullen in de volgende volgorde worden beschreven:

1. De kwartsaders en primaire goudafzettingen van het Mindrinetti-goudgebied (hierbij gerekend Savannah Mine No. 1).
 - a. De afzettingen in het heuvelgebied van De Jong Noord en Guyana Goud Placer en Savannah Mine No. 1.
 - b. De afzettingen in het heuvelgebied van De Jong Zuid, Gros Placer en Mayo.
 - c. De afzettingen in de savannengordel.
 - d. De afzettingen in het granietgebied bij Km 109 L. S.
2. De goudhoudende kwartsaders ten westen van de spoorbaan bij Km 124,3.

Op grond van hun paragenese kunnen de kwartsaders onderverdeeld worden in vijf typen.

- A. goud- en pyriethoudende kwartsaders;
- B. goudhoudende grijze, blauwgrijze en blauwe kwartsaders;
- C. toermalijnhoudende kwartsaders;
- D. ferberiethoudende kwartsaders;
- E. melkwitte of kleurloze kwartsaders.

1. De kwartsaders en primaire goudafzettingen van het Mindrinetti goudgebied en Savannah Mine No 1

In het Mindrinetti-goudgebied komen kwartsaders van alle bovengenoemde typen voor. De kwartsaders kunnen hier onderverdeeld worden in twee systemen, welke verschillende richtingen en verschillende ouderdom hebben. Uit het insluitsonderzoek van de kwarts blijkt, dat de systemen genetisch verwant zijn (Deel II, Hoofdstuk III).

- 1e. Het eerste en jongste systeem, dat door het tweede en oudere heenbreekt, heeft voornamelijk witte en toermalijnhoudende kwartsgangen met een dikte tot ca 30 cm. De richting van de gangen wisselt om N—S. Goud komt in deze kwartsgangen niet, of zeer weinig voor. De gangen van dit systeem staan bij de onderhuurders van de maatschappij bekend als „bar” (barren reefs).
- 2e. Het tweede en oudere systeem van kwartsgangen heeft aders met zeer wisselende dikten van enkele cm's tot 1½ à 2 m, die voornamelijk in de strekkingsrichting van de gesteenten liggen, met een wisselende helling naar noord en meestal niet overeenkomend met de schistositeitshelling van de nevengesteenten. Kwartsaders van alle bovengenoemde typen behoren tot dit systeem. Enkele typen van deze kwartsaders zijn goudhoudend.

Een aantal kwartsaders werd in sleuven (trenzen) blootgelegd.

a. Kwartsaders en primaire goudafzettingen in het heuvelgebied van De Jong Noord, Guyana Goud Placer en Savannah Mine No. 1.

De kwartsaders in het noordelijk heuvelgebied komen voornamelijk voor in de gesteenten van de Orapu-Formatie.

VERLOOP (1911) onderscheidt in dit gebied twee systemen van kwartsaders, op grond van hun richting en ouderdom, zijnde:

- a. een jong systeem van dikke kwartsgangen met een strekking N 70 E en een helling ca 30 N.
- b. een oud systeem van „bedveins”, die een E—W strekking hebben en een steile helling naar N.

De door VERLOOP opgegeven richtingen in dit gebied werden bij het eigen onderzoek niet teruggevonden.

De voornaamste richting van de kwartsgangen in dit gebied blijkt te wisselen tussen N 60—80 W, terwijl de hellingen met sterk verschillende hoeken steeds naar noord werden gemeten. De helling bleek steeds tegengesteld aan de schistositeitshelling, die hier een steile S-helling is. Daarnaast komen plaatselijk enkele kwartsgangen voor met afwijkende richtingen (S 27 W/40 W en N 45 W/steil NE).

Op grond van hun paragenese, hun verspreiding en in de meeste gevallen hun strekking, kunnen de kwartsaders in dit heuvelgebied in vijf, ongeveer evenwijdig aan elkaar lopende zones worden onderverdeeld. Iedere zone bestaat uit verschillende groepen van een of meer bij elkaar behorende kwartsaders, riffen genaamd (figuur 25).

Van noord naar zuid zullen deze vijf zones achtereenvolgens besproken worden. Het zijn:

- a. Schorlietzone.
- β. Noutoe-goudkwartszone.
- γ. Blauwe goudkwartszone.
- δ. Caro-goudkwartszone.
- ε. Maiden-toermalijnkwartszone.

a. *De schorlietzone*, in de richting N 70 W, is over een afstand van ongeveer 700 m aangetoond. De zone bestaat uit een aantal evenwijdig aan elkaar lopende toermalijnkwartsaders, waarbij toermalijn soms ten opzichte van de kwarts overheerst. Op één plaats zijn een aantal toermalijnkwartsaders in een trens ontsloten (SCHOLS 1944). De voortzetting van de zone werd langs blokkenvelden vervolgd, tot ten oosten van de noordelijke Noutoe-top. Het gesteente kreeg bij het vooronderzoek in 1944, o.l.v. Ir H. SCHOLS, de veldnaam schorliet.

In de bovengenoemde trens zijn vier aders ontsloten met dikten van 15—40 cm en onderlinge afstanden van 0,40—1,00 m. De aders hebben een strekkingsrichting N 70 W en wisselende hellingen tussen 60—80° N.

Bateamonsters van de vergruisde kwarts toonden geen goud.

β. *De Noutoe-goudkwartszone* heeft dezelfde strekkingsrichting als de Schorlietzone en bestaat uit een groot aantal kwartsgangen. De zone loopt op ongeveer 300 m ten zuiden van de Schorlietzone. Vanaf de top van de Noutoekreek kon deze zone in de richting ca N 70 W vervolgd worden tot aan de New-Foto-kreek; in de richting S 70 E tot de noordhellingen van de Noutoe- en Spinheuvel, een totale lengte van ca 4½ km.

Deze lengte wordt niet geheel ingenomen door aaneengesloten en vervolgbare kwartsgangen. De zone kenmerkt zich slechts door het optreden van dezelfde soort kwartsen, die op dezelfde wijze gemineraliseerd zijn. Het zijn witte tot grijswitte, plaatselijk sterk sacharoïde kwartsen, waarin gelimonitiseerde pyrietkuben en negatieve kristalvormen van pyriet voorkomen. Deze negatieve kristallen zijn soms opgevuld met zwart, slakachtig materiaal, waartussen fijne goudspikkels voorkomen. Het sterk verweerde nevengesteente van

de kwartsaders toont een afwijkend beeld van het normale verweringsprofiel in dit gebied (blz. 70).

Inplaats van de normaal voorkomende rode verweringsklei met verijzerde schistfragmenten, die onder de toplaag (grading) voorkomt, vinden we hier een lichtroze tot rood gevlekte, soms uitsluitend geelwitte kaolienhoudende sericietkwartsklei, waarin vaak gelimonitiseerde pyrietkuben voorkomen, die het omliggende nevengesteente met ijzerverbindingen hebben geïmpregneerd, waardoor de klei zijn roodgekleurd aanzien krijgt. Deze verweringsvorm komt alleen voor in de omgeving van dit type kwartsaders. Op verschillende plaatsen in de Noutoe-goudkwartszone komt deze verweringsvorm van de gesteenten, in contact met de kwartsgangen, voor (zuidhellingen van de Asanjangmoni en Pikienasanjangmoni, in de topeinden van de hier ontspringende kreekjes: Anniekreek, Kleine Louiskreek). In de buurt van de Noutoe-dolerietgang werden kwartsaders van deze zone in een tweetal trenzen blootgelegd.

De trens C1 ligt even ten oosten van de dolerietgang, terwijl de

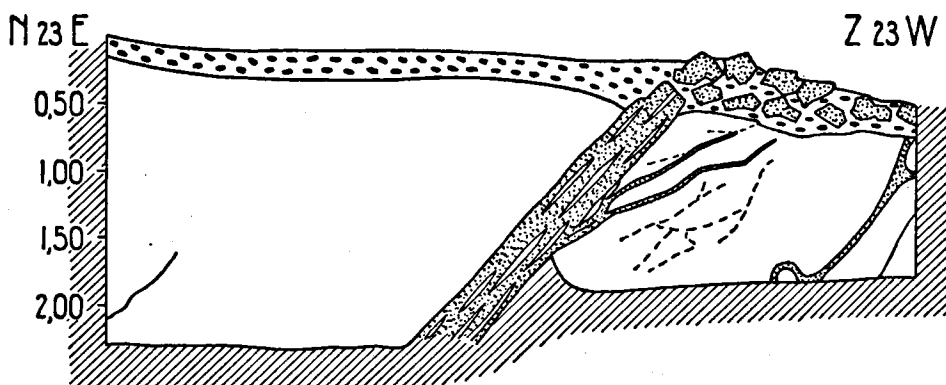


Fig. 27.

Profiel door trens met kwartsader van de Noutoe-goudkwartszone.
Section through trench with quartzvein of the Noutoe-goldquartz-zone.

trens C2 ten westen hiervan ligt. Zowel de dolerietgang als de kwartsaders liggen hier in weinig conglomeratische subgrauwacke van de Orapu-Formatie.

In beide trenzen komen sacharoidale kwartsaders voor, met gelimonitiseerde pyrietkuben. In trens C1 (oost van doleriet) liggen twee kwartsaders, die gescheiden zijn door een dunne laag lichtgekleurde poederige kaolien-sericiet-kwartsklei, met grof schisteuse structuur (relietstructuur).

Beide kwartsaders hebben van de normale strekkingsrichting afwijkende strekkingen (N 31 W/30 E/0,85 m, N 4 W/25 E/0,45 m). Wasmonsters van de vergruisde kwartsaders toonden enkele korreltjes goud. Ook werd goud aangetoond in de deklaag (grading), terwijl het verweerde nevengesteente ook, zij het zeer weinig, goudhoudend bleek.

In trens C2 werd een kwartsadertje met een dikte van ongeveer 0,25 m blootgelegd, dat naar beneden overging in een even dikke zone van dunne kwartsnoertjes met dezelfde helling en strekking (N 77 W/50 N) (figuur 27).

Deze adertjes zijn van elkaar gescheiden door kaolien- en sericiethoudende kwartsklei met schisteuse structuur.

Gelimonitiseerde pyrietkuben komen voor in de kwarts en in het nevengesteente. Vanuit deze kwartsader gaan een aantal dunne stringertjes in het nevengesteente. De klei is hier met limonietkuben geïmpregneerd en heeft een paarsrode kleur. De stringertjes zijn verijerd (goethiet-haematiet). Van de stringerzone van de kwartsader bleek de vergruisde en gebateerde kwarts buitengewoon rijk aan goud. De grading bleek in geringe mate goudhoudend. Hierin komen losse gelimonitiseerde pyrietkuben voor. Ook het nevengesteente in de naaste omgeving van de kwarts is in zeer geringe mate goudhoudend. De Noutoe-goudkwartszone bevindt zich ongeveer op de grens van de phyllitische gesteenten van de Dondroebariheuvelreeks en de Orapugesteenten.

γ. *De blauwe goudkwartszone* neemt een centrale positie in tussen de vier andere onderscheiden zones. De strekkingsrichting is in grote lijnen weer N70 W, maar de laterale verbrediging is over het algemeen groter dan van de andere zones.

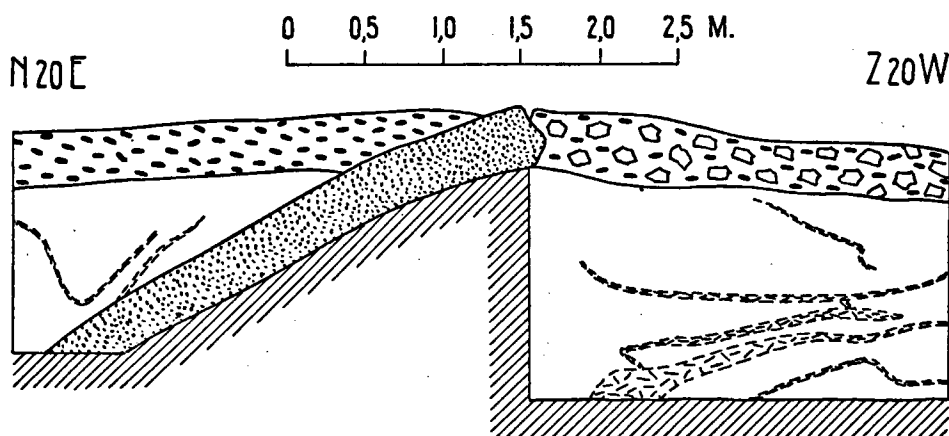


Fig. 28.
Profiel door trens met kwartsader van de Blauwe kwartszone.
Section through trench with quartzvein of the blue quartz-zone.

Deze zone bestaat voornamelijk uit blauwgrijze, grijsblauwe tot zwartblauwe kwartsaders. Deze liggen zeer verspreid in het gebied van deze zone, doch hebben ieder voor zich, over het algemeen weer de strekking N70 W. Kwartsaders van dit type konden aangetoond worden vanaf de Grote Louis-kreek in NW-richting tot dicht bij de spoorbaan bij Km 95, over een afstand van ongeveer 4½ km. De kwartsaders van deze zone werden in een aantal trenzen blootgelegd. De dikte van de kwartsgangen varieert meestal tussen de 0,30 en 0,50 m, doch in enkele gevallen werden aders met een dikte van meer dan 1,00 m aangetroffen.

Soms zijn deze blauwe kwartsen doortrokken met fijne witte ader-tjes. Afwijkende richtingen van de normale strekkingsrichting komen voor (N53 W/48 NE/15 cm, S79 E/47 N/15 cm). De kwartsaders liggen over het algemeen in normaal verweerd gesteente. Slechts hier en daar wordt witte kaolienachtige kleiverwering waargenomen. Vaak zijn de kwartsen iets sacharoid. Ook hier komen voorbeelden voor van, in een aantal dunne stringertjes uitwiggende kwartsaders (figuur 28).

Wasmonsters van vergruisde blauwe kwarts bleken in vele gevallen een hoog goudgehalte te hebben.

8. *De Caro-goudkwartszone* is de belangrijkste van het gebied. Reeds in 1911 beschreef VERLOOP enkele vindplaatsen van goudhoudende kwartsen, gelegen in deze zone. De drie mijntjes, die in het noordelijk heuvelgebied werden teruggevonden, liggen alle in deze zone. De richting vertoont een kleine afwijking ten opzichte van de voorgaande zones en is voornamelijk N 60 W. De oude mijntjes in deze zone zijn van E—W, respectievelijk:

Pay Mine
Caro Mine
Red Mine.

De afzettingen, die in deze mijntjes werden bestudeerd, zullen later worden besproken.

De kwartsen die tot deze zone behoren, zijn van hetzelfde type als de kwartsaders van de Noutoe-goudkwartszone. Ze liggen ten noorden van de Blauwe goudkwartszone.

De Caro-goudkwartszone bestaat uit een groot aantal kwartsaders en adertjes, waarvan de dikste variëren van 1—2½ m.

De strekking van deze aders varieert tussen N 60—70 W en de helling is zonder uitzondering naar het noorden. Bepaalde aders zijn over geringe afstanden te vervolgen, doch het bleek niet mogelijk aders van Caro Mine en Pay Mine, op een afstand van 150 m van elkaar gelegen, met elkaar te verbinden. De aders schijnen zich nu eens te vertakken, dan weer samen te komen, hier naar boven, daar naar beneden uit te wiggen, zonder dat over betrekkelijk grote afstanden de onderlinge samenhang en richting verloren gaan.

Hierbij treden zogenaamde todoberekwartsen op (kikkerviskwartsen, SCHOLS 1944). Dit zijn dikke, langgerekte kwartslenzen, die zowel horizontaal als verticaal uitwigen in een aantal dunne adertjes (staarten).

De Caro-goudkwartszone bestaat uit een viertal evenwijdige groepen van kwartsaders, waarvan de groep Caro-Pay Mine de best ontwikkelde en meest zuidelijke is. Ten noorden hiervan vinden we op respectievelijk 140, 220 en 300 m, groepen evenwijdige kwartsaders van hetzelfde type. Kwartsen van dit type en tot deze zone behorend komen voor vanaf de New-Foto-kreek, over de Hellgate-Caroheuvelreeks tot voorbij de Noutoekreek in het oosten.

Verder oostelijk werd de zone niet vervolgd, doch het veelvuldig voorkomen van alluviaal goud in deze richting, zou er op kunnen wijzen, dat de zone nog verder in deze richting doorloopt.

Op een afstand van 10 km in de richting ESE ligt de Savannah Mine No. 1. Deze mijn heeft dezelfde positie ten opzichte van de savannengordel, terwijl kwartsen van hetzelfde type als in de Caro-goudkwartszone voorkomen. Waarschijnlijk behoort de Savanne Mine No. 1 dus tot deze zelfde zone. De grens tussen het heuvelgebied is echter langs de grote dolerietgangen verschoven, zodat beweging langs N—S-breuken heeft plaatsgevonden. Deze breukvorming staat in verband met de dolerietgangen en is jonger dan de goudmineralisatie in het gebied.

De sterkste ontwikkeling van de kwartsgangen moet gezocht worden in het gebied bij de Hellgate. Hier liggen kwartsblokken met een inhoud van enige kubieke meters, waaruit wordt afgeleid, dat hier gangen met dikten

tussen 1½ en 3 m voorkomen. De kwartsgangen werden vergruisd en verwassen met de batea. Hierbij kwam vast te staan, dat de kwarts van de dikke gangen slechts in zeer geringe mate of in het geheel niet goudhoudend is. De dunnere aders en stringers in deze zone zijn wel goudhoudend en tonen in enkele gevallen vrij hoge gehalten. Aan de oostelijke heuvelvoet van de Hellgate zijn in een kort tunneltje een tweetal dikke kwartsaders blootgelegd door onderhuurders van de maatschappij (figuur 29). De sterk gebroken kwartsaders van deze vindplaats waren in hun scheuren en breuken opgevuld met kwartsgruis, kleien en sterk zwartafgevende mineralen. Deze zwartafgevende mineralen bleken bij onderzoek op het laboratorium van de G. M. D. te bestaan uit mangaan, met bijmenging van koper, cobalt en nikkel. Ook in diaklasen in het kaolienachtig verweerde gesteente komen deze mangaanmineralen voor. De kwartsaders bleken niet goudhoudend.

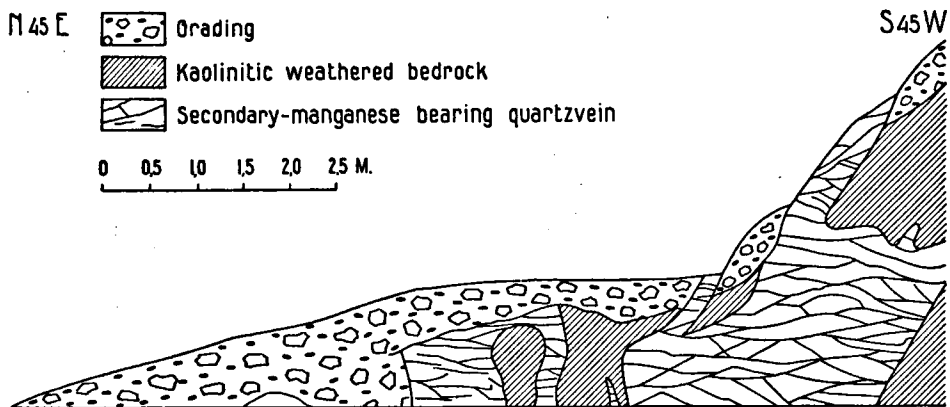


Fig. 29.

Profiel door tunnelingang met kwartsader waarbij secundaire mangaanrijke mineralen voorkomen.

Section through entrance of adit with secondary-manganesebearing quartzvein.

De Caro- en Pay Mine zijn twee afzonderlijke mijntjes aan weerszijden van eenzelfde heuvel en eenzelfde gangsysteem. De Caro Mine is een ruim 100 m lange sleuf in de strekkingsrichting van de goudhoudende kwartsaders. De grootste breedte beneden in de mijn is ca 50 m. De mijn is in drie etages bewerkt. De laagste etage bevindt zich onder de huidige grondwaterspiegel en hier heeft zich een meertje gevormd. In de sleuf werden resten van twee, 1—2 m dikke kwartsaders aangetroffen, terwijl een groot aantal dunne kwartsstringertjes hier van uit gingen. De kwarts van de grote aders is over het algemeen vrij hard, hier en daar gekraakt en wit van kleur. Op de scheurtjes en barsten is de kwarts soms rood verkleurd door ijzerverbindingen. Plaatse-lijk verspreid bevat de kwarts afdrukken van pyrietkristallen, dan wel, geheel of gedeeltelijk gelimonitiseerde, pyrietkuben. In de omgeving van de gelimonitiseerde pyrietkuben is de kwarts intensief rood verkleurd. Deze kwartsaders hebben de bedrock tot op een afstand van 0,60—0,70 m geïmpregneerd met pyriet, waarvan nu de gelimonitiseerde kuben of kristalafdrukken worden waargenomen. Het tot een grijswitte kaolien-sericiet-kwartslei verweerde ge-

steente, waarin nog duidelijk schisteuse structuur zichtbaar is, is in de omgeving van de gelimonitiseerde pyrietkuben intensief rood tot paarsrood verkleurd. Deze rood verkleurde partijen schijnen resistenter ten opzichte van de verwerking en geven de meestal in gladde vlakken ontsloten schisteuse kleien een onregelmatig, knobbelig oppervlak. Op de bodem van de mijn vinden we deze rood gekleurde impregnaties rond verweerde pyriet, terug in de vorm van z.g. pyrietringen. Dit zijn stukjes geïmpregneerde schist met een pyriet-negatief in het midden. Ook bij de dunne stringertjes, die van de grote kwartsaders uitgaan, doet zich hetzelfde verschijnsel voor van pyritisatie en impregnatie van het omringende gesteente. Het goud komt op de volgende plaatsen voor:

- 1e. grof, macroscopisch zichtbaar goud in de scheuren en barstjes van de kleine kwartsadertjes.
- 2e. zeer fijn, macroscopisch zichtbaar goud in de rood gekleurde impregnatiezone rondom de gelimonitiseerde pyriet.
- 3e. tot op geringe afstand van deze stringers in de kaolien-sericiet-kwarts-klei van het nevengesteente, in aanwezigheid van gelimonitiseerde pyrietkuben.

Ook hier doet zich het verschijnsel voor, dat het goud voornamelijk in de dunne stringers voorkomt, die als begeleiders van de dikke hoofdkwarsaders optreden. De dikke kwartsaders blijken in geringe mate eveneens goudhoudend.

In de Pay Mine, die op slechts 150 m afstand in de richting S 60 E van de Caro Mine ligt, kunnen de twee dikke hoofdgriffen van de Caromijn niet meer teruggevonden worden. We vinden hier een groot aantal dunnere kwartsgangen, die over het werkfront, ter breedte van ruim 25 m, met enige moeite weer goed ontsloten konden worden (figuur 30).

Ook hier vinden we weer het witte, soms roodgeveekte, tot een kaolien-sericiet-kwarts-klei verweerde nevengesteente, terwijl ter weerszijden van de groeve, zowel hier als in de Caro Mine, deze typische kaolienachtige verweringsvorm overgaat in de normale ferrietische verweringsprofiel van de regionaal-epimetamorphe gesteenten van de Rosebel-serie (blz. 70).

Dit type verwerking is dus kenmerkend voor het nevengesteente van deze goudkwartsafzettingen. Het is eveneens goed ontwikkeld in de Savannah Mine No. 1.

Hoewel deze mijn op vrij grote afstand van de Pay- en Caro Mine ligt, is de overeenkomst met de laatstgenoemde zo groot, dat alleen al op grond hiervan de mijn tezamen met de voorgaande moet worden behandeld.

We vinden hier weer een aantal kwartsstringers in een kaolien-sericiet-kwarts-klei, die het verweringsproduct van het nevengesteente van de kwartsaders is. In de kwarts en in dit nevengesteente komen gelimonitiseerde pyrietkuben voor. De kwartsaders zijn hier sterk verbrokken, dikwijls sacharoid en hebben een witte kleur.

Goud komt voor in barstjes en scheurtjes in de kwarts, terwijl ook de gelimonitiseerde pyrietkuben goudhoudend zijn.

Het verweerde nevengesteente, dat hier ook als erts wordt verwerkt, blijkt het rijkst aan goud, daar waar het een blauwgrijze kleur heeft. Deze kleur wordt veroorzaakt door de verweerde pyrieten, die hier eveneens een grijsblauwe tot paarsblauwe kleur hebben. In een sleuf die hier in de heuvel werd gemaakt, in de richting S 65 W, vinden we in horizontale richting het volgende profiel:

- 5 m grading, ferrietblokken, ijzerboontjes en gele korrelige klei. Goudhoudend. Veel kwartsblokken.
- 4 m ferrietisch verweerde schisten; geen goud.
- 4 m paarsrode kaolienachtige schisteuse klei met sporen gelimonitiseerde pyriet; goudarm.
- 17 m gele, rose en witte kaolienachtige sericietrijke kwartsklei, weinig pyriet en goudarm.
- 10 m grijsblauwe kaolien-sericiet-kwartsklei met kwartsaders en plaatselijk zeer rijk aan gelimonitiseerde pyriet. Dit is de ertszone.

De pyrieten staan ook hier weer in direct verband met de goudkwartsaders, terwijl zij zelf goudhoudend zijn. Het verweerde nevengesteente blijkt slechts goudhoudend, wanneer ook pyriet en/of kwartsadertjes voorkomen.

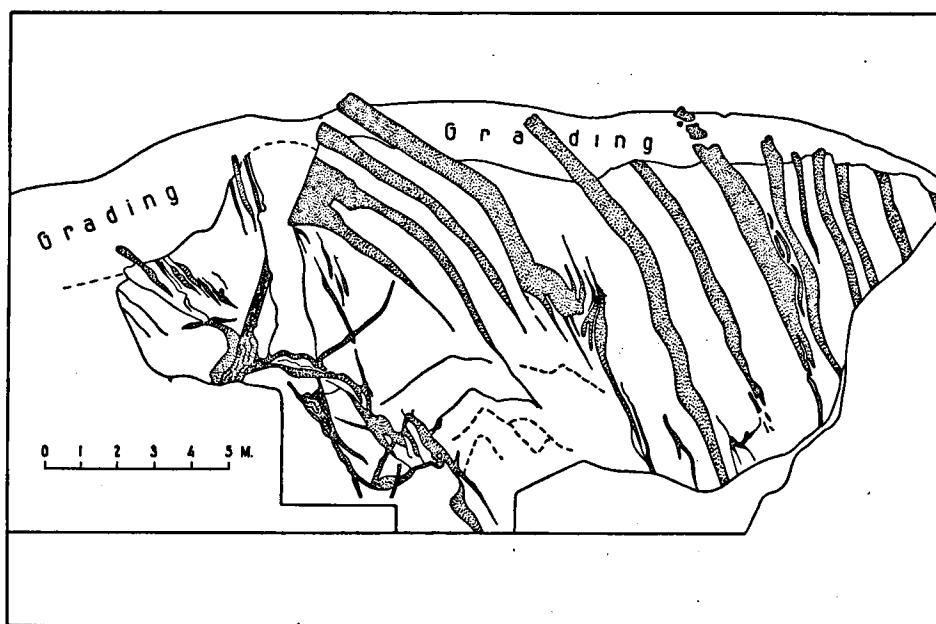


Fig. 30.

Profiel door kwartsrif, bestaande uit een groot aantal kwartsaders, in contact-metasomatisch omgezet en later kaolinetisch verweerd gesteente. Pay Mine.
 Section through kaolinitic weathered, contact-metasomatically altered reef-zone with several gold- and pyritebearing quartzveins. Pay Mine.

De Rode Mijn bevindt zich op het oude Guyana Goud Placer. Het verband met de kwartsgangen is niet geheel duidelijk. Van deze mijn werd de indruk verkregen, dat bij een betrekkelijk groot grondverzet, slechts sporadisch goudhoudende of andere kwartsen werden aangetroffen. De mijn bestrijkt een groot areaal tussen het verlengde van de Blauwe goudkwartszone en dat van de Caro-goudkwartszone. Waarnemingen van belang werden hier niet gedaan.

ε. Maiden-toermalijnkwartszone.

Deze zone is de meest zuidelijke kwartszone van het noordelijk heuvelgebied. De zone is slechts over een korte afstand vervolgd in de richting N 70 W, en bestaat uit een tweetal dikke kwartsaders (1,00—1,20 m). Het is een witte toermalijnhoudende kwarts, waarin de toermalijn als radiaalstengelige aggregaten voorkomt. De hoeveelheid toermalijn is hier steeds een klein percentage van het gehele gesteente. In de krekens in de omgeving van deze kwartszone, die ook reeds aan VERLOOP (1911) bekend was, werden geen goudhoudende grindlagen aangetroffen.

De vergruisde kwarts van de gangen bleek bij het batea-onderzoek niet goudhoudend.

Samenvattend kunnen we in het noordelijk heuvelgebied van de Jong Noord en Guyana Goud Placer, een vijftal kwartszones onderscheiden.

Deze zones hebben alle een ongeveer WNW-richting.

De volgende mineraalassociaties komen hier voor:

- α. Schorlietzone, bestaande uit toermalijnhoudende kwartsgangen tot kwartsrijke toermalijngangen. Goud komt hierin niet voor.
- β. Noutoe-goudkwartszone, bestaande uit pyriet- en goudhoudende kwartsgangen, met een brede omzettingszone van het nevengesteente, in goud- en gelimonitiseerde pyriethoudende kaolien-sericiet-kwartskleien. Deze omzetting is een gevolg van de verwerking. Onverwerde gesteenten langs de contacten met de kwartsaders zijn niet ontsloten.
- γ. Blauwe goudkwartszone, bestaande uit blauwgrijze tot zwartblauwe goudhoudende kwartsaders, zonder intensieve omzetting van het nevengesteente.
- δ. Caro-goudkwartszone, bestaande uit witte pyriet- en goudhoudende kwartsgangen, met een brede omzettingszone van het nevengesteente als β.
- ε. Maiden-toermalijnkwartszone, bestaande uit toermalijnhoudende witte kwartsen, waarin geen goud voorkomt.

In het gebied bestaat een duidelijke symmetrie in het voorkomen van de verschillende zones. Ter weerszijden van de Blauwe goudkwartszone γ liggen de goud- en pyriethoudende zones β en δ. De beide, het verst van elkaar verwijderde zones α en ε bestaan uit toermalijnhoudende kwartsen en zijn niet goudhoudend.

Dat het goud van de alluviale afzettingen gebonden is aan en afkomstig is van de goudhoudende kwartszones β, γ en δ, blijkt duidelijk bij beschouwing van de verspreiding van beide (figuur 25).

De alluviale goudafzettingen bevinden zich alle in krekens, die één of meer van de goudzones aansnijden. Illustratief is hier het voorbeeld van de Grote Louiskreek, die vanaf de Hellgate tot aan de monding van de Wilhelminakreek intensief is bewerkt, doch hierboven praktisch niet meer. De Wilhelminakreek zelf is intensief bewerkt en hier komen de meest noordelijke kwartsaders van de Noutoe-goudkwartszone voor. Opvallend is, dat de goudhoudende kwartsaders beperkt schijnen tot het gebied, waarin de psammietische en psephietische gesteenten van de Orapu-Formatie voorkomen. In de pelietische gesteenten van de Dondroebari-heuvelreeks komen geen belangrijke goudafzettingen voor, terwijl de krekens, die uitsluitend door de phyllietische

gesteenten stromen, zelden exploiteerbare goudhoudende alluvia schijnen te bezitten.

b. *Kwartsaders en primaire goudafzettingen in het gebied van De Jong Zuid, Gros Placer en Mayo Placer.*

DUBOIS (1901) was de eerste, die de goudhoudende kwartsgangen in dit gebied beschreef.

Hij onderscheidt in dit gebied twee systemen van gangen, zijnde:

- a. een jong systeem van dunne kwartsaders in de richting N—S, dat door b heenbreekt;
- b. een ouder systeem van dikkere kwartsaders, met een E—W-richting.

Bij het onderzoek zijn de kwartsaders van beide systemen in het gebied teruggevonden. Het jonge systeem van dunne kwartsaders heeft aders met een dikte tot ca 0,30 m en richtingen om N—S en bestaat voornamelijk uit niet goudhoudende witte- en toermalijnhoudende witte kwartsen. Daarnaast komen ook toermalijnhoudende blauwe kwartsgangen voor.

Het oudere systeem bestaat uit dikkere kwartsgangen tot 1½ à 2 m en heeft richtingen om E—W.

In dit oudere systeem komen kwartsaders van de volgende typen voor:

- pyriet- en goudhoudende kwartsaders; (type A)
- blauwe goudhoudende kwartsaders; (type B)
- toermalijnhoudende kwartsaders; (type C)
- ferberieithoudende kwartsaders. (type D)

DUBOIS veronderstelt, dat het goud in het gebied van De Jong Zuid gebonden is aan kwartsgangen in de omgeving van een granietische intrusie.

MIDDELBERG (1908) hecht geen waarde aan de kwartsgangen in dit gebied als aanbrengers van het goud. Hij denkt, dat de kwartsgangen zijn ontstaan als gevolg van de verwerking van SiO₂-rijke gesteenten. Het voorkomen van toermalijn en pyriet in deze gangen acht hij geen argument voor een hypogene ontstaanswijze van deze gangen. Het voorkomen van alluviaal goud is volgens hem niet in de eerste plaats te danken aan mechanisch transport, doch een gevolg van precipitatie in de gravels, van secundair in oplossing gegaan goud, uit een oorspronkelijk goudhoudende bedrock. Hierbij bouwt hij voort op de theorieën van LUNGWITZ.

De kwartsvindplaatsen, die bij het onderzoek werden onderzocht, zijn gelegen op de concessieërreinen De Jong Zuid, Gros Placer en Mayo Placer.

De strekkingsrichting van de kwartsaders van het oudere systeem is niet gelijk bij alle vindplaatsen. De strekkingsrichting van de goudhoudende kwartsaders blijkt gebonden aan de richting van de grens tussen het zuidelijk heuvelgebied en de ten noorden hiervan liggende savannengordel. De strekking verandert van oost naar west van N 70 W over E—W naar S 70 W. De helling van de kwartsaders is ook in dit gebied weer vrijwel uitsluitend naar noord.

Evenals in het noordelijk heuvelgebied kunnen we ook in dit gebied een aantal zones onderscheiden.

De mineraalassociaties die hier voorkomen zijn in grote lijnen weer dezelfde als in het gebied van De Jong Noord, doch een duidelijke symmetrie kan niet worden aangetoond.

Blauwe, goudhoudende kwartsen en pyriet- en goudhoudende kwartsen treden door elkaar op, terwijl ook pyriet- en goudhoudende kwartsen en toermalijnhoudende kwartsen naast elkaar schijnen voor te komen. Ook hier konden geen goudhoudende toermalijnkwartsgangen worden aangetoond. In het museum van de G. M. D. te Paramaribo is echter een toermalijnhoudende kwarts aanwezig, waar op de toermalijn fijnverdeeld goud voorkomt. De vindplaats van deze kwarts is niet met zekerheid bekend, maar is waarschijnlijk De Jong Zuid. Het samen voorkomen van toermalijn en goud schijnt in dit gebied dus wel mogelijk. Daarnaast komt in het zuidelijk heuvelgebied een nieuwe mineraalassociatie voor; ferberiethoudende kwarts. Naast het oude systeem van kwartsaders komt een jonger systeem van adertjes tot een dikte van 0,30 m voor, dat in dit gebied bekend staat onder de naam „bar's” (barren reefs). Deze adertjes breken door de gangen van het oudere ca E—W systeem heen en zijn vaak in belangrijke mate toermalijnhoudend. De adertjes hebben meestal steile hellingen naar oost.

Waar ze toermalijnhoudend zijn, hebben zij de tot kwarts-sericiet-kaolienkleien verweerde nevingesteenten met toermalijn geïmpregneerd.

Soms treden deze gangen op in groepen, met korte tussenruimten van elkaar (2—4 m). Ditzelfde verschijnsel werd waargenomen op de Grossavanne, waar toermalijnhoudende, niet goudhoudende kwartsadertjes met een dikte van ca 30 cm in groepen naast elkaar voorkomen.

Op De Jong Zuid, Gros en Mayo komen enkele goed vervolgbare kwartsaders voor, die tezamen met de in de directe omgeving voorkomende aders en stringers, riffen (reefs) genoemd worden. Vaak hebben deze riffen een goed vervolgbare, tot max. $1\frac{1}{2}$ à 2 m dikke hoofdader. De meeste van deze riffen hebben een naam, die hier aangehouden is. Achtereenvolgens worden de gebieden De Jong Zuid, Gros en Mayo beschreven.

a. In het gebied van De Jong Zuid komen van noord naar zuid de volgende riffen voor:

Royal Reef-zone
Es Reef-zone
Bruinboontje-zone
Lemmerskreek-zone.

Royal Reef-zone. Deze zone vertoont veel overeenkomst met de Noutoen Caro-goudkwartszones uit het noordelijk heuvelgebied.

In deze zone ligt Royal Hill, een heuvel, waarin een open groeve werd gemaakt, ter exploitatie van de aldaar voorkomende goudkwartsgangen.

In de groeve komt weer dezelfde verweringsklei voor, die reeds beschreven werd in verband met de goudkwartsaders van het noordelijk heuvelgebied. De klei is hier echter belangrijk kaolienrijker, zoals bij het laboratoriumonderzoek bleek (Deel II, Hoofdstuk II).

Het hoofdrif komt niet in de groeve ontsloten voor. Het werd teruggevonden ten noorden van de groeve in een ferrietische verweringsklei. In een aantal oude tunnels is het ontsloten. Het rif is een zeer sterk gebroken kwartszone. Plaatselijk heeft het gebroken rif een dikte van enkele meters. Het bestaat uit harde witte kwarts en bleek bij vergruizing niet goudhoudend. De kwartsadertjes, die in de witte kaolienrijke verweringsklei voorkomen, bleken in vele gevallen wel goudhoudend tot goudrijk. Een verschijnsel, dat in het noordelijk heuvelgebied veel minder werd waargenomen, al ontbreekt

het ook daar niet geheel, is het optreden van kwartsaders met aan weerszijden, dan wel aan één zijde een dikke band limoniet (haematiet-goethiet).

Somt zijn op deze limonietband een aantal gelimonitiseerde pyrietkuben zichtbaar. Op het grensvlak tussen de limoniet en de kwarts komt soms goud voor. Deze limonietbanden langs de kwarts zijn kenmerkend voor het gehele zuidelijke heuvelgebied. Ze staan bekend onder de naam „tjap's”.

Naast de witte, vaak sterk gebroken, pyriethoudende kwartsadertjes komen in deze groeve ook enkele dunne aders van blauwe kwarts voor. De blauwe kwarts staan hier bekend bij de onderhuurders, als „blue granite” en is zeer gezocht om zijn goudgehalte.

De blauwe kwarts uit de open groeve van Royal Hill is veel minder gebroken dan de witte pyriethoudende stringers. De Royal Reef-zone kon worden vervolgd in de richting van Gros Placer over een afstand van ongeveer 600 m. De strekking over dit gedeelte is ca E—W, met een kleine ombuiging naar WSW. In oostelijke richting buigt de zone naar ESE en werd hier teruggevonden in een tunnel aan de rechteroever van de Van Kruinenkreek. In deze tunnel komt ook weer blauwe kwarts voor. De zone werd niet verder vervolgd, maar op ca 1 km in de richting S 70 E snijdt deze richting de Pakiraheuvel, waar een soortgelijke zone voorkomt. In deze heuvel werd door opzichters van de G. M. D. ferberiet aangetroffen in tunnelwerken van de onderhuurders. Deze kenden de ferberiet onder de naam van Blakkaston (zwarte steen), doch hebben nooit aandacht geschonken aan de mogelijke erts-waarde van het mineraal. Voor de goudzoekers was het slechts een waardevolle indicatie voor het voorkomen van rijke goudkwartsaders.

De ferberiet komt voor in eenzelfde verband met de omgeving als het goud. In kaolienachtig verweerde gesteenten, waar plaatselijk een conglomeratische relictstructuur voorkomt, komen ook hier weer kwartsadertjes voor. In een trems aan de voet van de Pakiraheuvel bleek duidelijk het verband tussen het goudgehalte van en de kaolienachtige verweringszone van de kwartsadertjes. Dunne stringers, in deze kaolienachtige verweringszone gelegen, toonden uitzonderlijk rijke wasmonsters ($1\frac{1}{2}$ g goud uit één batea stringermateriaal; dit is ca 5 liter) (figuur 31). Daarnaast komen ook kwartsstringertjes voor in het normaal ferrietisch verweerde gesteente van de trems, die slechts sporen goud toonden. Betreffende het voorkomen van de ferberiet is tot dusverre weinig bekend. Met een bulldozer werd tijdens het bezoek aan deze heuvel de afzetting door de G. M. D. blootgelegd, waarbij bleek, dat de ferberiet in de richting N 70 W, in nesten tezamen met kwarts voorkomt, zonder dat een direct onderling verband tussen deze nesten aan het licht kwam. De ferberiet heeft vaak een duidelijke kristalvorm, waarbij tetragonale pyramidevormen overheersen. Het lijkt waarschijnlijk, dat deze ferberiet pseudomorph naar scheeliet is, hoewel dit laatste mineraal tot dusverre niet werd aangetroffen. Op het museum van de G. M. D. zijn enkele stukken van deze ferberiet aanwezig, waarbij goud op de ferberiet voorkomt.

De heuvel is zeer intensief bewerkt op de aanwezigheid van goud, door middel van tunneltjes. Er schijnen rijke vondsten gedaan te zijn. Of deze vindplaats tot de Royal Reef-zone behoort, is niet zeker, maar lijkt, gezien de strekkingsrichting, niet onwaarschijnlijk. Dikke kwartsaders zijn bij Pakiraheuvel niet aangetoond.

Es Reef-zone. Deze zone dankt zijn naam aan een tot 2 m dik pyriet-en goudhoudend kwartsrif, dat in E—W-richting, over een afstand van 1 km,

in tunnels, trenzen of aan zijn natuurlijke dagzoom is te vervolgen. De kwartsgang ligt in kaolienachtig verweerd nevengeesteente, dat plaatselijk een conglomeratische relietstructuur heeft. De bij de kwartsgang behorende zone van kwarts- en sericiethoudende kaolienklei heeft een zeer grote breedte, die niet alleen aan het Es Reef en zijn begeleidende kwartsadertjes mag worden toegeschreven. Waarschijnlijk gaan hier twee zones samen, met een gezamenlijke breedte van ongeveer 250 m, ten zuiden van het Es Reef. Het Es Reef zelf heeft een strekking ca E—W en een helling tussen 50—60° N.

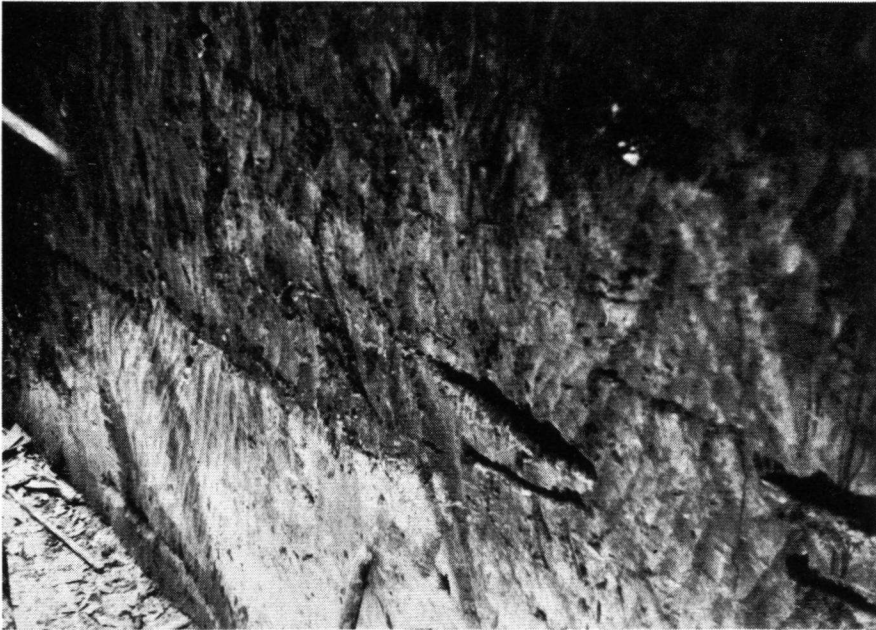


Fig. 31.

Kaolinitische verweerd, contactmetasomatisch omgezet gesteente met goudhoudende kwartsadertjes (Pakira Hill).

Kaolinitic weathered contactrock with goldbearing quartzveinlets (Pakira Hill).

De kwarts is wit, vaak roodverkleurd door ijzerverbindingen, sterk verbrokkeld tot schisteus en toont na vergruizing en wassen in de batea meestal sporen goud. Het is niet het hoofdrif, dat door de onderhuurders geëxploiteerd werd, doch de talloze dunne stringers, die van het hoofdrif uit het omgezette nevengeesteente ingaan. Deze stringers zijn soms toermalijnhoudend, hoewel het niet zeker is, of deze toermalijnhoudende stringers van het hoofdrif uitgaan. In de zone komen namelijk ook sterk toermalijnhoudende stringers van het jongere kwartsadersysteem voor.

Gelimonitiseerde pyriet komt plaatselijk zeer veel voor in het nevengeesteente, doch werd in het Es Reef zelf niet aangetroffen. In de omzettingszone werden soms zeer rijke vondsten aan goud gedaan, altijd in verband met kwartsstringers. Farrister-hole is de naam van een tunnel, die op

grondwaterspiegel batea's van enkele honderden grammen goud moet gegeven hebben. Een heuvel, waar tegenwoordig veel gewerkt wordt is Deira Hill. Ook hier treedt het goud op gebonden aan dunne kwartsadertjes in een kaolienachtig verweerde bedrock. De rijkste adertjes zijn omgeven door limonietkorsten (tjap's). De voortzetting naar het westen van het Es Reef werd niet gevonden. Wel werden in het verlengde van de strekkingsrichting een drietal kwartsaders aangetroffen, doch deze bleken een zuidhelling te hebben en niet goudhoudend te zijn. De omzettingszone, waarvan Deira Hill deel uitmaakt, werd met een kleine ombuiging naar WSW vervolgd en ook hier werd een conglomeratische relictstructuur in het kaolienachtig verweerde gesteente gezien.

Bruinboontje-zone. Aan weerszijden aan het topeinde van de Charmes-kreek komen kwartsblokkenvelden voor, die er op wijzen, dat ook hier kwartsaders voorkomen. Het zijn dikke, witte kwartsen, die niet in situ ontsloten zijn. In de omgeving bleek echter zeer intensief gewerkt in de alluviale en eluviale afzettingen, terwijl enkele vergruisde kwartsblokken sporen goud toonden. De zone is over een kleine afstand in E—W-richting te vervolgen.

Geheel in het zuiden van de concessie liggen in de Lemmerskreek nog enkele ontsloten kwartsaders, die bij bateren goudhoudend bleken (spoor), terwijl de alluvia in deze omgeving bewerkt waren. Tussen de zones van Bruinboontje en Lemmerskreek komen toermalijnschisten voor, die opgevat worden als contactmetamorphe gesteenten (DUBOIS 1908, IJZERMAN 1931).

Dit gebied ligt zeer dicht bij het granietgebied van km 109, zodat het welhaast zeker lijkt, dat deze graniet de contactverschijnselen heeft veroorzaakt.

Opmerkelijk is echter, dat de rijkste vindplaatsen van goud niet in deze omgeving liggen, doch meer in noordelijke richting, evenwijdig aan de savannengordel.

Daar ook in dit gebied de gesteenten langs de goudkwartsaders een van het normale verweringsprofiel afwijkende verwerking toonden en de onverweerde nevingesteenten van de kwartsaders niet ontsloten voorkomen, werd door de boorploeg van de G. M. D. in de ferberiet- en goudkwartszone van Pakiraheuvel een kernboring uitgevoerd tot een diepte van ca 60 m. Pas op grote diepte werd het onverweerde gesteente bereikt. Het gesteente vertoont vrij veel overeenkomst met de gesteenten uit de boorkern van de Grossavanne (WF I). Microscopisch onderzoek van het gesteente toont aan, dat het een biotiehoudend sericiet-kwarts-epidoot-albietgesteente is. Het laboratoriumonderzoek (Hoofdstuk II, Deel II) maakt waarschijnlijk, dat dit gesteente een contactmetasomatisch omgezet gesteente van de Orapu-Formatie is.

β. Gros Placer. De goudafzettingen van Gros Placer worden gevonden in de westelijke voortzetting van het heuvelgebied van De Jong Zuid. De verschillende zones, die op De Jong Zuid werden aangetroffen, zijn hier niet meer te vervolgen. Het placer wordt niet meer bewerkt en recente tunnels of trenzen komen hier dan ook niet voor. Het gebied is minder heuvelig dan De Jong Zuid en hier en daar vinden we enkele open savannen, die gedeeltelijk goudhoudend waren. Het betreft dan alluvia, die langs en op deze savanne voorkomen. Indicaties van kwartsaders werden gevonden

in de vorm van kwartsblokkenvelden, die op voortzetting van de Royal Reef-zone zouden kunnen wijzen. Zeker is dit echter geenszins. Toermalijn, pyriet of gelimonitiseerde pyrietkuben werden hier niet gezien, terwijl onverweerd gesteente evenmin ontsloten is in dit gebied.

Wasmonsters van de vaak kwartsrijke grading toonden echter duidelijk goud, terwijl ook alluviaal goud werd gevonden. IJZERMAN vermeldt uit dit gebied het voorkomen van pyriethoudende calcië-kwarts-sericiëtschist uit een boring, hetgeen er op wijst, dat pyriet ook hier voorkomt, vermoedelijk gebonden aan soortgelijke typen contactmetasomatisch omgezet gesteente van de Orapu-Formatie. IJZERMAN interpreteert deze gesteenten echter niet als zodanig (IJZERMAN 1931).

Daarnaast staat de mededeling van POLAK (1908) dat op Gros Placer uit ca 9254 ton kwarts een goudproductie werd verkregen van 39471 g. De oude machines van het bedrijf werden hier teruggevonden, terwijl smalspoor ongeveer de plaats wijst, waarvandaan de aanvoer van kwarts zou kunnen hebben plaatsgevonden.

Dat de goudzone van De Jong Zuid over het Gros Placer te vervolgen is, staat dus wel buiten twijfel.

In de Kakabarikreek liggen de overblijfselen van een oude baggermolen, terwijl oude tailinghopen in de kreekdalen bewijzen, dat hier intensief gewerkt is.

γ. Mayo Placer.

Tussen Gros Placer en Mayo Placer bevindt zich een vrij brede strook alluvium van de Maika Boeka-kreek. Daar dit alluvium voornamelijk afkomstig is van het graniëtgebied ten westen van Km 109 wordt hierin geen goud gevonden.

Mayo Placer zelf is een heuvelig gebied. Hierin komen een groot aantal goudkwartsaders voor. Een zone-indeling is hier moeilijk te maken. De belangrijkste kwartsaders groeperen zich om de open groeve Mayo. Het zijn:

Johnson Reef, in het Noorden.

Monument Reef, ten zuiden waarvan de open groeve Mayo.

George Bottoms Reef (G. B. reef), ten zuidoosten en zuiden van de open groeve Mayo.

Johnson Reef. De kwartsaders van dit rif werden teruggevonden in enkele kunstmatige ontsluitingen. Het bestaat uit een ongeveer 1 m dikke kwartsader, begeleid door een aantal dunne stringers. Het zijn witte, door ijzerverbindingen rood en rose verkleurde, plaatselijk sacharoiden en vaak sterk gebroken kwartsen. Het nevengesteente is geïmpregneerd met pyriet en heeft de kenmerkende kaolienachtige verwerking.

De richting van het rif is S 80 E, met een steile, vermoedelijk zuidelijke helling. De grote kwartsader is gebroken in de richting van de schistositeit van het nevengesteente, die hier N 65 W/56 N bedraagt.

Een tweede ader, die in deze omgeving gevonden werd, is ongeveer 0,30 m dik en had de richting N 66 W/46 N. Goud werd slechts als spoor aangetroffen in de wasmonsters.

Monument Reef. Dit werd nergens aan de oppervlakte waargenomen, doch werd door de eigenaar van de concessie Mayo, de heer SEWELL, met behulp van tunnels gevolgd en bemonsterd. Het bleek goudhoudend.

Ten zuiden van de plaats waar het Monument Reef werd gevonden door de heer SEWELL, bevindt zich de open groeve Mayo. Het is de grootste groeve van dit type, dat in het Mindrinetti-goudgebied voorkomt. De heuvel, waarin deze open groeve werd gemaakt, werd door de heer SEWELL door middel van tunnels bemonsterd. Uit mededelingen van de heer SEWELL bleek het volgende:

Slechts die gedeelten van de heuvel, waar dunne en dikkere kwartsadertjes in het kaolienachtig verweerde nevengesteente liggen, bleken goudhoudend. De heer SEWELL denkt, dat deze adertjes en aders in verband staan met het Monument Reef.

Het goud zelf is afkomstig uit de kwartsadertjes en komt hierin onregelmatig verdeeld voor. Het nevengesteente, waarin gelimonitiseerde pyrietkuben voorkomen, is eveneens, doch in zeer geringe mate goudhoudend. Waar het nevengesteente ferrietisch verweerd is, komt geen goud meer voor. In de open groeve werden vier boringen uitgevoerd. De waterspiegel werd bereikt op 10 ft beneden de bodem van de open groeve. Vast gesteente werd bereikt op een diepte van 90 ft.

In de kaolienachtig verweerde bedrock, die zeer rijk blijkt aan gelimonitiseerde pyrietkuben en daardoor een grijsblauwe kleur heeft, werden enkele kwartsadertjes gevonden, die duidelijk goudhoudend zijn. Het zijn witte kwartsen, ingesloten in limoniet korsten (tjap's).

George Bottoms Reef. Ongeveer 250 m ten zuidoosten van de open groeve Mayo komen op korte afstand van elkaar een tweetal kwartsaders voor, die in westelijke richting te vervolgen zijn over een afstand van ca 1 km.

Op vele plaatsen zijn deze aders in prospectietrenzen en kuilen ontsloten. Het zijn witte, soms iets schisteuse, meestal brokkelige kwartsaders, waarbij roodverkleuring op de breukvlakjes optreedt. Gelimonitiseerde pyrietkuben zijn zeer talrijk in het verweerde nevengesteente, terwijl in de grading deze limonietkuben in grote hoeveelheden optreden. Langs de aders komt kaolienachtig verweerde bedrock voor, doch niet in brede zones. Volgens mededeling van de heer SEWELL is dit rif aangeboord met een kernboor op een verticale diepte van 350 ft. Het zou hier een dikte van 4 ft hebben, met een goudgehalte van 8 gram per ton. De gelimonitiseerde pyrietkuben uit de grading van het rif zijn in belangrijke mate goudhoudend.

Een aantal van de boorkernen kon verzameld worden. Hierbij waren echter niet de delen, die door een kwartsader gingen. Wel werden enkele dunne kwartsstringertjes aangetroffen, waarin chalcopyriet, pyriet en haematiet voorkomen. Zichtbaar goud kwam hierbij niet voor. De vermoede voortzetting van het G.B.-Reef werd ook in oostelijke richting bepaald.

Ten zuiden van het rif komen nog enkele kleinere goudhoudende kwartsadertjes voor, terwijl ook de alluviale afzettingen in deze omgeving bewerkt bleken. De westelijke voortzetting van het rif werd niet verder gevonden dan tot waar het rif over regelmatige afstanden in proefkuilen ontsloten was. Wel werden enkele grindlagen in onbewerkte krekken, ten westen van het rif verwassen. Ze bleken goede gehalten te tonen, maar zijn voor de exploitatie ongeschikt, daar de kwartsrolstenen door een zeer taaie, moeilijk te desintegreren klei, verbonden zijn.

c. *Kwartsaders van de savannengordel*

In de tot een kaolien- en sericiethoudende kwartsklei verweerde savannegesteenten liggen veel kwartsaders en -adertjes met sterk uiteenlopende

richtingen. Het zijn meestal melkwhite, vetglanzende kwartsen, waarin soms toermalijn voorkomt. Goud werd bij het veldonderzoek in deze kwartsaders niet aangetroffen. De dikte van deze adertjes varieert van enkele cm dikke stringers tot 1 m (Grossavanne) en dikkere kwartsaders (Rosebelsavanne). De kwartsaders vormen soms heuveltjes op de savanne. Waar een aantal aders in de buurt bij elkaar optreden ontstaat hierdoor een kwartskopjes-terrein. In de flauw naar de randen hellende savanne zijn een aantal grotere en kleinere heuveltjes uitgespaard, bestaande uit het verweerde, soms grofzandige savannegesteente, waarin de kwartsadertjes liggen. Zulke kwartskopjesterreinen komen zowel in de Rosebelsavanne als in de Grossavanne voor. De richtingen van de afzonderlijke aders zijn vaak moeilijk of niet te bepalen. In de Rosebelsavanne bleken ze te variëren van N 30 E—N 30 W.

Daarnaast komen in de savannen ook grotere kwartsaders voor. In de Rosebelsavanne ligt een ader met een dikte van ongeveer $2\frac{1}{2}$ m, in de richting ca N 50 W. Deze ader heeft een aantal kleinere begeleiders. De richting hiervan, die waarschijnlijk evenwijdig loopt aan de hoofdader, kon gemeten worden aan een adertje van 0,33 m, dat ontsloten was in een kuil. Deze was N 54 W/50 NE. Wasmonsters van deze kwartsen toonden geen goud. In de Grossavanne komt aan de rand een ontsluiting voor, waar een aantal kwartsaders is blootgelegd. De dikste van deze aders is ca 1,20 m. De aders in deze ontsluiting lopen in grote lijnen evenwijdig. De richting van de aders bedraagt N 10—25 E/steil W. Wasmonsters van deze kwarts toonden geen goud.

Over een klein deel van de Grossavanne werden kwartsaders aan blokken-velden, kuilen of natuurlijke ontsluitingen vervolgd. Dit bleek over het algemeen mogelijk over afstanden van 100 tot maximaal 400 m. De richtingen bleken zeer variabel. Opgemerkt werd, dat de aders aan de noordrand van de savanne over het algemeen ongeveer loodrecht op de strekking van de savannerichting en de richting van de schistositeit van de gesteenten staan, terwijl zij naar het zuiden hiermee meer evenwijdig lopen. Ook werden groepen kwartsaders gevonden, met enkele meters tussenruimte ten opzichte van elkaar, met een N—S-richting.

De kwarts van deze aders, die te vergelijken zijn met de N—S-aders op De Jong Zuid, heeft hetzelfde aanzien als de overige savannekwartsen (voor verspreiding en richting figuur 25). Bij de belangrijkste van deze kwartsaders liggen oude prospectiekuilen, doch nergens bleek de prospectie aanleiding gegeven te hebben, tot exploitatie over te gaan. Wasmonsters van de vergruisde kwartsen toonden geen goud.

Het verband tussen het voorkomen van goudhoudende kwartsaders en de geologie wordt zonder meer duidelijk, wanneer we de goudvindplaatsen (goudhoudende kwartsriffen en -alluvia) op de kaart uitzetten.

De goudafzettingen blijken zich te beperken tot twee, betrekkelijk smalle stroken ($1\frac{1}{2}$ —2 km), aan weerszijden van de savannegordel, respectievelijk in het noordelijk heuvelgebied van De Jong Noord en Guyana Goud Placer en het zuidelijk heuvelgebied van De Jong Zuid, Gros- en Mayo Placer.

De kwartsaders in het zuidelijk heuvelgebied liggen ongeveer evenwijdig aan de grens van het heuvelgebied met de savannengordel en op korte afstand hiervan. Wanneer we het Mindrinetti-zwampgebied rekenen tot de savannengordel, hetgeen als juist kan worden aangetoond, dan geldt deze zelfde wetmatigheid eveneens voor het noordelijk heuvelgebied. Aan de rechteroever van het Mindrinetti-zwampgebied vinden we dezelfde gesteenten, die

ook de savannengordel kenmerken. Hier komen ook sericietrijke conglomeratische zandstenen voor, zonder ferrietische verwerking, terwijl ze plaatselijk tot een kaolienhoudende sericiet-kwartsklei zijn verweerd. In zijn verweringsvorm heeft de savannengordel naast grote overeenkomst met de verweringsvorm in de omgeving van de goudhoudende kwartsriffen grote verschillen.

Nevengesteente van de goudkwartsaders.	Gesteente van de savannegordel.
1. Verweert tot een kaolien en sericiethoudende kwartsklei.	Verweert tot een sericietrijk zand of zandsteen, dan wel tot een kaolien- en sericiethoudende kwartsklei.
2. Conglomeratische relietstructuur komt voor.	Conglomeratische zandsteen en kwartsrolsteenvelden komen voor.
3. Geen normaal ferrietisch verweringsprofiel.	Geen normaal ferrietisch verweringsprofiel.
4. Epidoot en albiet zijn belangrijke bestanddelen van het onverweerde gesteente.	Epidoot en albiet zijn belangrijke bestanddelen van het onverweerde gesteente.
5. Impregnatie van (nu gelimonitiseerde) pyriet komt meestal voor.	Pyriet of gelimonitiseerde pyriet komt niet voor.
6. Vaak om goudhoudende kwartsgangen.	Geen goudhoudende kwartsgangen.
7. De gesteenten hebben een voornamelijk verticale uitbreiding.	De gesteenten hebben een voornamelijk laterale uitbreiding.

De punten 1 t/m 4 wijzen op bepaalde overeenkomsten, terwijl uit de punten 5 t/m 7 belangrijke verschillen blijken.

d. *De kwartsaders uit het granietgebied ten westen van Km 109 L. S.*

In het granietgebied ten westen van de spoorbaan bij Km 109 komen een aantal kwartsaders voor, die voor een deel slechts als blokkenveld zijn ontsloten. Een ader met een strekking ca E—W en een dikte van 1,50 m, bestaat uit een melkwitte, plaatselijk grijswitte kwarts. Wasmonsters van de vergruisde kwarts noch wasmonsters uit de alluvia toonden goud. Ook blauwe kwartsen komen in dit gebied voor, evenals toermalijnhoudende kwartsen. Zowel de kwartsen als de alluviale afzettingen in dit gebied bleken niet-goudhoudend.

2. *De goudhoudende kwartsaders, 1 km ten westen van Km 124,3 L. S.*

Op deze vindplaats wordt een gemiddeld 2—3 m dikke kwartsgang geëxploiteerd door de N.V. Surinaamse Goudmijnen Maatschappij (Headley-Reef) (figuur 32).

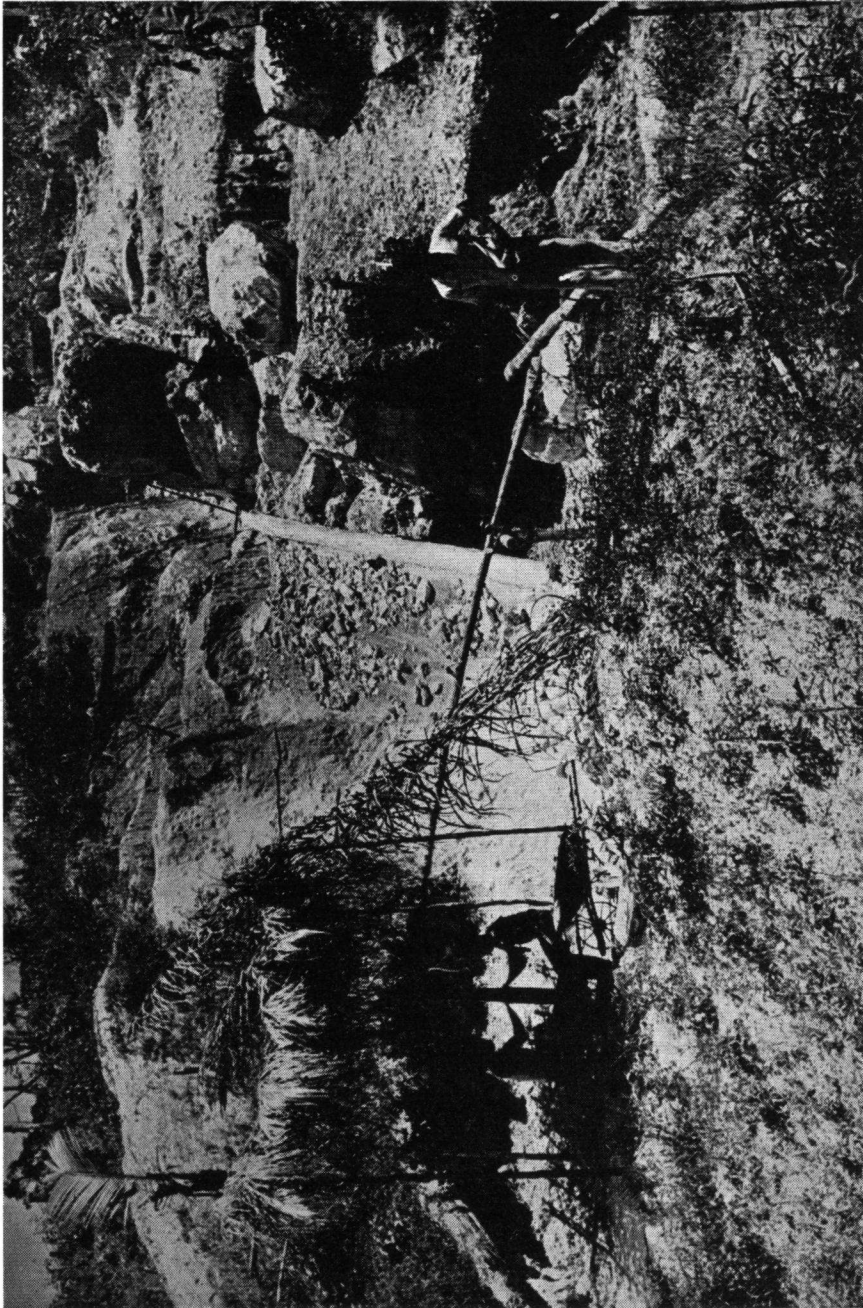


Fig. 32.
Goudhoudende kwartsader van het Headley-Reef. Km 124,3 L. S.
Goldbearing quartzvein of the Headley-Reef. Km 124,3 L. S.

De strekking van het hoofdrif is N 15 W, de helling ca 75° E. Het nevangesteente van de gang is kaolienachtig verweerd, waardoor de oorspronkelijke aard van het gesteente moeilijk is te bepalen. Het rif ligt op de grens tussen het heuvelgebied ten noorden van de Brownsberg en het gebied, waar de Kabeltonaliet voorkomt. Volgens de kaart ligt het in de Balling-Formatie (BLEYS 1950). Gezien de schisteuse relictstructuur in het

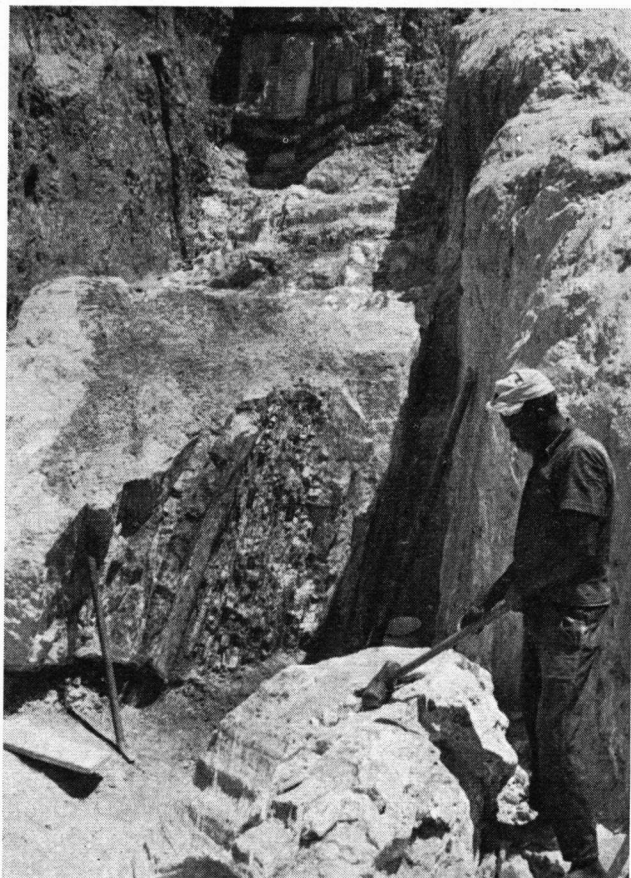


Fig. 33.
Schisteuse goudhoudende kwartsader van het Headley-Reef.
Schistose gold-bearing quartzvein of the Headley-Reef.

kaolienachtig verweerde nevangesteente van de kwartsader, was het onverweerde nevangesteente vermoedelijk een schist. Door de hoofdader breken een aantal gangetjes met strekkingen ca E—W en wisselende hellingen naar S (S 82 E/33 S/0,40 m). Ook deze jongere, dunne kwartsadertjes zijn goudhoudend en worden geëxploiteerd.

De hoofdader heeft een gemiddelde dikte van 2—3 m, doch is plaatselijk tot 4,50 m dik. Hij bestaat uit een geel tot roodverweerde, witte, sterk

sacharoïde kwarts. Gelimonitiseerde pyriet en glimmerschubjes komen veelvuldig in de kwarts voor. Goud treft men regelmatig aan in deze kwarts, als kleine spikkels in scheuren en barstjes. De ader is zonair evenwijdig aan de gangwanden en heeft wrijfspiegels op het strekking-hellingvlak, evenwijdig aan de richting van de helling (figuur 33, 34). De jongere adertjes, die door het rif heenbreken, hebben een meer grijze kleur en zijn minder

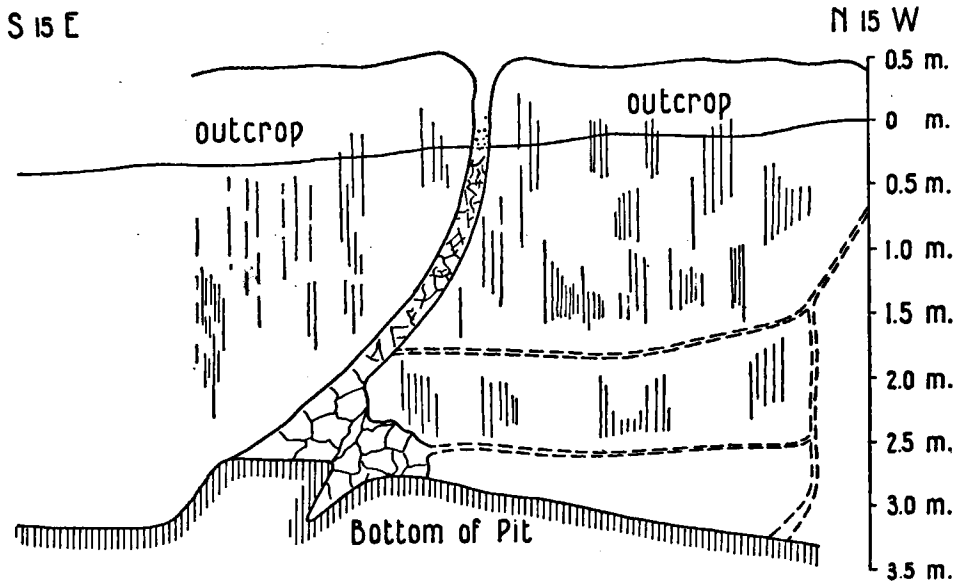


Fig. 34.

Langsprofiel door goudhoudende kwartsader van het Headley-Reef met wrijfkrassen.
Longitudinal section through goldbearing quartzvein with slickensides and striations.
Headley-Reef.

sacharoid dan de kwarts van de hoofdader. Pyriet werd hierin niet waargenomen.

De alluvia van de kreek, die het kwartsrif aansnijdt, hebben een kwartsgravel, die voornamelijk uit de sacharoïde rifkwarts bestaat. Deze alluvia zijn voor het grootste deel reeds bewerkt. Opmerkelijk bij deze vindplaats is de gemineraliseerde N—S-richting, die hier ouder is dan de eveneens gemineraliseerde E—W-richting. Het insluitselonderzoek (Hoofdstuk III Deel II) toont aan, dat de beide systemen niet genetisch met elkaar verwant zijn. Het hoofdrif is genetisch van een ander type, dan de goudhoudende kwartsaders van het Mindrinetti-goudgebied, terwijl de jonge kwartsadertjes, die door het hoofdrif heenbreken, van hetzelfde genetische type zijn als de goudkwartsaders uit het Mindrinetti-goudgebied.

SAMENVATTING EN CONCLUSIES

In het gebied langs de spoorbaan tussen Km 93 en 133 komen primaire goudafzettingen voor, vermoedelijk van twee verschillende genetische typen. Onderscheiden worden:

1. De primaire goudafzettingen van het Mindrinetti-goudgebied en Savannah Mine No. 1.
2. De primaire goudafzetting van Km 124,3 L. S.

1. De primaire goudafzettingen van het Mindrinetti-goudgebied en Savannah Mine No. 1, strekken zich uit aan weerszijden van de Gros-Rosebel-savannengordel, in een smalle zone evenwijdig hieraan (figuur 25).

Het goud in de primaire afzettingen is gebonden aan twee verschillende kwartstypen:

- a. pyriet- en goudhoudende kwartsen, gelegen in zones van verschillende lengte. Het nevengesteente van deze kwartsaders heeft een totaal andere verweringsvorm dan de regionaal-epimetamorphe psammietische gesteenten van de Orapu-Formatie. Deze verweringsvorm blijkt een gevolg van een andere mineralogische samenstelling van het onverweerde nevengesteente, dat in een boring werd aangetroffen. Als voornaamste nieuwe mineralen treden hierbij epidoot en albiet op. Uit het laboratoriumonderzoek blijkt, dat het nevengesteente van de kwartsaders contact-metasomatisch is omgezet, waarbij deze mineralen als nieuwvorming ontstonden;
- b. blauwe goudhoudende kwartsgangen met geringe omzettingsverschijnselen van het nevengesteente.

Een soortgelijke verweringsvorm als in het nevengesteente van de goudkwartsgangen van het type a werd waargenomen, treedt op in de savannengordel. Ook hier bleek het een gevolg van nieuwvorming van albiet en epidoot in het onverweerde gesteente. Gezien de grote laterale uitbreiding van het verschijnsel wordt hier gedacht aan contactmetasomatische processen tengevolge van een onderliggende intrusieve graniet, die in verband staat met het granietgebied ten westen van Km 109 L. S. Het is de graniet no. 2, die jonger is dan de Orapu-Formatie.

Uit de verspreiding van de alluviale goudhoudende afzettingen en de goudhoudende primaire kwartsvindplaatsen in dit gebied blijkt duidelijk het verband tussen beiden, zodat aangenomen wordt, dat al het goud uit de alluvia afkomstig is van de afbraakproducten van de primaire goudhoudende afzettingen, waarbij het transport uitsluitend mechanisch is geweest.

In het gebied is nergens een verband gebleken tussen het voorkomen van goud en basische stollingsgesteenten. Ook de dolerietgangen in het gebied mogen niet in genetisch verband worden gebracht met de goud-mineralisatie.

2. De primaire goudafzetting van Km 123, 4 L. S.

Hier bevindt zich een 2—3 m dik goudhoudend kwartsrif in de richting N 15 W/75 E, dat doorsneden wordt door een aantal tot 0,40 m dikke kwartsgangetjes in ca E—W-richting. Laboratoriumonderzoek (Hoofdstuk III, Deel II) maakt waarschijnlijk, dat de beide gemineraliseerde richtingen niet genetisch verwant zijn.

Het dikke hoofdrif wordt in verband gedacht met de kwartsdiorietische intrusie van de Kabeltonaliet, terwijl de jongere kwartsgangetjes in E—W-richting genetisch verwant zijn aan de goudkwartsgangen van het Mindrinetti-goudgebied.

Deze vindplaats ligt waarschijnlijk in de Balling-Formatie. Het hoofdrif is genetisch verwant aan de goudmineralisatie van de kwartsdioriet, welke tot de graniet no. 1 wordt gerekend (prae-Orapu-Formatie).

In het gebied van de basische gesteenten van Brownsberg komen goudhoudende alluvia voor. Vluchtig onderzoek wees uit, dat ook hier de afbraakproducten van goudhoudende kwartsgangen aansprakelijk kunnen worden gesteld voor het voorkomen van goud in de alluvia. Het verband tussen basische gesteenten en het voorkomen van goud blijkt hier topochemisch.

HOOFDSTUK IV

HET GEBIED TUSSEN KABALEBORIVIER EN MATAPPIKREEK

INLEIDING

Het onderzochte gebied bevindt zich ongeveer 120 km stroomopwaarts van de monding van de Corantijnrivier, die de westgrens van Suriname met Brits-Guyana vormt.

Het omvat het gebied tussen de Kabaleborivier en de Matappikreek stroomopwaarts tot aan de Avanaveroheuveld (figuur 35, 36).

In het gebied van de Matappikreek was tot 1951 een goudconcessie uitgegeven (Concessie Beck). Productiegegevens van de concessie zijn niet bekend, doch schijnen uiterst gering. Daar door de grote droogte gedurende de tijd van het onderzoek in dit gebied de Matappikreek niet bevaarbaar bleek, kapten we over land, vanaf de Kabalabo een toegangsweg naar het concessiegebied. De afstand tot de concessie bleek ruim 11 km te bedragen. Enkele zijlijnen werden in dit gebied gekapt, zodat ruim 18 km tracé werd verkend.

Het voorkomen van goud op de concessie bleek gebonden aan alluviale afzettingen van de Matappikreek en colluviale grading van gesteenten van de Balling-Formatie. De afzetting lijkt zeer onbelangrijk.

Rivieropname werd gedaan langs de Corantijnrivier tot even boven Sika-eiland; langs de Kabalebo vanaf de monding tot de Avanaverovalle.

Hierbij bleek het wenselijk, enige lijnen te kappen langs de Stonekreek, een rechter zijkreek van de Kabaleborivier. In totaal werd hier 10 km lijn gekapt en verkend, waarbij een afwijkend type goudafzetting werd ontdekt.

Enkele gesteenten uit het onderzochte gebied werden reeds beschreven door HARRISON (1908) en BROWN (1875). Zij beschrijven de aanwezigheid van Roraima-Formatie in het gebied van de Corantijn, ter hoogte van de Kabalebomonding. Het voorkomen van graniet, intrusief in deze formatie was reeds aan BROWN bekend.

IJZERMAN (1931) wijst op het feit, dat de als Roraima-Formatie beschreven gesteenten belangrijk meer kwartsietisch zijn dan de door hem aangetroffen gesteenten op de Tafelberg, en hoewel hij deze gesteenten op zijn geologische kaart van Suriname als Roraima-Formatie aangeeft, oppert hij de mogelijkheid, dat zij zeer goed tot de schistformatie kunnen behoren. Volgens BROWN hebben de gesteenten steile hellingen. SIMONS (1947) verzamelde in de Kabalebo kwartsietische en conglomeratistische gesteenten, terwijl bij een verkenning van de G. M. D. naar de Corantijn (D'AUDRETSCH 1950) de vindplaatsen van de kwartsietische zandsteen in de Corantijn werden aangetroffen. D'AUDRETSCH acht het niet waarschijnlijk, dat de gesteenten tot de Roraima-

Formatie behoren. Op de geologische overzichtskaart van Suriname (SCHOLS en COHEN 1953) worden de gesteenten tot de Orapu-Formatie gerekend.

Betreffende de gesteenten van de Avanaverovallen en -heuvels denkt IJZERMAN (1931) aan gabbro's, die grote massieven vormen en in verband staan met de jonge dolerietgangen.

A. MORPHOLOGIE

Het grootste deel van het onderzochte gebied heeft een typisch deklandschap (VAN DER ELJK 1954). Het is een vrijwel vlakliggend gebied, waarin de krek en rivieren zich diep hebben ingesneden. Langs de rivieren en grotere krek en liggen jongere alluviale afzettingen, plaatselijk met een breedte van enkele kilometers. Op sommige plaatsen snijdt de rivier het deklandschap aan (White Hill en Barotiga Landing). Uit het deklandschap steken hier en daar enkele heuveltopjes op. Naar het zuiden en naar de Matappikreek worden deze heuveltopjes talrijker.

Een afzonderlijke eenheid wordt gevormd door de Avanaveroheuvels. Dit is een heuvelgroep met hoogten van omstreeks 250 m en een richting ca NW—SE. De heuvelgroep heeft steile hellingen naar de NE-zijde, vlakke hellingen naar SW.

Gedurende de droge tijd zijn getij-invloeden merkbaar in de Kabalebo tot aan de Avanaverovallen. Benedenstrooms van deze vallen komen geen soela's voor. De loop van de Kabalebo schijnt in grote trekken bepaald te worden door 2 dolerietgangen, op een afstand van ca 5 km van elkaar. In het onderzochte gebied kenmerken deze gangen zich niet door hun morfologie, doch zuidelijker vormen ze heuvelreeksen in hun strekkingsrichting. De oostelijke gang wordt op verscheiden plaatsen door de Kabalebo aangesneden.

B. GEOLOGIE

De volgende afzettingen worden in het gebied onderscheiden.

1. Demerara-Formatie. rivieralluvia.
2. Zanderij-Formatie. zanden met kaolien- en kleibanken, die het deklandschap vormen;
3. Dolerieten. gangen en sills (Avanaveroheuvels);
4. Basaal-Complex.
 - c. Graniet no. 2.
 - a. Orapu-Formatie. kwartsieten en conglomeraten;
 - b. Balling-Formatie. groene basische stollingsgesteenten, donkere kwartsieten, diorietporfirieten.

1. Demerara-Formatie

De jonge alluvia, die tot deze formatie worden gerekend, komen in de Kabaleborivier op enkele plaatsen goed ontsloten voor.

Grove zanden en kleien vormen hiervan het voornaamste bestanddeel, terwijl grindlagen zeldzaam zijn. De grove zanden die in de Kabalebo in de rivier als banken voorkomen, bleken niet goudhoudend.

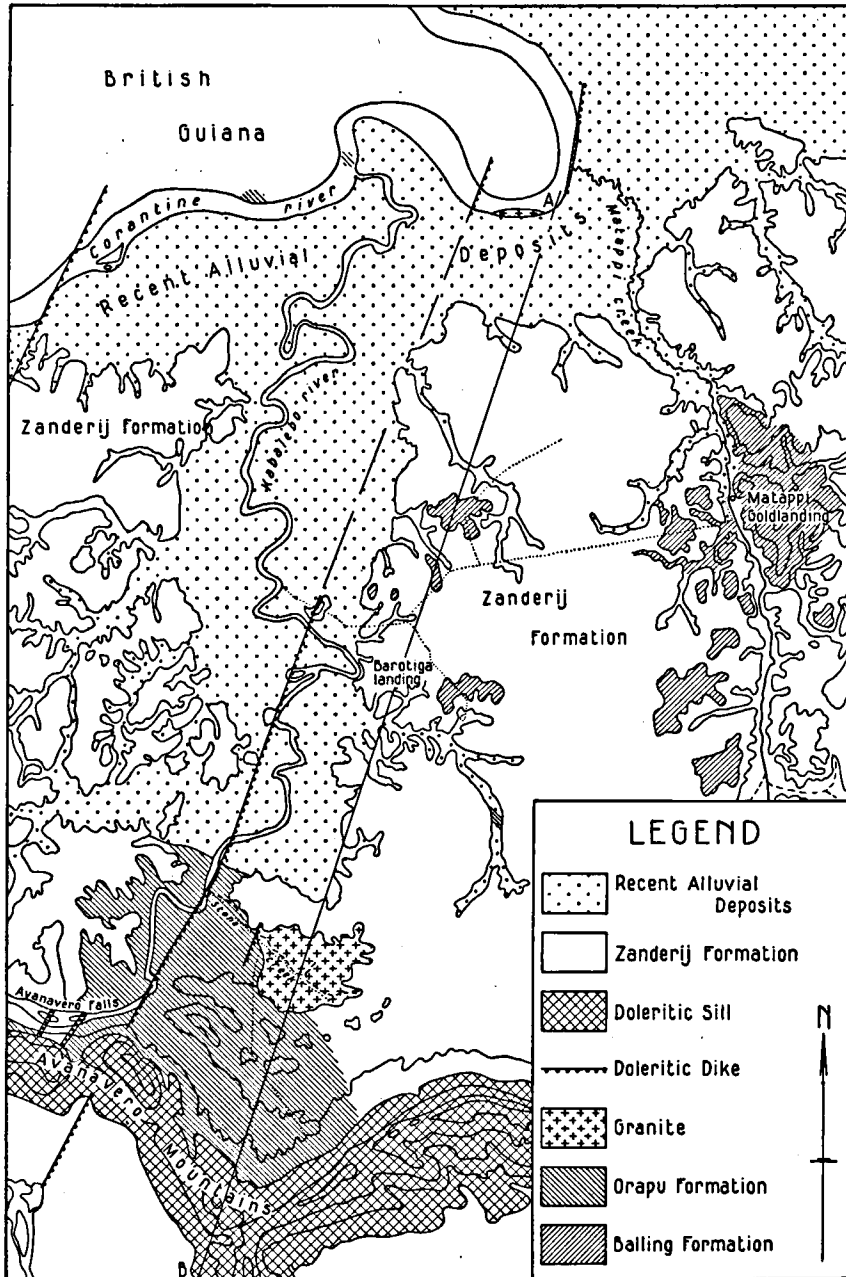


Fig. 35.
Geologische overzichtskaart van het gebied tussen de Kabaleborivier en de Matappikreek.
Geological survey map of the area between Kabalebor river and Matappikreek.

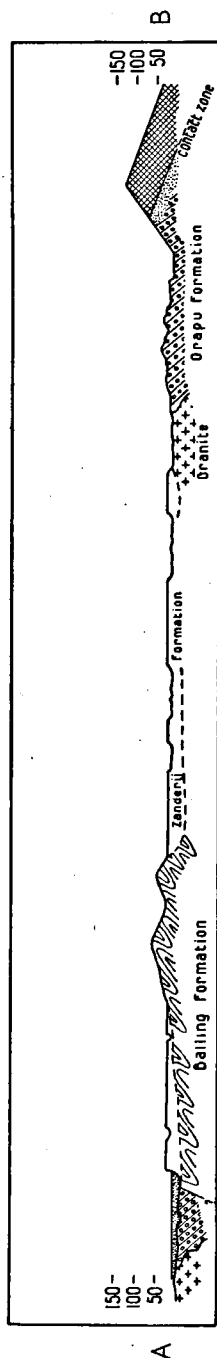


Fig. 36.
Profiel A—B door het gebied tussen Kabaleborivier en Matappikreek.
Section A—B through the area between Kabaleborivier and Matappikreek.

Goudhoudende alluvia komen zeer schaars voor. In de alluvia langs de Matappikreek, ter hoogte van de Concessie Beck (Gold Landing), werd bij het onderzoek een verlaten waskuil aangetroffen, waarin ter hoogte van de waterspiegel een grindlaag voorkomt. De grindlaag bevat voornamelijk melkwhite kwartsrolstenen, terwijl ook enkele stukjes grijsblauwe kwarts voorkomen. De kwarts vertoont geringe afronding. Het goudgehalte van de grindlaag bleek bij het verwassen van enkele bateamonsters zeer laag. De laag ligt onder een ca 2 m dikke kleilaag.

In de omgeving van de kuil is met een handboor de uitbreiding van de gravellaag bepaald. Het blijkt, dat de laag zich slechts in de directe omgeving van de Matappi bevindt. Een van de opgehaalde monsters uit de boringen toonde bij het verwassen nog een korreltje goud.

Een tweede vindplaats van alluviaal goud ligt bij een conglomeraatontsluiting in de Stonekreek. De grindlaag, waarin het goud voorkomt, bestaat uit rolstenen van het afgebroken conglomeraat en ligt direct aan de oppervlakte in het bed van de ter plaatse stromende kreek. Bij de bespreking van het conglomeraat wordt deze vindplaats behandeld.

2. Zanderij-Formatie

De Zanderij-Formatie heeft in dit gebied een grote uitgestrektheid. Het is een ongeconsolideerde afzetting, bestaande uit grove en fijne, witte, rose, rode of geelbruine zanden, waartussen kleibanken zijn ingeschakeld. In het zuiden werd de dikte van de afzetting niet bepaald. Bij White Hill aan de Corantijn is een profiel aangesneden door de rivier (figuur 37). De dikte van de afzetting boven de laagwaterspiegel bedraagt hier ruim 20 m. Inschakelingen van grindlagen komen in dit profiel voor, doch bleken niet goudhoudend. De zanden hebben een kriskrasgelaagdheid.

Een tweede profiel in de Zanderij-Formatie is aangesneden door de Kabaleborivier, ter hoogte van de Barotiga Landing.

Vanaf de in de rivier ontsloten verweerde bedrock had het profiel een dikte van ongeveer 9 m.

Het profiel geeft het volgende beeld:

0,0— 1,0 m	geelbruine, zandige klei.
1,0— 4,0 m	rode, kleihoudende fijnkorrelige zanden.
4,0— 5,0 m	bruin, kleihoudend fijn zand, plaatselijk door ijzerverbindingen verkit.
5,0— 7,5 m	rood, grof zand.
7,5— 8,0 m	witte kaolienachtige klei.
8,0— 9,0 m	grof wit zand.
9,0—11,0 m	wit tot donkergroengrijs kaolienachtig verweerd gesteente, plaatselijk met limonietbanden en relieten van oorspronkelijke schistositeit. Aard van oorspronkelijk gesteente niet te bepalen.

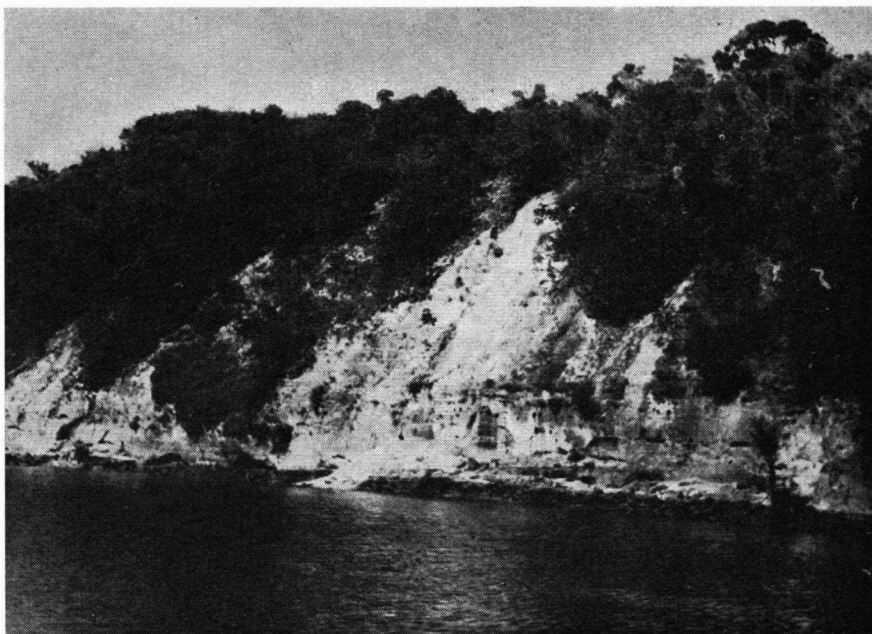


Fig. 37.

Profiel door de Zanderij-Formatie bij White Hill (Engelse oever van de Corantijnrivier).
Section through Zanderij-Formation at White Hill (Corantine river, British bank).

Nog verder naar het zuiden, ter hoogte van Stonekreek gaat de Zanderij-Formatie over in de colluviale en residuaire verweringszanden van de Rosebel-serie.

Het profiel van Barotiga-Landing werd bemonsterd en verwassen. Geen van de monsters bleek goudhoudend.

3. Dolerietgangen en -sills

Dolerietgangen, zoals ook elders in Suriname veelvuldig worden aangetroffen, bepalen in grote lijnen de loop van de Kabalebo beneden de Avanaverovallen. Zowel grof-, als fijn-kristallijne gangen komen voor. De

grovere gangen hebben soms een fijnkorrelige randzone (chilled margin).

De Avanaveroheuvel blijkt te bestaan uit een middel- tot grofkristallijn, gabbroachtig gesteente.

Onder deze gabbro in een zadel van de heuvel komen gesteenten van de Orapu-Formatie voor, die contactmetamorph beïnvloed bleken.

De normale muscovietzandsteen was een glimmerschist geworden, terwijl ook hoornrotsachtig gesteente voorkomt. De gabbro moet dus zeker tot de groep van de dolerietgangen gerekend worden.

Het gesteente moet worden opgevat als een naar het zuiden wegduikende plaatvormige intrusie (sill).

Waar het gesteente aan de oppervlakte komt, is het laterietisch verweerd tot een ferrietkap.

4. Basaal-Complex

a. *Orapu-Formatie*

Op verschillende plaatsen komt de Orapu-Formatie ontsloten voor. Bekend waren reeds de vindplaatsen langs de Corantijn-rivier (D'AUDRENSCH 1950). De gesteenten, die hier ontsloten zijn, blijken muscoviethoudende zandstenen tot kwartsieten. Plaatselijk zijn de gesteenten conglomeratisch, waarbij verspreide kwartsrolsteenbandjes in het gesteente voorkomen. De rolstenen hebben een grootte tot 7 à 8 cm. Helling en strekking van de gesteenten kunnen met behulp van deze rolsteenbandjes goed bepaald worden. In een van de ontsluitingen aan de Corantijn bedraagt deze N 55 E/52 SE. Over grote afstanden kunnen de conglomeratische bandjes in de gesteenten ontbreken, terwijl elders werkelijke conglomeraatbanken ontwikkeld zijn. In de Kabaleborivier komen deze gesteenten eveneens ontsloten voor aan beide oevers vanaf Stonekreek tot de Avanaverovalle. Conglomeratische gesteenten wisselen hier af met niet-conglomeratische zandstenen en kwartsieten. De gesteenten zijn steeds epimetamorphe muscoviet-kwartsieten en -zandstenen. In de Stonekreek vormen de gesteenten een vrij hoge val in de kreek. De helling/strekking bedraagt hier N 75 W/35 SW (figuur 38).

Onder de gabbrosill van de Avanaveroheuvel komt het gesteente contactmetamorph veranderd voor. Het is hier ontwikkeld als glimmerschist.

Ten oosten van de Stonekreek—Zuidlijn heeft het conglomeraat zijn maximale ontwikkeling (figuur 39). Hierin komen rolstenen met afmetingen tot $25 \times 15 \times 10$ cm voor. In het conglomeraat komen verweerde schisteuse banden voor. Het conglomeraat is verkit door pelietisch of psammietisch materiaal. Waar het ontsloten is, is het cement verweerd en is het gesteente gemakkelijk te vergruizen tot de grootte van de kwartsrolsteencomponenten.

In de kreek is het conglomeraat tot grindbanken uit elkaar gevallen. Monsters van het grind werden met de batea gewassen. Het grind blijkt in geringe mate, doch regelmatig goudhoudend. De fijne korreltjes goud (kleiner dan 0,5 mm) hebben sterk afgeronde vormen, hetgeen er op wijst, dat zij een langdurig transport hebben ondergaan.

De alluviale afzettingen stroomafwaarts in de kreek, beneden het conglomeraat, bleken over enige tientallen meters in geringe mate goudhoudend. Boven het conglomeraat in de alluviale afzettingen genomen monsters bleken niet goudhoudend. Het conglomeraat in situ werd vergruisd en gewassen. Goud kon niet worden aangetoond.



Fig. 38.

Vlak hellende conglomeratise kwartsieten van de Orapu-Formatie bij Stone-creek.
Slightly dipping conglomeratic quartzites of the Orapu-Formation at Stonecreek.



Fig. 39.

Conglomeraat van de Orapu-Formatie bij Stonecreek.
Conglomerate of the Orapu-Formation at Stonecreek.

De sterke afronding van de goudkorrels wijst op transport over grote afstanden, terwijl de vindplaats gebonden blijkt aan de conglomeraatbank. Het leek waarschijnlijk, dat het conglomeraat in geringe mate goudhoudend is. Dit werd later door essaais bewezen (Deel II, Hoofdstuk III).

Het goud zou hierin dan als klastisch reliet kunnen voorkomen. In het conglomeraat komen een aantal dunne kwartsadertjes voor. Enkele adertjes hiervan zijn toermalijnhoudend. De kwartsadertjes zijn waarschijnlijk syntektonisch, gezien de wijze waarop ze voorkomen in schuif-, rek- en drukspleten. De schuifspleten zijn hierbij iets ouder dan de druk- en rekspleten. De volgende richtingen werden waargenomen:

1. Tot maximaal 10 cm dikke, gemiddeld 1—3 cm dikke kwartsaders, die om de kwartsrolstenen van het conglomeraat heenlopen (rekspleten)
N/67 W.
2. Tot maximaal 1 cm dikke kwartsadertjes, die door de rolstenen van het conglomeraat heenbreken (drukspleten)
S 85 W/85 S.
3. Tot maximaal 1 cm dikke kwartsadertjes, die door de rolstenen van het conglomeraat heenbreken en verschoven zijn t. o. v. 1 en 2 (schuifspleten)
S 45 W/50 NW.
S 50 E/50 SW.

Kwartsaders zijn in de gesteenten van de Orapu-Formatie zeer schaars.

b. *De Balling-Formatie*

Gesteenten van deze formatie zijn ontsloten in de Kabalebo, waarschijnlijk bij Barotiga Landing en verder langs de E—W-lijn van Barotiga Landing naar Matappi-Gold-Landing. De heuvels die hier uit het Zanderij-deklandschap opsteken, hebben een ferrietische bedekking, terwijl meer naar het Oosten de kreekdalen de weinig of niet verweerde bedrock aansnijden. Hier komen basische, al dan niet porfierische gesteenten voor, terwijl betrekkelijk zeldzame kwartsblokken op de aanwezigheid van kwartsgangetjes wijzen. Aan de Matappi komen boven de Gold Landing (ca 2 km) enkele stukken van een donkergrijs, dicht kwartsietisch gesteente voor, hetgeen er op wijst, dat ook oorspronkelijk sedimentaire gesteenten hier de Balling-Formatie mee opbouwen. De heuvels, die aan de westelijke oever van de Matappi-kreek liggen, blijken plaatselijk geferritiseerde Balling-Formatie aan hun top te hebben. Sommige van de heuvels zijn echter bedekt door zanden, die in korrelgrootte en kleur volkomen gelijk zijn aan de zanden van de Zanderij-Formatie. Bij deze zandige bedekking van de heuveltoppen komt een morfologisch afwijkend verschijnsel voor. Het zijn geen vlakliggende zanden, doch reeksen met elkaar verbonden kuilen. In Suriname staan deze kuilen bekend onder de naam „djongopitten”. Deze kuilen zijn meestal langwerpig, onregelmatig van vorm met een lengte van 1—2 m, een breedte van 0,6—1,50 m en diepten tot 0,2—0,3 m. Soms valt er enig systeem in de meest voorkomende richtingen van zo'n djongopitten-landschap te ontdekken. In het gekapte tracé bleken de lengterichtingen van de kuilen in de richtingen N 40—45 E en S 30—55 E.

De djongopitten zijn kenmerkend voor de heuvels langs de Matappi op deze hoogte. Naar het oosten schijnen zij zich over grote afstanden voort te zetten (tot Paris Jacobkreek, een zijkreek van de Nickerierivier).

De kuilen komen voor, waar een dunne zandlaag laterietisch-verwerend gesteente bedekt. De aanwezigheid van deze zanden op een vermoedelijk hoger niveau dan de zanden van het Zanderij-deklandschap zou kunnen wijzen op een post-Zanderij-breuktectoniek. Hoogtemetingen werden hier echter niet gedaan, zodat conclusies dienaangaande en op grond hiervan voorbarig zijn.



Fig. 40.

Conglomeratiese kwartsieten van de Orapu-Formatie in de Corantijn rivier boven Sika-eiland.

Conglomeratic quartzites of the Orapu-Formation in the Corantineriver, above Sika-island.

Waar de gesteenten van de Balling-Formatie op de heuvels en langs de heuvelhellingen dagzomen, zijn ze ferrietisch verweerd. Van de grading, bestaande uit ferriethokken, ijzerboontjes en kleine kwartsblokjes werden monsters genomen en verwassen. Goud werd hierin slechts op één plaats aangetroffen. Het betreft hier de grading van de heuvel bij Matappi Gold Landing (Concessie Beck). Het goud komt hier voor als zeer verspreide, grove korrels. Het goudgehalte van de grading is bijzonder laag, zodat vele batea's gewassen werden, voor goud kon worden aangetoond. Kwarts komt in de grading verspreid voor als blokken tot ca 10 cm.

c. *Graniet no. 2*

In het onderzochte gebied komen op een drietal plaatsen granietische gesteenten voor.

In de Corantijn aan de rechteroever, ca 1 km boven de Matappimonding is een ontsluiting van biotietgraniet.

Het gesteente is bedekt door jonge alluvia van de Marowijne en een verband met nevengesteente van het basaal-complex blijkt hier niet.

In de Corantijn boven Sika-eiland komen een aantal gesteentebanken in de rivier boven water, die uit biotietgraniet blijken te bestaan. Even benedenstrooms van deze gesteenten is het gesteente van de Orapu-Formatie ontsloten in een zone van sterk doorbewogen kwartsietische gesteenten, die op verschillende plaatsen aan de linkeroever rolstenen blijken te bevatten (fig. 40). Microscopisch onderzoek van de gesteenten toonde nieuwvorming van toermalijn en chloriet in enkele van deze gesteenten.

De derde vindplaats van graniet bevindt zich in de Stonekreek. Over de eerste 500 m zijn in deze kreek de conglomeratistische muscovietkwartsieten van de Orapu-Formatie ontsloten. Stroomopwaarts ligt een slecht ontsloten gedeelte, waar hier en daar gesteenten van de Orapu-Formatie voorkomen. Vervolgens vinden we granietgneis en porfierkorrelige granieten, die overgaan in ongeregelde biotietgraniet. De kreek stroomt hier plaatselijk tussen, tot 10 m hoge, granietwanden met de typische granietische verweringsvorm van de grote granietcopula's in het zuidelijk deel van Suriname (Magneetrots, Kassi Kassima e. a.).

Aan weerszijden van de kreek liggen kleine granietplateau's met een schaarse begroeiing.

Bij geen van de granieten werden apliet-, pegmatiet- of kwartsgangen waargenomen. Migmatieten komen evenmin bij deze granieten voor. Of de graniet behoort tot de graniet 1 of 2 kon in het veld niet met zekerheid worden bepaald. Microscopisch onderzoek maakt het waarschijnlijk, dat de graniet jonger is dan de Orapugesteenten en hier intrusief in voorkomt. Het is dus waarschijnlijk graniet no. 2 (post Orapu).

CONCLUSIES UIT HET VELDONDERZOEK DEEL I

1. Zowel de primaire als de secundaire goudafzettingen in Suriname liggen voornamelijk in het midden en zuidoosten van het land. Concentraties van goudconcessies liggen in drie groepen, die tezamen twee goudzones vormen.

- I. Een oost—west verlopende goudzone is waarschijnlijk de jongste. Deze strekt zich uit van de Marowijnerivier, ten noorden van het Nassau-gebergte met enkele onderbrekingen tot aan de Saramaccarivier.

- II. Een noordwest—zuidoost-zone waarin twee groepen van grotere concentraties van concessies liggen, respectievelijk aan de Boven-Sarakreek en -Grankreek en in het Boven-Lawa gebied.

De grotere concentratie van de concessies bevindt zich steeds in de gesteenten van de Balling- of Orapu-Formatie.

De concessies van de Boven-Sarakreek en Boven-Grankreek, zowel als die in het Boven-Lawagebied liggen voornamelijk in gesteenten van de Balling-Formatie, als enclaven in een gebied, dat voornamelijk bestaat uit kwartsdiorietische gesteenten.

Het Mindrinetti-goudgebied in de oost—west-zone ligt in de gesteenten van de Orapu-Formatie, waarin plaatselijk intrusieve granieten bekend zijn.

2. Tussen het voorkomen van goud en granietische gesteenten bestaat een genetisch verband. De *primaire* goudafzettingen liggen in de peripherie van de contacten tussen granietische gesteenten en gesteenten van de Balling- of Orapu-Formatie, in de geïntrudeerde gesteenten. Ze zijn gebonden aan kwartsaders, die al dan niet in een zone van contact-metasomatisch omgezet gesteente liggen.

De goudhoudende afzettingen liggen soms in de directe contactzone van de granieten (Nassau-gebergte), soms op enige afstand van daggomende granietische gesteenten, doch nooit meer dan ca 2000 m.

De goudvindplaatsen van het heuvelgebied bij De Jong Noord en Guyana Goud Placer vormen hierop een uitzondering, doch hier zijn contact-metasomatische verschijnselen, die aan een granietische intrusie worden toegeschreven, zo evident, dat aangenomen wordt, dat ook deze afzettingen niet verder dan 2000 m van een graniet, die onder de savannengordel voorkomt, zullen liggen.

3. Zowel de graniet no. 2 (jonger dan de Orapu-Formatie), als de kwartsdiorieten no. 1 (jonger dan de Balling-, ouder dan de Orapu-Formatie), hebben een goudmineralisatie veroorzaakt.

De goudafzettingen van de oost—west-zone zijn voornamelijk gebonden

aan de graniet no. 2, de afzettingen van de zuidoost—noordwest-zone aan de kwartsdiorieten no. 1.

4. Niet alle Surinaamse granieten hebben aanleiding gegeven tot een goudmineralisatie. De granieten die dit wel gedaan hebben zijn steeds intrusieve granieten, gekenmerkt door contactbeïnvloeding van het nevengeesteente (Mindrinetti-goudgebied) of schollencontacten (Nassau-gebergte).
De granieten waarvan de contacten ontwikkeld zijn als brede migmatiet-zones, terwijl de granieten zelf zeer inhomogeen van samenstelling zijn (zuidelijk en zuidwestelijk deel van Suriname) hebben geen goudmineralisatie in de contactzones.
5. De *placer*-afzettingen van Suriname zijn ontstaan uit de mechanische afbraakproducten van de primaire goudafzettingen (goudhoudende kwartsgangen) en ten dele tengevolge van de chemische verwerking van goudhoudende pyriet, die in de goudhoudende kwartsaders en in de contactmetasomatisch beïnvloede gesteenten langs deze kwartsaders voorkomt. Het goud is niet ver van de primaire afzettingen getransporteerd, zoals uit de verspreiding van de *placer*-afzettingen en de primaire goudafzettingen blijkt.
6. De rol die supergene oplossing en precipitatie van goud bij de vorming van de *placer*afzettingen heeft gespeeld, mag verwaarloosbaar klein worden geacht, gezien de hypogene ontstaanswijze van de pepieten die in deze *placer*afzettingen voorkomen (GRUTTERINK 1940), de toenemende mate van afronding, naarmate het goud verder van zijn oorspronkelijke ligplaats verwijderd is en de geringe afstanden, waarover het goud in enkele gevallen is verplaatst bij de verwerking van de goudhoudende pyriet, waarvan in vele gevallen de gelimonitiseerde pyrietkuben zelf nog goudhoudend zijn.
6. De dolerietgangen mogen niet in genetisch verband worden gebracht met de goudmineralisatie. Wasmonsters, genomen van de afbraakproducten van deze dolerietgangen in niet goudhoudende gebieden toonden geen spoor van goud (Hoofdstuk I en II).
De dolerietgangen zijn jonger dan de goudkwartsafzettingen, zodat ook een topochemisch verband niet kan bestaan.
Het voorkomen van goudhoudende doleriet kan alleen verwacht worden, waar dolerietgangen door de goudhoudende zones heenbreken.
7. Het verband tussen het voorkomen van goud en oudere basische eruptiefgesteenten bestaat slechts dan, wanneer goudbrengende granietische gesteenten de basische eruptiefgesteenten intruderen. Het primaire goud komt dan voor, gebonden aan kwartsaders en goudhoudende pyrieten in de contactzone in de basische eruptiefgesteenten.
Het verband blijkt dus uitsluitend topochemisch.

DEEL II

INLEIDING

In dit deel zijn de resultaten van het laboratoriumonderzoek van een deel van het verzamelde materiaal samengevat. Behandeld zijn de voornaamste groepen gesteenten, waarvan een genetisch verband met het optreden van goud, bij het veldonderzoek in Suriname is gebleken. Het zijn in de eerste plaats de granietische en kwartsdiorietische magma's, die in de onderzochte gevallen steeds het goud bleken te hebben aangevoerd. De granieten en kwartsdiorieten, die hierbij gevormd werden, zijn behandeld. Hierbij zijn ook enkele granieten, die, hoewel een direct verband met de goudmineralisatie niet bij het eigen onderzoek werd geconstateerd, door hun ligging belangrijk mogen worden geacht in dit verband (granieten bij Jorkakreek in de Marowijn-rivier en granieten van het Kabalebogebied). De granieten uit het graniet-migmatietcomplex zijn niet behandeld. Voor een beschrijving van deze granieten zij verwezen naar R. IJZERMAN (1931) en V. C. DE MUNCK (1953). De granieten zijn besproken in Hoofdstuk I van dit deel.

Een tweede groep van gesteenten, die van belang wordt geacht in verband met het voorkomen van goud, zijn de gesteenten van het Mindrinetti-goudgebied, die in de contactzones van de goudhoudende kwartsaders voorkomen en de verweringsproducten hiervan (kaolien-sericiet-kwartskleien), tezamen met de gesteenten uit de savannengordel van dit gebied (Grosgroep) met eveneens sericiet- en kaolienhoudende kleiige- en zandige verweringsproducten.

Van de contactzones van granieten en kwartsdiorieten uit de andere bezochte goudgebieden kon te weinig materiaal verzameld worden om hierover een oordeel te vormen. Ze worden hier niet behandeld.

Tenslotte zijn behandeld de goudhoudende en genetisch verwante kwartsgangen en de hierin voorkomende ertsen.

In verband met het onderzoek van de vloeibare- en gasvormige insluitels in de kwarts van de gangen bracht ik een bezoek aan het „Laboratoire de Géologie Appliqué de la Sorbonne” te Parijs, waar onder de persoonlijke leiding van de heer Dr G. A. DEICHA een veertigtal kwartsmonsters van Surinaamse, al dan niet goudhoudende, kwartsgangen zijn onderzocht.

Zeer veel dank ben ik verschuldigd aan Dr DEICHA, voor de uiterst welwillende wijze, waarop hij mij gedurende mijn verblijf in Parijs inwijdde in de verschillende onderzoeksmethoden van deze vloeibare- en gasvormige insluitels in mineralen; onderzoeksmethoden, die in de moderne petrografie helaas veel te weinig worden toegepast.

Ook de heer Dr G. J. VAN KOLMESCHATE ben ik dank verschuldigd in verband met het belangeloos uitvoeren van een drietal semiquantitatieve spectrografische analyses van mineralen, op het Analytisch-Instituut voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek (T.N.O.) te Delft.

De overige toegepaste onderzoekingsmethoden werden uitgevoerd op de Mineralogisch-Petrologische afdeling van het Geologisch-Mineralogisch Instituut der Rijksuniversiteit te Leiden, zijnde:

1. Chemisch onderzoek van een aantal gesteentemonsters door Mevrouw Dr C. M. DE SITTER—KOOMANS en Mejuffrouw B. HAGEMAN.
2. Röntgenografisch onderzoek ¹⁾.
3. Differentiële Thermische Analyse (D. T. A.) ²⁾.

¹⁾ De röntgen-poederdiagrammen werden door de heer A. VERHOORN vervaardigd.

²⁾ De D. T. A.-opnamen werden door de heer E. H. HEMMEN vervaardigd.

HOOFDSTUK I

DE GRANIETEN

INLEIDING

Het grootste oppervlak van het basaal-complex in Suriname bestaat uit granietische gesteenten. Zoals uit het veldonderzoek (Deel I) blijkt, bestaat er een genetisch verband tussen bepaalde granieten en het voorkomen van goud.

Als verklaring voor het feit, dat dit verband niet met alle granieten bestaat, dacht GRUTTERINK (DE HAAN 1950) aan oorzaken, die gelegen zijn in de geïntrudeerde nevengesteenten en niet in de granieten zelf. „Niet over het gehele oppervlak van de graniet ontweken de goudbevattende vluchtige bestanddelen van het magma, maar alleen daar, waar de omstandigheden gunstig waren, bijv. doordat de schisten gekraakt waren. Het zijn de plaatsen waar thans de placers liggen.”

Hoewel de tectoniek een belangrijke rol gespeeld zal hebben bij de bepaling, waar in de geïntrudeerde nevengesteenten de primaire goudafzettingen ontstonden, lijkt het niet waarschijnlijk, dat de verspreiding van de placers over zo'n beperkt areaal van Suriname hieruit verklaard mag worden (figuur 4). In het gehele zuidelijk en zuidwestelijk deel van Suriname ontbreken de vindplaatsen van goud vrijwel, terwijl bij het onderzoek gedurende de Medisch-Wetenschappelijke Expeditie in dit zuidelijk deel toch inschakelingen van gesteenten van de Balling- en Orapu-Formatie werden gevonden met een vrij belangrijke uitbreiding, zodat de oppervlakte van deze grote granietische complexen niet zeer ver boven het huidige niveau gelegen kan hebben. Noch in de enclaven van de met Balling- en Orapu-Formatie vergelijkbare gesteenten, noch in het granietgebied zelf werd echter alluviaal goud of primair goud aangetroffen. Het lijkt zeer onwaarschijnlijk, dat over deze grote gebieden nergens de gunstige omstandigheden aanwezig waren, die aanleiding geven tot een goudmineralisatie in de nevengesteenten. Een consequentie, verbonden aan de hypothese van gunstige tectonische voorwaarden voor het ontwijken van de goudhoudende lichtvluchtige bestanddelen en de vorming van primaire goudafzettingen in het geïntrudeerde nevengesteente is, dat waar deze gunstige voorwaarden niet vervuld zijn, de goudhoudende vluchtige bestanddelen niet hebben kunnen ontwijken en dus tot de granieten zelf beperkt bleven. In dit geval zou het goud in de granietgebieden zelf moeten voorkomen, hetzij als accessorisch bestanddeel van de graniet, hetzij in aplietische, pegmatietische of kwartsgangen. De afbraakproducten van de graniet zouden in dit geval goudhoudend moeten zijn.

Het geval, dat goud accessorisch in een graniet voorkomt is beschreven door Ir TER MEULEN (Intern verslag G. M. D.) (zie ook blz. 217). Goud als accessorisch bestanddeel van graniet is echter een uitzonderingsgeval. Bij het uitgebreide onderzoek van de granietische gesteenten door IJZERMAN (1931)

blijkt nergens de aanwezigheid van goud als accessorisch bestanddeel van de granieten. Ook het feit, dat de afbraakproducten van deze granieten geen spoor van goud tonen, wijst op het ontbreken hiervan. Goudhoudende ganggesteenten in Surinaamse granieten zijn evenmin bekend. Dit wijst er op, dat het voorkomen van primaire goudafzettingen in de peripherie van contacten tussen granietische gesteenten en gesteenten van de Balling- en Orapu-Formatie, en gelegen in laatstgenoemde gesteenten, niet in de eerste plaats afhankelijk mag worden gesteld van aan- of afwezigheid van gunstige tectonische structuren. De oorzaken van het al dan niet aanwezig zijn van een goudmineralisatie zullen in de eerste plaats gezocht moeten worden in de granieten zelf. De primaire goudafzettingen in verband met bepaalde goudbrengende granieten zullen uiteraard daar gevormd zijn, waar de minst ongunstige tectonische structuren voorkomen.

De aanwezigheid van een goudmineralisatie wordt over het algemeen genetisch in verband gebracht met een vrij groot aantal stollingsgesteenten. De belangrijkste goudafzettingen staan in verband met granieten, granodiorieten en kwartsdiorieten. Daarnaast worden ook, in mindere mate of zelden, monzoniet, dioriet en nepheliet syeniet in verband met goudmineralisatie gebracht (BATEMAN, 1949).

In Suriname blijkt de mineralisatie gebonden aan kwartsdiorieten en granieten. Dit zijn echter ook de gesteenten, die in het zuidelijk en zuidwestelijk deel van Suriname overheersen, zodat alleen op grond hiervan geen conclusies getrokken kunnen worden. Bij het veldonderzoek bleek echter een belangrijk verschil te bestaan tussen de wijze van voorkomen van de granietische gesteenten in het zuidelijk en zuidwestelijk deel en de granieten van de goudzones.

De eerste kenmerken zich door de brede migmatietzones, inschakelingen van basische slieren en een grote inhomogeniteit over kleine afstanden.

De granietische gesteenten van de goudzones kenmerken zich daarentegen door een veel grotere homogeniteit en het ontbreken van migmatietzones of basische slieren. In de gebieden waar de belangrijkste goudafzettingen liggen (Boven-Lawa en Mëndrinetti-goudgebied) beslaan deze granietische gesteenten slechts een klein, van de grote granietmassieven gescheiden, areaal.

Daarnaast komen een aantal goudafzettingen voor, meestal slechts met een beperkte verspreiding, in de peripherie van de contacten tussen grotere granietcomplexen en gesteenten van de Balling- of Orapu-Formatie (Nassau-gebergte, Concessie Ettenberg en Headley-Reef bij Km 124,3 L. S.).

Het geïntroduceerde nevengeesteente in het Mindrinetti-goudgebied is sterk contactmetasomatisch veranderd. Ook in het gebied van de Boven-Lawa schijnt contactbeïnvloeding van het nevengeesteente te hebben plaatsgevonden (DE HAAN, 1952).

Het contact op het Nassaugebergte is ontwikkeld als een schollenzones, terwijl dit ook plaatselijk het geval schijnt te zijn bij het contact van de Kabeltonaliet (BLEYS 1950). Het contact van de graniet in de Beneden-Marowijne wordt begeleid door pegmatietische kwartsgangen.

Al deze verschijnselen wijzen erop, dat de granieten ontstonden uit een intrusief magma, terwijl de verschijnselen in het zuidelijk en zuidwestelijk deel van Suriname er op wijzen, dat hier belangrijke opsmelting van gesteenten van de Balling- en Orapu-Formatie heeft plaatsgevonden.

Zonder op de theorieën van de granietgenese in te gaan kunnen deze waarnemingen er toe dienen, een voorlopige indeling te geven in de granie-

tische gesteenten met, en die zonder goudmineralisatie in de contactzone met het nevengeesteente.

- a. Intrusieve granieten, die als magma intrudeerden gaan soms gepaard met een goudmineralisatie in het geïntrudeerde nevengeesteente.
- b. Migmatische granieten, die gekenmerkt zijn door brede migmatietzones en die een zeer inhomogene samenstelling hebben, gaan niet gepaard met een goudmineralisatie in het nevengeesteente.

De hier behandelde granieten behoren alle tot het type a. Ze worden opgevat als intrusieve granieten. Migmatische verschijnselen zijn bij deze granieten niet belangrijk of ontbreken geheel.

De granieten uit het graniet-migmatietcomplex langs de Tapanahoni, Paloemeu en in het zuidelijk grensgebied zijn uitvoerig beschreven door IJZERMAN (1931), terwijl DE MUNCK (1953) recente waarnemingen van deze gesteenten publiceerde.

Granieten en kwartsdiorieten van de volgende gebieden zijn hier nader onderzocht:

- I. Granieten.
 1. Beneden-Marowijne bij Jorkakreek.
 2. Granietgebied bij Km 109 L. S.
 3. Granieten uit het Corantijn- en Kabalebogegebied.
- II. Kwartsdiorieten en -porfierieten.
 1. Concessie Doorson op de zuidhelling van het Nassau-gebergte.
 2. Concessie Ettenberg aan de Lawa bij Stoelmanseiland.
 3. Kabeltonaliet ter hoogte van Brownsberg.
 4. Concessieterrein van de Sarakreek-Goudvelden N.V. aan de Boven-Lawa.

A. MICROSCOPISCH ONDERZOEK

1. De granieten

De granieten van de drie onderzochte gebieden hebben, naast enkele verschillen, grote overeenkomst in mineralogische samenstelling en structuur. De hoofdbestanddelen van de granieten zijn kwarts, plagioclaas, microclien en glimmer. In alle gebieden komt naast biotiet, muscoviet in meerdere of mindere mate voor, zodat de groepen gekenmerkt zijn als twee-glimmergranieten. Accessorisch bevatten de granieten erts, zircon, apatiet en titaniet. In de graniet van Km 109 L. S. bovendien granaat en heel weinig toermalijn. De accessoire bestanddelen zijn over het algemeen schaars in de granieten.

Sericiet en kaoliniet komt in alle gesteenten voor als omzettingsproduct van de plagioclaas. Daarnaast komt in vele gevallen zoisiet, epidoot en chloriet voor als secundair mineraal. Epidoot met pleochroïtische hoven en een orthietkern komt in de granieten van de Kabalebo, waarschijnlijk primair, voor.

Structureel zijn alle gesteenten holokristallijn, overwegend middel- tot grofkorrelig. Porfiroïde en gelijkkorrelige granieten komen naast elkaar voor.

De mineralen van de granieten zijn xenomorph en synantheetische structuren komen meestal voor. Myrmekietvorming op de grens tussen plagioclaas en microclien is een algemeen verschijnsel. In de granieten van Km 109 L. S. hebben muscoviet en biotiet glomeroporfierische structuur. De meeste gesteenten

ten hebben een richtingloze textuur. Slechts in enkele gevallen komen parallel- of slierige texturen voor.

De secundaire omzettingen in de gesteenten zijn van groep tot groep niet even sterk. In de granieten van de Beneden-Marowijne bij Jorkakreek komt sericiet en kaoliniet in geringe hoeveelheden voor in de plagioclasen.

In de granieten uit het gebied langs de spoorbaan zijn de secundaire omzettingen veel belangrijker. De plagioclaas is hier vaak volledig omgezet in sericiet, zoisiet-epidoot en albiet, terwijl de biotiet gechloritiseerd is (pennien).

De gesteenten van Stonekreek zijn afkomstig uit een contactzone met epimetamorphe muscovietkwartsieten. Naast secundaire omzettingsverschijnselen in de plagioclaas en biotiet, komt epidoot met pleochroïtische hoven en een orthietkern, waarschijnlijk als primair mineraal in deze gesteenten voor.

De verhouding van de hoofdbestanddelen van de gesteenten is niet constant.

Van de veldspaten komt microclien meestal in grotere hoeveelheden voor dan plagioclaas. In enkele gevallen zijn de hoeveelheden microclien en plagioclaas vrijwel gelijk. Kwarts vormt steeds een belangrijk bestanddeel van de granieten, doch altijd minder dan de som van de veldspaten. De gesteenten zijn dus granieten. De glimmers komen in sterk wisselende verhoudingen ten opzichte van elkaar voor. In sommige gevallen ontbreekt de muscoviet. De som van de glimmers is steeds minder dan 20 % van de gesteenten; in de graniet van de spoorbaan bij Km 109 minder dan 10 %.

Kwarts is altijd in meerdere of mindere mate unduleus of heeft een kataklastische structuur. Kwarts komt voor in onregelmatig begrensde velden tussen de andere mineralen en vergroeid met of ingesloten in de veldspaten. Dit laatste verschijnsel komt vooral voor bij de graniet van de Beneden-Marowijne, in mindere mate in de graniet van Km 109 L. S. en zeldzamer in de granieten van de Corantijn en Kabalebo.

In de kwarts komen snoeren van vloeibare- en gasvormige secundaire insluitels voor. Ze hebben een hydrothermaal karakter (zie Hoofdstuk III), en zijn bij lage temperatuur gevormd ($< 200^{\circ}\text{C}$). Daarnaast komen in de kwarts vloeibare en gasvormige insluitels van een oudere generatie voor. Of dit primaire insluitels zijn, kon niet worden nagegaan.

Plagioclaas komt in alle gesteenten xenomorph voor tussen de overige mineralen. Het anorthietgehalte van de oorspronkelijke plagioclaas in de verschillende granieten is moeilijk te bepalen in verband met de secundaire omzettingen. In de gesteenten van Jorkakreek, waar de secundaire omzettingen gering zijn, heeft de plagioclaas een oligoclaas-andesien samenstelling. De plagioclaas in de gesteenten van Km 109 en uit het Kabalebo- en Corantijngebied, is sterk secundair omgezet en heeft een albiet-oligoclaas samenstelling.

In de plagioclaas komen insluitels voor van andere mineralen. Naast druppelvormige insluitels of insluitels met afgeronde begrenzing komen ook onregelmatig begrensde insluitels voor. Insluitels van het eerste type bestaan over het algemeen uit kwarts. In enkele gevallen heeft de ingesloten kwarts zelf weer een insluitel van albiet (figuur 41).

De aanwezigheid van deze gecompliceerde insluitels wijst in de richting van ontmenging (eutecticum). Dat het verschijnsel veroorzaakt zou worden door synantheetische vergroeiing (drie-dimensionaal gezien) of groei van plagioclaas t. o. v. eerder aanwezige kwarts, die op zijn beurt weer albiet ingesloten hield, lijkt onwaarschijnlijk door het herhaaldelijk optreden van het ver-

schijnsel. Synanthetische structuur komt daarnaast echter wel voor in deze gesteenten. Vergroeiing van microclien en plagioclaas komt eveneens voor. Op de grensvlakken heeft zich myrmekietstructuur ontwikkeld. Uit de wijze van vergroeiing blijkt, dat de microclien zich ten koste van de plagioclaas heeft ontwikkeld en dus jonger is. Antiperthietstructuur komt eveneens voor in de plagioclaas.

Deze verschijnselen zijn het best ontwikkeld in de granieten bij Jorkakreek in de Beneden-Marowijne.

Het verschijnsel van druppelvormige- of afgeronde kwartsinsluitels in de plagioclaas komt ook voor bij de graniet van Km 109 L. S. Bij de granie-

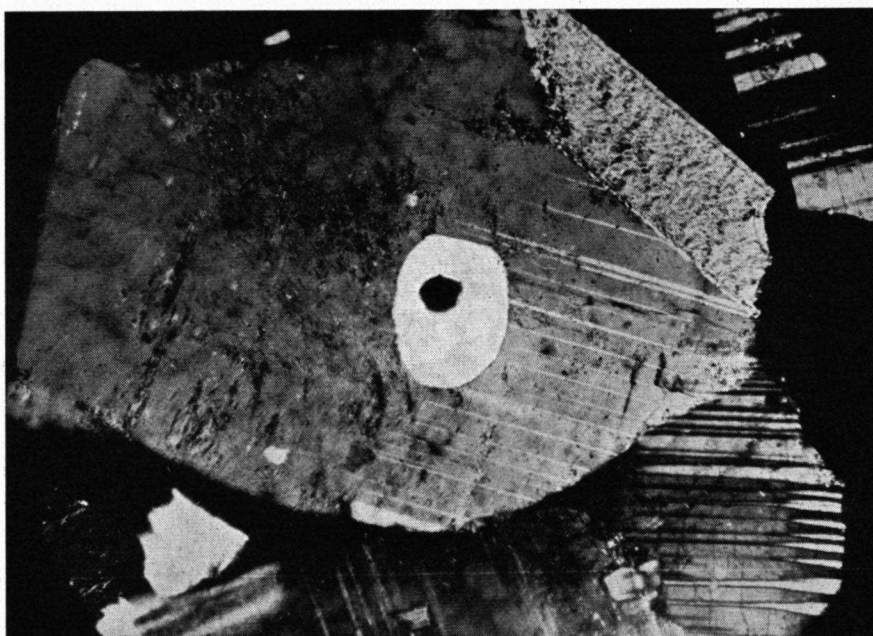


Fig. 41.

Samengesteld insluitel van albit en kwarts in oligoclaas. Graniet van Jorkakreek.
Complicated inclusion of albite in quartz in oligoclase. Granites from Jorka-creek,
Marowijne river.

ten van de Kabalebo en Corantijn is dit verschijnsel niet waargenomen. De andere beschreven structuren komen in alle onderzochte granieten in meerdere of mindere mate voor.

Als secundaire omzetting van de plagioclaas komen sericiet en kaoliniet in geringe hoeveelheden voor in de granieten van de Beneden-Marowijne.

Sericiet en zoisiet-epidoot komen voor in ruime hoeveelheden in de plagioclaas van de graniet bij Km 109 L. S. en de granieten van het Kabalebo- en Corantijngebied.

De sericitisatie en epidotisatie van de veldspaat gaat gepaard met een vermindering van het anorthietgehalte van de plagioclaas.

IJZERMAN (1931) heeft de sericitisatie van de Surinaamse granieten be-

schreven en denkt hierbij aan een gevolg van pneumatolitische-hydrothermale omzettingen in de graniet. Hij beschouwt het als een verschijnsel van autometamorphose.

Na-Kaliumveldspaat komt steeds voor als microclien. De microclien heeft nooit eigen kristalbegrenzing. Vaak is de microclien poikiloblastisch ten opzichte van de andere mineralen. Waar de microclien in contact is met plagioclaas, heeft zich in de meeste gevallen een reactierand met myrmekietstructuur ontwikkeld. Perthietvorming in de microclien is een algemeen verschijnsel. Secondaire omzetting van de microclien is zeldzaam. Wel heeft de microclien ten gevolge van zijn poikiloblastische structuur insluitsels van alle andere mineralen.

Biotiet komt in alle onderzochte granieten voor. Zowel groene als bruine biotiet komen voor en hebben insluitsels van zirkoon met pleochroïtische hoven, apatiet, titaniet en epidoot. In de graniet van de Stonekreek heeft de epidoot pleochroïtische hoven in de biotiet. De kern bestaat dan uit orthiet.

De biotiet van de graniet van Km 109 L. S. komt tezamen met muscoviet voor en heeft glomeroporfierische structuur.

De biotiet van de granieten van Jorkakreek vertoont geen secondaire omzettingen. De biotiet van de andere vindplaatsen is sterk secundair omgezet in chloriet (pennien).

Muscoviet komt in de meeste onderzochte granieten voor als primair bestanddeel. Vergroeiingen tussen biotiet en muscoviet treden vaak op. In de granieten van de Kabalebo is de muscoviet poikiloblastisch ten opzichte van epidoot.

Epidoot komt over het algemeen voor als secondaire omzetting van de plagioclaseen. In dat geval is de samenstelling voornamelijk die van zoisiet. Primaire epidoot komt voor in de granieten van Kabalebo en Corantijn. De epidoot heeft hier soms pleochroïtische hoven in biotiet en een kern van een vrijwel isotroop, geelbruin mineraal, dat afgaande op de beschrijvingen van IJZERMAN, waarschijnlijk een verweringsproduct van orthiet moet zijn (figuur 42). Van de accessorische mineralen moet alleen het voorkomen van granaat en toermalijn in de graniet van Km 109 apart vermeld worden. Beide mineralen komen zelden voor in deze graniet, toermalijn zelfs zeer zelden.

Samenvattend kan gezegd worden dat de granieten van de drie verschillende vindplaatsen alle muscoviet-biotiet-granieten zijn; de graniet van Km 109 is een aplietgraniet.

Mineralogisch kenmerken de granieten van de Corantijn en Kabalebo zich door het optreden van primaire epidoot met een omgezette orthietkern. Deze granieten zijn afkomstig uit een contactzone met de nevengesteenten van de Orapu-Formatie. Ingeschakeld in de graniet van Stonekreek (Kabalebo) komen gneisachtige partijen voor, die zich kenmerken door granietsamenstelling, doch structureel nog overeenkomst vertonen met de muscovietkwartsieten van de Orapu-Formatie.

Structureel hebben de granieten van Jorkakreek en uit het grensgebied bij Km 109 grote overeenkomsten door hun synanthetische structuur en de typische kwarts-insluitsels in de plagioclaas.

Opvallend is het verschil tussen de verschillende granieten in verband met secondaire omzettingen in de graniet zelf (autometamorphose) en de contactwerking van de granieten op het nevengesteente.

De graniet van Jorkakreek aan de Beneden-Marowijne vertoont vrijwel

geen sporen van autometamorphose. De graniet is intrusief in een zone van granaat-staurolietschisten, waarin een aantal berylhoudende muscoviet-toermalijn-kwartsaders voorkomen.

De graniet uit het gebied bij Km 109 L. S. heeft autometamorphose in de vorm van sericitisatie en epidoot-zoisietvorming in de plagioclaas en chloritisatie in de biotiet.

Deze graniet ligt intrusief in de gesteenten van Orapu-Formatie, in epimetamorphe chloriet- en chloritoïdhoudende sericiet-kwartsgesteenten (grauwacken, subgrauwacken etc.). Contactmetasomatische verschijnselen zijn in dit gebied zeer verspreid, terwijl talrijke, vaak goudhoudende kwartsaders in de

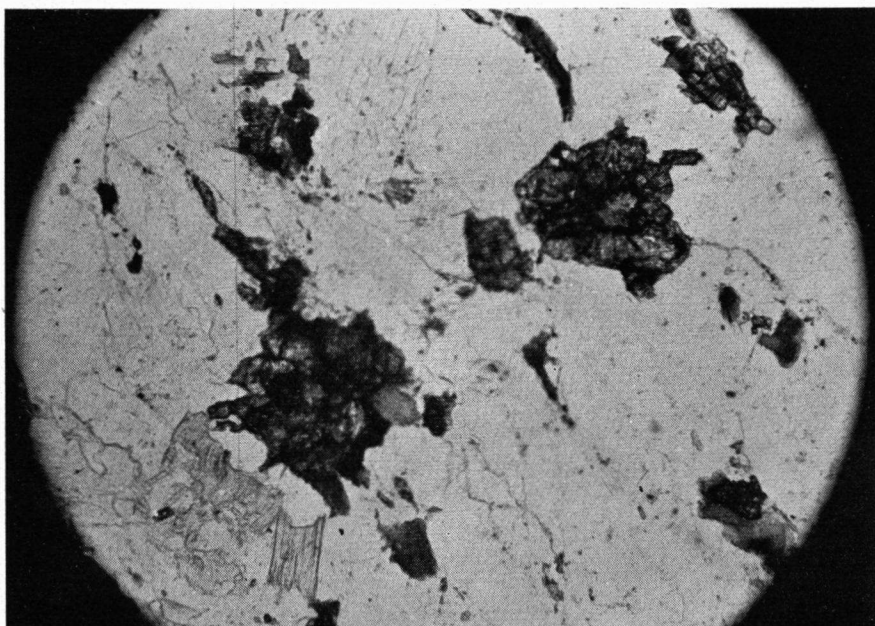


Fig. 42.

Primaire epidoot met kern van omgezette orthiet. Graniet van de Stonecreek, Kabaleborivier.

Primary epidote with nucleus of altered orthite. Granites from Stonecreek, Kabaleborivier.

geïntreundeerde nevangesteenten voorkomen. Pegmatietische kwartsgangen, zoals aan de Jorkakreek ontwikkeld zijn, ontbreken hier echter vrijwel.

De granieten uit het Kabalebo- en Corantjingebed vertonen sterke autometamorphe verschijnselen. De epidoot, die in deze granieten voorkomt, is niet ontstaan als een omzetting van de plagioclasen, doch heeft een primaire ontstaanswijze, welke in verband met de autometamorphe processen wordt gebracht. De contactverschijnselen van deze granieten op het nevangesteente van de Orapu-Formatie beperken zich hier tot een contactzone. Mineralogisch is de overgang tussen de muscovietkwartsieten en de graniet vrij scherp, hoewel in de graniet zelf nog wel structureel tot de sedimentaire schisten behorende gesteenten zijn te herkennen. In de muscovietkwartsieten langs de

contacten zijn vrijwel geen contactverschijnselen aanwijsbaar. Het voorkomen van toermalijn en chloriet als nieuwvorming in de muscovietkwartsieten uit de contactzone is een schaars voorkomend verschijnsel, dat op contactpneumatolyse kan wijzen. De grote aantallen vloeibare- en gasvormige insluitels, die als secundaire snoeren in de geïntrodeerde nevengeesteenten voorkomen, zijn alle van een hydrothermaal karakter en hebben vormingstemperaturen, die de 200° C. niet ver te boven gaan (figuur 43).

In de omgeving van de graniet noch in de graniet zelf komen kwartsaders in belangrijke hoeveelheden voor. Slechts hier en daar komen, tot maximaal 10 cm dikke, witte, al dan niet toermalijnhoudende kwartsgangetjes

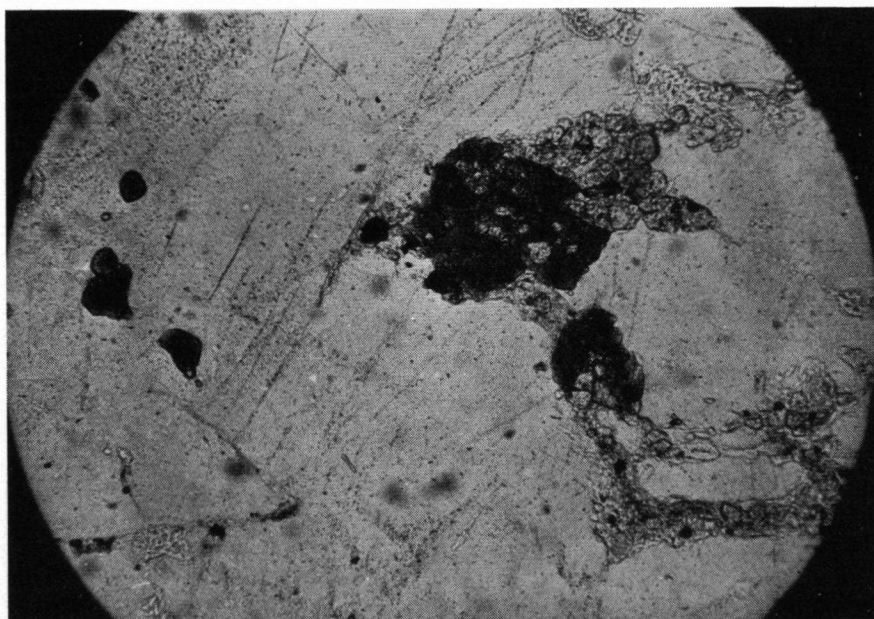


Fig. 43.

Toermalijn en chloriet in muscovietkwartsiet van de contactzone met graniet.
Corantijnrivier.

Turmalin and chlorite in muscovite-quartzite in contact-zone with granites.
Corantineriver.

voor. Mineralisatie van deze kwartsaders werd niet waargenomen. Essaais van de kwartsadertjes tonen echter aan dat deze een gering goudgehalte hebben.

2. De kwartsdiorieten en -porfierieten

Van de kwartsdiorieten en -porfierieten zijn monsters van vier verschillende vindplaatsen onderzocht (blz. 117). De hoofdbestanddelen van deze gesteenten zijn kwarts, plagioclaas, biotiet en/of hoornblende. Accessorisch komen titaniet, rutiel, apatiet, erts en microclien voor. In één van de monsters van de Concessie Ettenberg komt microclien in vrij belangrijke hoeveelheden

voor, zodat dit monster op grond van zijn mineralogische samenstelling in feite tot de granodiorieten moet worden gerekend. De gesteenten van deze vindplaats behoren als groep echter tot de kwartsdiorieten.

Structureel zijn de gesteenten onder te verdelen in twee groepen. Op de concessieterreinen van de Sarakreek Goudvelden N.V. komen een aantal kwartsdiorietporfierieten voor, die soms een fluidaal maaksel hebben, terwijl de gesteenten van de andere vindplaatsen een gelijkkorrelige structuur hebben.

De gesteenten zijn holokristallijn, hypidiomorph. Over het algemeen vertonen de gesteenten sterke secundaire omzettingen. De plagioclaseen zijn in vele gevallen gesaussurietiseerd. Secundair treden hierbij als mineralen, kaolinit, sericiet, zoisiet-epidoot, albit en in enkele gevallen calciet, op. De aard van de oorspronkelijke plagioclaas is in de meeste gevallen niet meer te bepalen. Plagioclaas met zonair bouw is een veelvoorkomend verschijnsel. De biotiet en hoornblende zijn steeds in meerdere of mindere mate gechloritiseerd. De chloriet is in de meeste gevallen pennien.

Kwarts in deze gesteenten heeft over het algemeen geen eigen kristalbegrenzing. De kwarts is meestal kataklastisch en heeft unduleuze uitdoving. In enkele gevallen is de kwarts gerekristalliseerd. In de porfierieten komt kwarts voor als phenocryst, vaak met resorptieverschijnselen. Secundaire hydrothermale insluitsels komen in de kwarts voor.

Plagioclaas. In een aantal van de gesteenten komen zonair plagioclaseen voor. Waar de gesteenten niet volledig secundair zijn omgezet, blijkt de plagioclaas normaal zonair, met een oligoclaas rand en een kern met labradoriet- tot bytownietsamenstelling. De oligoclaas is idiomorph ten opzichte van kwarts.

De plagioclaas komt in de porfierieten voor als phenocryst.

Microclien komt in de onderzochte gesteenten voor als accessoirisch bestanddeel. In één van de gesteenten komt het met een vrij hoog percentage (ca 15 %) voor. De microclien heeft dezelfde eigenschappen als de microclien van de granieten.

Hoornblende in de gesteenten is meestal sterk omgezet in chloriet. Waar weinig-omgezette hoornblende voorkomt, blijkt dit basaltische of groene hoornblende.

Biotiet. In de meeste gesteenten waarin biotiet voorkomt is deze gechloritiseerd. Naast de normale bruine biotiet komt ook groene biotiet voor. In enkele monsters van de Boven-Lawa komt de biotiet vergroeid met pennien voor. Vaak heeft de biotiet sagenietstructuur, die ook in de gechloritiseerde biotiet bewaard is gebleven.

Insluitsels van zircon met pleochroïtische hoven komen algemeen voor.

Van de accessoirische mineralen speelt titaniet in de kwartsdiorietporfierieten van de Boven-Lawa een belangrijke rol. Vaak is de titaniet vergroeid met biotiet. Het mineraal toont een duidelijk pleochroïsme. Het is meestal weinig idiomorph.

Secundaire omzettingen in de gesteenten zijn overal ongeveer in gelijke mate ontwikkeld. De plagioclaas is meestal gesaussurietiseerd, de donkere bestanddelen gechloritiseerd.

De kwartsdiorieten en -porfierieten, die hier onderzocht zijn, staan alle in genetisch verband met de goudmineralisatie. Opvallend is de grote overeenkomst in mineralogische samenstelling, structuur en autometamorphose. De kwartsdiorietporfierieten van de Boven-Lawa vormen structureel gezien hierop een uitzondering. Uit de veldwaarnemingen (Deel I, Hoofdstuk II) blijkt, dat het betrekkelijk kleine lens- of gangvormige lichamen zijn (fig. 16,

blz. 54). De structuur laat zich hieruit verklaren. Niet-porfierische kwartsdiorieten komen in dit gebied eveneens voor en zijn volkomen vergelijkbaar met de kwartsdiorieten van de andere vindplaatsen, die op grote afstanden van elkaar gelegen zijn.

Betreffende de contactwerking van de kwartsdiorieten op de geïintrudeerde nevangesteenten is slechts weinig bekend. Slechts op twee plaatsen (Boven-Lawa en Nassau-gebergte) zijn de contacten ontsloten.

De kwartsdiorietporfierieten van Kendallkreek komen voor naast kwarts-(calciet-)albiet-chlorietschisten van de Balling-Formatie. Deze gesteenten zijn in dezelfde metamorphe facies ontwikkeld als de secundair omgezette kwartsdiorietporfierieten. Kwarts van de schisten uit de contactzone verraadt echter duidelijk zijn sedimentaire oorsprong. In de omgeving van de contacten van de kwartsdiorietporfieriet komen zeer veel, tot zeer dikke (2 à 3 m) kwartsgangen voor, naast „stockworks” van dunne goudhoudende kwartsadertjes (DE HAAN, 1952). Of het nevangesteente zelf contactmetasomatisch is beïnvloed, zoals dit bij de graniet van Km 109 het geval is, is niet met zekerheid bekend. Het lijkt wel waarschijnlijk, daar plaatselijk in het geïintrudeerde nevangesteente tot 8 cm grootte, goudhoudende pyrietkuben voorkomen. De verwerking is hier echter te intens om conclusies betreffende de aard van de contactmetamorpheprocessen te rechtvaardigen.

Het contact tussen de kwartsdiorieten en de gesteenten van de Balling-Formatie van het Nassau-gebergte is ontwikkeld als een schollencontact.

Langs de contacten van de kwartsdioriet met de basische schollen van de Balling-Formatie is het geïintrudeerde gesteente gerekristalliseerd tot een kwarts-plagioclaas-hoornblende-hoornrots, waarin enkele porfieroblasten van plagioclaas voorkomen. De plagioclaas is hypidiomorph en heeft zonaire bouw. Slieren van het fijnkorrelige hoornblenderijke gesteente van de basische schol liggen ingesloten tussen de plagioclaas en de kwarts van de kwartsdioriet.

Ook hier, evenals bij de kwartsdiorieten van de concessie Ettenberg en de kabeltonaliet, waar geen directe contacten zijn ontsloten, komen in de periferie van de vermoede contacten weer talrijke kwartsaders voor, die in verband staan met de kwartsdiorietintrusies. Het voorkomen van goudhoudende kwarts in de grindlagen van de alluviale afzettingen bij de Concessie Ettenberg en de kabeltonaliet toont ook hier het verband tussen kwartsdiorietintrusies, kwartsgangen en het voorkomen van goud.

B. CHEMISCH ONDERZOEK VAN EEN AANTAL GRANIETEN EN KWARTSDIORIETEN

Een drietal granieten en vier kwartsdiorieten van de verschillende granieten en kwartsdiorietvoorkomens werden geanalyseerd en berekend volgens de methoden van P. NIGGLI (1945) (Tabel 2).

In verband met het geringe aantal analyses dat kon worden gemaakt, werden de resultaten vergeleken met de op dezelfde manier berekende analyses van granietische en kwartsdiorietische gesteenten van het Guyaanse schild, die respectievelijk door HARRISON (1908), IJZERMAN (1931) en CHOUBERT (1949) zijn gepubliceerd. Hoewel de betrouwbaarheid van de oudere analyses niet te hoog mag worden aangeslagen, blijkt het niettemin mogelijk op een paar opvallende coincidenties te wijzen, die bij het uitzetten van de gegevens in het Q. L. M.-diagram blijken. Figuur 44 geeft een beeld van alle analyses in verband met stollingsgesteenten van het Guyaanse schild. De jongere in-

TABEL 2.

Nieuwe chemische analyses van Surinaamse granieten en kwartsdiorieten.

	WB 334	WB 876	WB 880	WBN 5	WBL 5	WBE 55	WBL 35
SiO ₂	78,03	73,58	72,51	65,23	63,56	67,84	64,42
Al ₂ O ₃	12,20	13,91	14,02	15,80	15,83	15,66	17,01
Fe ₂ O ₃	0,96	0,69	1,05	3,01	4,06	1,49	2,50
FeO	0,39	0,88	1,57	1,95	2,20	2,49	1,85
MnO	0,02	0,08	0,08	0,09	0,10	0,09	0,10
MgO	0,17	0,17	0,16	1,74	2,27	1,77	2,03
CaO	0,38	1,72	2,12	4,58	4,50	4,44	4,52
Na ₂ O	3,14	2,73	3,46	3,86	3,78	3,92	3,83
K ₂ O	3,78	4,89	4,03	1,10	1,02	1,60	1,21
TiO ₂	0,14	0,29	0,35	0,67	0,60	0,45	0,50
P ₂ O ₅	—	0,25	0,10	0,36	0,45	0,14	0,20
H ₂ O ⁺	0,99	0,47	0,74	1,88	1,92	0,60	1,98
H ₂ O ⁻	0,02	0,15	0,08	0,09	0,08	0,09	0,02
	100,22	99,81	100,27	100,36	100,37	100,58	100,17

Niggliwaarden

si	546	426	384	259	238	274	250
al	50	47	43,5	37	35	37	39
fm	9	9	13	26	31	24	25
e	3	11	12	20	18	19	19
alk	38	33	31,5	17	16	20	17
k	0,44	0,54	0,43	0,16	0,15	0,21	0,17
mg	0,19	0,16	0,09	0,40	0,41	0,44	0,46
ti	—	1,3	1,5	2	1,6	1,5	1,4
p	—	1,0	—	1	1	—	—
h	23	12	14	26	25	9	26

Basis

Cp	0,0	0,6	0,1	0,7	0,9	0,3	0,4
Ru	0,1	0,2	0,3	0,5	0,4	0,3	0,3
Kp	13,7	17,8	14,6	4,0	3,6	5,7	4,3
Ne	17,3	15,1	19,1	21,3	20,8	21,4	21,1
Cal	1,2	4,1	6,0	12,8	12,2	12,3	12,9
Cs						0,3	
Sp	0,7	0,7	0,5	1,2	2,3		2,9
Hz	0,9	2,0					
Fo			0,1	3,1	3,7	3,6	2,8
Fa			2,0	2,4	2,7	3,0	2,3
Fs	1,0	0,8	1,1	3,2	4,4	1,6	2,7
C	1,5						
Q	63,6	58,7	56,2	50,8	49,0	51,5	50,3
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Q	63,6	58,7	56,2	50,8	49,0	51,5	50,3
L	32,2	37,0	39,7	38,1	36,6	39,4	38,3
M	4,2	4,3	4,1	11,1	14,4	9,1	11,4
π				0,34	0,33	0,31	0,34
γ				—	—	0,04	—
μ				0,36	0,34	0,42	0,36

TABEL 2 (vervolg).

Katanorm

	WB 334	WB 876	WB 880	WBN 5	WBL 5	WBE 55	WBL 35
Cp	0,0	0,6	0,1	0,7	0,9	0,3	0,4
Ru	0,1	0,2	0,3	0,5	0,4	0,3	0,3
Mt			1,1	3,2	4,4	1,6	2,7
Hm	0,7	0,6					
Or	22,8	29,7	24,3	6,7	6,0	9,5	7,2
Ab	28,8	25,2	31,8	35,5	34,3	35,6	35,2
An	2,0	6,8	10,0	21,3	20,3	20,5	21,5
Wo						0,4	
Sill	2,3						
Cord	1,2	1,3	0,9	2,2	4,2	—	5,3
Fe-Cord	1,6	3,7					
En			0,1	4,1	4,9	4,8	3,7
Hy			1,9	1,1	0,7	2,9	1,2
Q	40,5	31,9	29,5	24,7	23,9	24,1	22,5
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Variant

	tweeglimmergraniet			biotietkwartsdioriet			
Cp	0,0	0,6	0,1	0,7	0,9	0,3	0,4
Ru	0,1	0,2	0,3	0,5	0,4	0,3	0,3
Mt		—	1,1	3,2	4,4	1,6	2,7
Hm	0,7	0,6					
Or	15,6	23,7	21,6	2,4	1,3	2,7	3,1
Ab	28,8	25,2	31,8	35,5	34,3	35,6	35,2
An	2,0	6,8	10,0	21,3	20,3	20,5	21,5
Bi	1,4	2,4	3,0	7,0	7,5	10,8	6,5
Cord				2,2	4,2		5,3
Ms	8,9	6,3	1,2				
Q	42,5	34,2	30,9	27,2	26,7	28,2	25,0
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Analyste: Mej. B. HAGEMAN.

Petrochemisch laboratorium van het Geologisch-Mineralogisch Instituut der Rijksuniversiteit te Leiden.

WB 334	Graniet Km 109 Lands Spoorbaan	granietaplietisch magmatype
WB 876	Graniet Stonecreek	normaal-alkaligranietisch magmatype
WB 880	Graniet Stonecreek	yosemietgranietisch magmatype
WBN 5	Kwartsdioriet Nassaugebergte	normaal-kwartsdiorietisch magmatype
WBL 5	Kwartsdioriet Ettenberg	" "
WBE 55	Kwartsdioriet Gran Santi	" "
WBL 35	Kwartsdiorietporfieriet Kendallkreek	" "

trusiva zijn ook hierbij opgenomen. In verband met het onderzoek is deze groep van basische stollingsgesteenten van minder belang.

De groep van zuurdere stollingsgesteenten (granieten, granodiorieten en kwartsdiorieten) toont een zeer grote spreiding in vergelijking met soortgelijke diagrammen van andere, meestal jongere, onderzochte gebieden. Uit de algemene ligging van de punten blijkt, dat de stollingsgesteenten van het Guyaanse schild tot de kalk-alkalireeks behoren (pacifische provincie). Ook IJZERMAN (1931) toonde dit reeds aan.

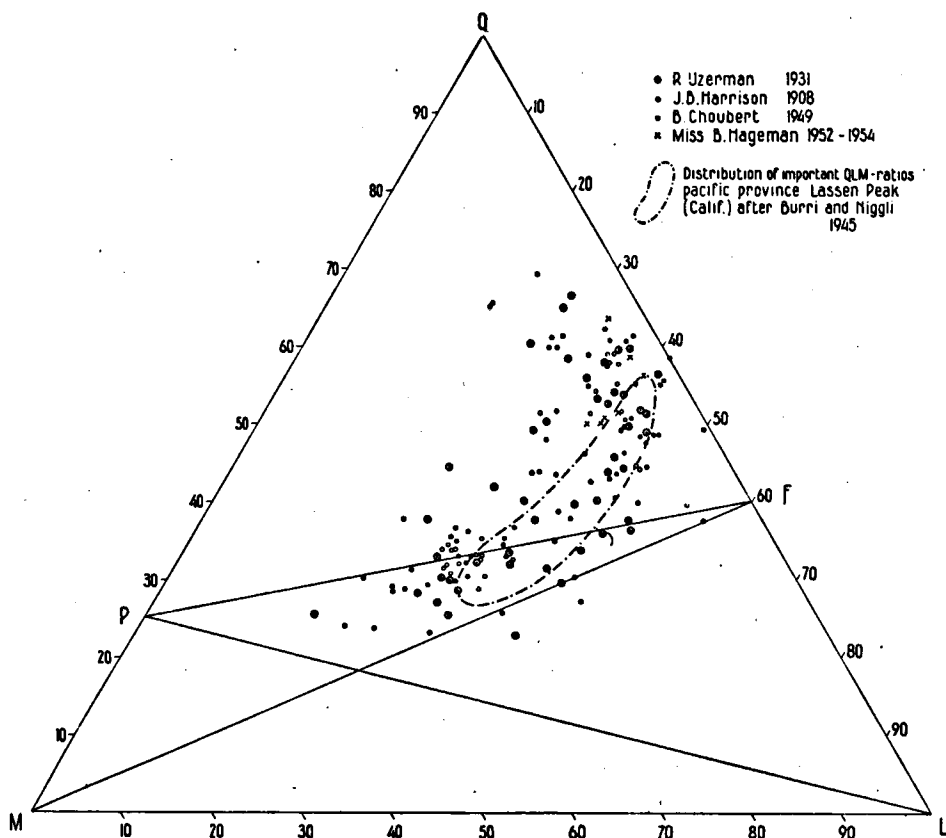


Fig. 44.

QLM-diagram van de beschikbare analyses van stollingsgesteenten in het Guyaanse schild.
QLM-ratio's of available analyses of igneous rocks of the Guiana shield.

Vergeleken met QLM-waarden, die als normaal geldend worden aangenomen voor de pacifische provincie, blijkt de grote variabiliteit van de Surinaamse gesteenten, waarbij duidelijk een verschuiving naar de zijde van de sedimentaire gesteenten bestaat.

Deze verschuiving naar links doet zich niet alleen voor bij de gesteenten van Brits-Guyana (HARRISON 1908), doch ook bij de gesteenten van Suriname (IJZERMAN 1931 en nieuwe analyses). Bij de gesteenten uit Frans-Guyana echter veel minder (CHOUBERT 1949). In hoeverre analysefouten aan-

sprakelijk moeten worden gesteld voor dit verschijnsel, is moeilijk na te gaan. Het is echter een dusdanig opvallend verschijnsel, dat het niet aan toeval mag worden toegeschreven. Voor enkele van de meest extreme waarden van HARRISON kan opgemerkt worden, dat het hier geen stollingsgesteenten betreft, doch contactmetasomatisch veranderde gesteenten. Het zijn gesteenten van een soortgelijk type als de gesteenten van de kernboringen WFI en LB 65 in het Mindrinetti-goudgebied (zie Hoofdstuk II, Deel II). Voor de overige gesteenten, die een afwijking naar de kant van de sedimentaire gesteenten tonen, kan deze afwijking slechts verklaard worden door aan te nemen, dat bij de vorming van deze gesteenten opsmelting van het nevengeesteente in belangrijke mate moet hebben plaatsgevonden.

Verwacht mag worden, dat de overwegend intrusieve granieten en kwarts-

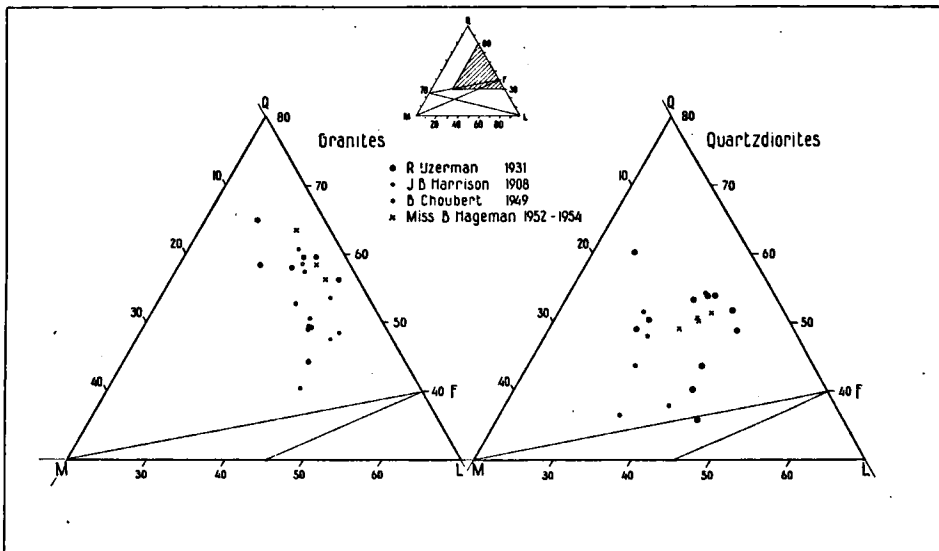


Fig. 45.

QLM-deeldiagrammen van de beschikbare analyses van granieten en kwartsdiorieten.
QLM-ratio's of available analyses of granites and quartzdiorites.

diorieten, die genetisch in verband staan met een goudmineralisatie, een veel geringere spreiding in het QLM-diagram zullen tonen. Uit de analyse van de graniet uit het granietgebied bij Km 109 L.S., waar een verband tussen graniet en goudmineralisatie bestaat, en de twee analyses uit het gebied bij Stonekreek, waar dit verband niet met zekerheid werd waargenomen, kan geen representatief beeld van de te verwachten grotere homogeniteit worden verkregen.

In figuur 45 zijn de QLM-waarden van deze drie granieten uitgezet, tezamen met de QLM-waarden van andere granieten uit het Guyaanse schild. Vergeleken met de overige granieten heeft de graniet van Km 109 een extreem zuur karakter (granietapliet). De kwartsdiorieten, die in verband met de goudmineralisatie staan, tonen een veel duidelijker verband met elkaar, hetgeen vooral opvallend is door het feit, dat zowel kwartsdiorieten van een-

zelfde vindplaats (WBL 5 en WBE 55) als kwartsdiorieten van ver uit elkaar liggende gebieden (Nassau-gebergte, Concessie Ettenberg en Boven-Lawa) zijn geanalyseerd, waarbij de kwartsdiorietporfieriet van de Boven-Lawa structureel verschillend is van de overige. In het QLM-diagram nemen deze kwartsdiorieten een centrale plaats in tussen het vergelijkingsmateriaal. De onderlinge verschillen tussen de kwartsdiorieten zijn uiterst gering.

HOOFDSTUK II

CONTACTMETASOMATISCHE GESTEENTEN VAN HET MINDRINETTI-GOUDGEBIED EN DE VERWERINGS- PRODUCTEN VAN DEZE GESTEENTEN

INLEIDING

Van de gesteenten, die in het Mindrinetti-goudgebied verzameld werden gedurende het onderzoek, zijn hier alleen de gesteenten die in genetisch verband staan met het voorkomen van goud in dit gebied, uitvoeriger bestudeerd. Daar ontsluitingen van onverweerde gesteenten van dit type in het gebied niet voorkomen, berusten alle waarnemingen op het onderzoek van gesteenten uit een tweetal kernboringen, waarvan de locatie bepaald werd op grond van de uitkomsten van het onderzoek van de verweringsproducten van deze gesteenten (Contactmetasomatische gesteenten van de Grosagroep (Boring WF I) en van de 20—100 m brede contactzones langs de goud- en pyriethoudende kwartsgangen uit het heuvelgebied van De Jong Zuid (Boring LB 65). Uit het onderzoek van de verweringsproducten van deze contactmetasomatische gesteenten lijkt het gerechtvaardigd te veronderstellen, dat de in de boringen aangetroffen contactmetasomatisch omgezette gesteenten representatief zijn voor zover het de voornaamste verschijnselen van de contactmetasomatische processen betreft, hoewel locale variaties waarschijnlijk zullen voorkomen, zoals uit het onderzoek van de verweringskleien van deze en soortgelijke gesteenten blijkt. De niet-contactmetasomatisch omgezette gesteenten zijn reeds beschreven door IJZERMAN (1931), terwijl ook beschrijvingen van gesteenten uit dit gebied werden gegeven door DU BOIS (1901), SCHOLS (1950) en VAN KOOTEN (1954).

In het gebied komen de volgende groepen van gesteenten voor:

1. stollingsgesteenten;
2. metamorphe sedimentaire gesteenten;
3. jonge sedimentaire gesteenten.

1. Stollingsgesteenten

- a. dolerietgangen (IJZERMAN 1931, VAN KOOTEN 1954);
- b. kwartsporfieren (IJZERMAN 1931, VAN KOOTEN 1954);
- c. Granieten (Deel II, Hoofdstuk I);
- c'. Kwartsgangen (Deel II, Hoofdstuk III).

2. Metamorphe sedimentaire gesteenten

Deze worden onderscheiden in twee groepen:

- a. Regionaal metamorphe gesteenten.
- b. Contactmetasomatisch beïnvloede gesteenten.

a. *Regionaal metamorphe gesteenten*

Uit de veldgegevens en de microscopische beschrijvingen blijkt, dat deze groep voor het grootste deel uit epimetamorphe sedimentaire gesteenten is opgebouwd. Betreffende het oorspronkelijk sedimentaire karakter moet hierop een uitzondering worden gemaakt voor de metamorphe kwartsporfier, die IJZERMAN beschrijft en de metamorphe kwartsporfieren, die VAN KOOTEN vermeldt, evenals voor een carbonaat-kwarts-albiet-chlorietgesteente, dat door VAN KOOTEN wordt opgevat als een metamorphe tuf of uitvloeïingsgesteente van basische samenstelling. Bij het eigen onderzoek zijn deze gesteenten niet aangetroffen in het gebied, dat van belang is voor de goudvoering. Twee groepen van gesteenten blijken hier te overheersen. Het zijn de pelietische gesteenten van de Dondroebari-heuvelreeks enerzijds, de psephietische en psammietische gesteenten anderzijds (Deel I, Hoofdstuk III).

De pelietische gesteenten behoren tot de door IJZERMAN beschreven groep van „phyllieten en kleischalties”. De volgende gesteenten van deze groep werden in het noordelijk heuvelgebied aangetroffen:

sericietphyllieten (overheersend);
grafietphyllieten;
chloritoidphyllieten;
magnetietphyllieten.

De phyllieten en kleischalties zijn voor de goudvoering in dit gebied slechts van secundair belang, daar de primaire goudkwartsafzettingen van het type De Jong Noord, De Jong Zuid etc. hierin niet voorkomen. De phyllietische gesteenten in dit gebied schijnen de grens te vormen van de uitbreiding van de primaire goudafzettingen. De psammietische en psephietische gesteenten uit het Mindrinetti-goudgebied behoren tot de Orapu-Formatie. Lokaal komen hierin nog wel inschakelingen voor van phyllietische gesteenten (VAN KOOTEN, 1954), doch deze hebben slechts een geringe verspreiding. Petrografisch behoren deze gesteenten tot de „grauwacke formatie” van IJZERMAN. Gesteenten van dit type werden reeds in 1901 door DU BOIS beschreven van de Marowijnrivier en aldaar samengenomen onder de naam „kristalline Grauacken”. IJZERMAN beschrijft de volgende typen in het Mindrinetti-goudgebied:

grauwackekwartsieten; (subgrauwacken, VAN KOOTEN, 1954)
conglomeraten en conglomeratschisten.

VAN KOOTEN vermeldt verder nog het voorkomen van enkele „grauwacken” ten noorden en ten zuiden van Rosebel. Deze gesteenten behoren tot de groep van de „kristallijne grauacken” van IJZERMAN. Deze laatstgenoemde gesteenten hebben voornamelijk in de heuvelgebieden ten noorden en ten zuiden van de savannengordel een iets grotere verspreiding, terwijl in de savannengordel zelf, slechts verweerde subgrauwacken en subgrauwackeconglomeraten zouden voorkomen (VAN KOOTEN 1954).

De hoofdbestanddelen van de gesteenten van de Orapu-Formatie zijn kwarts en sericiet in wisselende verhoudingen, terwijl accessorisch plagioclaas, chloriet, chloritoid en erts voorkomen.

b. *Contactmetamorphe- en -metasomatische gesteenten*

Gesteenten van dit type zijn in het Mindrinetti-goudgebied minder bekend. DU BOIS (1901) vermeldt het voorkomen van toermalijn-kwartsieten op De Jong

Zuid, in de Charmeskreek. Hij beschouwt deze gesteenten als contactmetamorph, tengevolge van granietische intrusie. IJZERMAN (1931) neemt deze mening over, afgaande op de beschrijving van DU BOIS, daar microscopisch de overeenkomst met de toermalijnpegmatieten zeer groot is. Toermalijn-gesteenten komen op De Jong Zuid voor in het zuidelijk deel van de concessie, in de omgeving van het vermoede granietcontact. De gesteenten zijn in onderzoek genomen door de G.M.D. Het zijn contactpneumatolietische gesteenten.

IJZERMAN (1931) beschrijft een groep van „Quartz-sericite-calcite-schists and allied rocks”, die op Gros Placer voorkomen. Hoewel hij deze schisten niet in verband brengt met contactmetasomatische verschijnselen, blijkt uit de beschrijving, dat de gesteenten van een soortgelijk type zijn als de gesteenten, die in de kernboringen WF I en LB 65 zijn aangetroffen en die hier als contactmetasomatische gesteenten worden opgevat.

De door IJZERMAN beschreven gesteenten kenmerken zich door de mineralogische samenstelling kwarts-sericite-calciet. Accessorisch bevatten deze gesteenten pyriet, toermalijn, epidoot, chloriet, magnetiet, plagioclaas en albiet. De albiet komt niet in alle door IJZERMAN onderzochte monsters voor.

De fijnkorrelige schisten zijn buitengewoon calcietrijk en overblijfselen van oorspronkelijke structuur (relictstructuur) komen voor in de vorm van afgeronde kwarts- en kwartsietkorrels en afgeronde plagioclaas. In dit opzicht komen de gesteenten overeen met de gesteenten van de grauwaacke formatie.

De zeer onregelmatige verspreiding en vorm van de calciet in deze schisten is niet typisch voor kleiige mergels. IJZERMAN denkt, dat deze gesteenten zijn ontstaan uit kleien met onregelmatig verspreide, organische bestanddelen, bestaande uit schelpfragmenten. Hieruit verklaart hij de verspreiding van calciet in deze gesteenten.

Het lijkt waarschijnlijk, dat deze opvatting niet gehandhaafd kan worden. De gesteenten uit de boringen kenmerken zich door dezelfde mineralogische samenstelling, waarbij echter de accessorische bestanddelen van de door IJZERMAN beschreven gesteenten tot hoofdbestanddeel zijn geworden; i.e. toermalijn in de toermalijngesteenten, epidoot en albiet in de gesteenten uit de boringen WF I en LB 65. Deze laatste gesteenten zijn ontstaan als gevolg van contactmetasomatische processen tengevolge van een granietische intrusie, waarbij belangrijke stoftoevoer in het geïntrudeerde nevengesteente heeft plaats gevonden.

De verweringsproducten van deze gesteenten vinden we terug in de vorm van:

- α. kaolien-sericite-kwartskleien, zandstenen en conglomeraten uit de savannengordel. Het zijn de gesteenten van de Grosgroep. De zandstenen en conglomeraten zijn hier de weinig contactmetasomatisch beïnvloede gesteenten van de Rosebel-serie, terwijl de kaolien-sericite-kwartskleien de sterk metasomatisch contactbeïnvloede gesteenten van deze serie vertegenwoordigen. De kaolien-sericite-kwartszanden vertegenwoordigen een overgang tussen beide.
- β. de kaolien-sericite-kwarts tot kwarts-sericite-kaolienkleien, die het verweringsproduct van de contactmetasomatisch beïnvloede nevengesteenten van de goudkwartsaders vertegenwoordigen.

Enkele van deze verweringskleien zijn reeds in verband met het onderzoek van kaolienvindplaatsen in Suriname bestudeerd (SCHOLS 1950). Van belang voor het eigen onderzoek zijn het mineralogisch onderzoek en een vier-

tal chemische analyses van deze verweringskleien, waarvan de chemische analyses uitgevoerd werden op het Keramisch Instituut te Gouda. In de conclusie wordt vermeld, dat de kaolien-sericiet-kwartskleien waarschijnlijk genetisch verwant zijn aan de schisten en phyllieten uit dit gebied en in situ ontstaan zijn. Vermeld is bij de beschrijving van de verschillende zeeffracties van een monster van Grossavanne, het voorkomen van een aggregaat van min of meer idiomorphe rhombendodekaeders van granaat, een vorm, die door TER MEULEN typisch geacht wordt voor contactmetamorphe afzettingen. Dit aggregaat werd aangetroffen in de fractie groter dan $300\ \mu$, doch aggregaten van dit type komen in de andere zeeffracties van het monster niet voor, zodat weinig belang werd gehecht aan deze waarneming. VAN KOOTEN (1954) schrijft het optreden van verweringskleien in dit gebied dan ook uitsluitend toe aan verweringsmateriaal (of fijnkorreliger inschakelingen) in de serie van grauwacken en conglomeraten.

Samenvattend komen de volgende typen van pneumatolietisch- en contact-metasomatisch beïnvloede gesteenten in het Mindrinetti-goudgebied voor:

1. toermalijn-kwartsieten en -schisten (in onderzoek bij de G. M. D.);
2. contactmetasomatisch veranderde gesteenten van de savannengordel (Grosgroep);
2'. de verweringsproducten hiervan;
3. Contactmetasomatisch veranderde nevengeesteenten van de goudhoudende kwartsaders;
3'. de verweringsproducten hiervan.

Mineralogisch en chemisch vertonen de gesteenten van de groepen 2 en 3 naast belangrijke verschillen in verband met de mineralisatie, zulke grote overeenkomsten, dat zij tezamen behandeld zijn.

De gesteenten van de groep 2 worden opgevat als een gevolg van diffuse contactwerking van het intruderend granietisch magma op de nevengeesteenten van de Orapu-Formatie, terwijl de gesteenten van de groep 3 de metasomatisch veranderde zones vertegenwoordigen, waarlangs de uit de intruderende graniet ontweken meer geconcentreerde mineraliserende oplossingen passeerden. Beide groepen vertonen zo'n grote overeenkomst, dat de processen die tot de vorming van de gesteenten hebben bijgedragen in grote lijnen dezelfde geweest zullen zijn. De gesteenten zijn op de volgende wijzen onderzocht:

- A. *Mineralogisch onderzoek*: (blz. 134)
 1. Microscopisch onderzoek.
 2. D. T. A. en Röntgen-onderzoek van de verweringskleien.
- B. *Korrelgrootte-onderzoek van de verweringskleien* (blz. 152)
- C. *Chemisch onderzoek* (blz. 157)
- D. Samenvatting en conclusies.

3. Jonge sedimentaire gesteenten

Zoals bij het veldonderzoek bleek, is het alluviale goud niet ver getransporteerd van zijn oorspronkelijke ligplaats. De sedimentaire afzettingen, waarin het goud voorkomt, bestaan uit de afbraakproducten van de gesteenten uit de naaste omgeving. De sedimenten, waarin geen goud werd aangetroffen bij het onderzoek, werden niet bestudeerd.

In dit gebied zijn het de Zanderijzanden, die op enkele heuveltjes in het Sabanpassi-gebied als gespaarde resten van een oorspronkelijke deklandschap voorkomen. Ook de alluviale afzettingen die opgebouwd zijn uit de afbraakproducten van het granietgebied bij Km 109 L.S. en de savannengordel, behoren tot de niet goudhoudende alluvia.

A. MINERALOGISCH ONDERZOEK

Het mineralogisch onderzoek van de contactmetasomatische gesteenten steunt slechts ten dele op microscopische onderzoekingsmethoden. De meeste gesteenten van deze groep laten zich door hun fijnkorrelig, ongeconsolideerd karakter (verweringskleien) niet op deze wijze bestuderen.

Hiervoor werden andere methoden toegepast om een beeld van hun overeenkomst en variatie te krijgen.

Het D.T.A.-onderzoek van de kaolien-sericiet-kwartskleien moet worden opgevat als een zelfstandig onderzoek, terwijl Röntgen- en microchemisch onderzoek ten dele naast het microscopisch- en D.T.A.-onderzoek werden uitgevoerd.

1. Microscopisch onderzoek

Het microscopisch onderzoek is verdeeld in drie delen:

- a. Gesteenten uit de kernboring bij Gros (WF I).
- b. Gesteente van de kernboring op De Jong Zuid (LB 65).
- c. Microscopisch onderzoek van de verweringskleien.

a. *De gesteenten uit de kernboring bij Gros (WF I).*

Deze boring werd uitgevoerd door de boorploeg van de G.M.D. De locatie is 500 m WSW van Km 103 L.S. in de open savanne (figuur 25). De boring werd aangezet in de kaolien-sericiet-kwartslei van de savannengordel, ter hoogte van de handboring no. 8 (profiel blz. 72). De eerste kern werd verkregen op 14,85 m, de laatste op een diepte van 66,40 m.

De kernen bestaan uit crêmekleurige tot grijze, naar beneden groengrijze tot grijsgroene gesteenten. De korrelgrootte van de gesteenten vertoont enige variatie. In de dicht onder de oppervlakte gelegen kernen (15 m) hebben de gesteenten een duidelijk psammietisch zandsteenachtig aanzien, waarbij de afzonderlijk waarneembare korrels uit kwarts blijken te bestaan. Fijne zijdeglanzende schubjes wijzen op de aanwezigheid van sericiet. In de diepere delen van de boring blijven de gesteenten overwegend psammietisch, maar komen ook dichtere pelietische delen algemeen voor. De korrels zijn hier niet meer afzonderlijk te onderscheiden en het gesteente heeft een meer kwartsietisch aanzien. Variaties in de kleur van de gesteenten, in de vorm van bandjes en slieren onder een hoek van 30—45° met de lengterichting van de kernen doen denken aan gelaagdheid van de gesteenten. Plaatselijk komen duidelijk schisteuse delen voor in de gesteenten (ca. — 60 m). In de kernen beneden de 35 m treedt een aanrijking van groene bestanddelen op, terwijl rosekleurige korrels wijzen op de aanwezigheid van veldspaat. Op 30 en 65 m komen tot 3 mm dikke kwarts- en calcietaadertjes voor. Het gesteente beneden 24,50 m bruist licht met 0,1 n HCl.

Microscopisch onderzoek van de gesteenten toont aan, dat zij bestaan uit kwarts, plagioclaas, sericiet, epidoot, calciëet en chloriet. Accessorisch komen

rutiel, erts en toermalijn voor. Daarnaast komen in de gesteenten klastische relieten van kwartsiet voor en gesaussurietiseerde veldspaat.

Het zijn overwegend middel- tot fijn-, ongelijkkorrelige gesteenten, vaak met gerichte textuur van de grove componenten.

Kwarts vormt een hoofdbestanddeel van de gesteenten. De kwarts komt voor als afzonderlijke splinterachtige, soms in de lengterichting georiënteerde korrels. Zeldzamer zijn korrels met afrondingsverschijnselen. Deze grove kwartscomponenten geven het gesteente een zandsteenachtig aanzien. De grove kwartskorrels hebben over het algemeen geen of zeer weinig unduleuze uitdoving. Soms bestaan de korrels uit een aggregaat van lobvormig vergroeide kwarts. Deze gerekristalliseerde kwarts heeft geen of zeer kleine gasvormige of vloeibare insluitsels.

De meer afgeronde, grotere kwartskorrels doven meestal unduleus uit en zijn kataklastisch. Vloeibare of gasvormige insluitsels zijn ook hier zeldzaam. Ingesloten in de kwarts komen zeer fijne rutielsnaaldjes voor. Soms zijn twee rutielsnaaldjes, in dezelfde richting, touwvormig in elkaar gedraaid. Snoeren van secundaire vloeistof- en gasinsluitsels zijn zeldzaam.

De grotere kwartskorrels zijn van elkaar gescheiden door een fijnkorrelige grondmassa van sericietschubjes, chloriet, epidoot, albiet en kwarts.

De kwarts vormt in deze grondmassa slechts een secundair bestanddeel.

In de gesteenten komen enkele klastische relieten van kwartsiet voor, met dezelfde afmetingen als de grotere afgeronde kwartskorrels en dezelfde morphologie. Het zijn fijnkorrelige kwartsmozaiekveldjes, waarin als verontreiniging sericietschubjes optreden.

Verder komen uiterst dunne kwartsadertjes voor in het gesteente van de kernen. Deze kwartsadertjes breken door afzonderlijke albietskristallen heen en zijn dus jonger dan de albiet (figuur 46).

Tenslotte komt de kwarts voor in myrmekietische korrels, druppel- of traanvormig ingesloten door albiet. Myrmekietische structuren komen in alle onderzochte monsters schaars maar regelmatig voor.

Plagioclaas.

De plagioclaas, die in de gesteenten als hoofdbestanddeel optreedt, is albiet, met een anorthietgehalte tot max. 10 %. De albiet komt regelmatig verspreid voor in alle onderzochte monsters, als grote afzonderlijke, dan wel met elkaar vergroeide, hypidiomorphe korrels. Verder vervangt de albiet plaatselijk de grote niet unduleus uitdovende kwartskorrels en komt ook als insluitsel in deze kwarts voor.

De albiet is polysynthetisch vertweelind. Gebogen en gebroken tweelinglamellen komen algemeen voor. Onvertweelinde albiet komt eveneens in belangrijke hoeveelheden voor. De albiet met wormvormige en druppelvormige kwartsinsluitsels (myrmekiet) is soms ook polysynthetisch vertweelind.

Sericiet

De sericet vormt het hoofdbestanddeel van de fijnkorrelige grondmassa van de gesteenten en komt hierin voor als afzonderlijke schubjes, of als slierige aggregaten. Meestal is de sericet kleurloos, terwijl eveneens pleochroïtische sericet voorkomt met een pleochroïsme van zeer licht, bijna kleurloos groen naar lichtgroen. Deze groene sericet is van de eveneens groene chloriet te onderscheiden door de hogere dubbele breking.

Als insluitsel komt sericet voor in de albiet.

Epidoot

Epidoot komt algemeen verspreid in de gesteenten voor als hoofdbestanddeel. Het mineraal komt voor in idiomorphe korrels en in snoeren of onregelmatig begrensde vlekken tussen de korrelbegrenzungen van de grotere kwarts- en albietkorrels. De epidoot is lichtgroen doorzichtig tot donkergroen vrijwel ondoorzichtig, heeft een vrij hoge dubbele breking en sterk wisselende interferentiekleuren. Het mineraal komt voor als insluitsel in de albiet en vergroeid met erts.

Epidoot vormt in een, in het gesteente voorkomende klastische, gesaussu-



Fig. 46.

Dun kwartsadertje, dat de bij de contactmetasomatische processen nieuwgevormde albiet doorsnijdt (boorkern WF 1).

Small quartzvein cutting through albite which has been formed by contactmetasomatism (Drilleore WF 1).

ritiseerde veldspaat waarschijnlijk het hoofdbestanddeel van de saussuriet. Deze saussurietkorrel heeft dezelfde morphologie als de klastische kwarts- en kwartsietkorrels.

Epidoot komt poikilietisch in en vergroeid met erts voor, terwijl ook vergroeiingen met calcië en titaniet algemeen voorkomen.

Chloriet

Chloriet komt in geringe hoeveelheden in alle onderzocht monsters in de grondmassa van het gesteente voor. Het is een lichtgroene chloriet met geringe dubbele breking, waardoor het mineraal zich practisch isotroop voordoet.

Calciet

Uitgezonderd in de kern tussen 14,50 en 15,00 m komt calciet in alle onderzochte monsters voor. De calciet komt meestal voor in onregelmatig gevormde velden tussen de andere korrels in. De afmetingen van deze calcietvelden overtreffen de grootste korrelgrootte van de kwarts en albiet. Plaatselijk breekt de calciet in snoertjes door de albiet, elders is de albiet ingesloten door calciet. Vergroeiingen van calciet met erts en epidoot komen veelvuldig voor. Röntgen-onderzoek bevestigt de determinatie van de calciet. De kernen worden plaatselijk doorsneden door kwarts- en calcietadertjes met dikten tot ca 3 mm.

Accessoria

Titanië met goed ontwikkelde briefcouvertvorm komt verspreid in het gesteente voor, in de waargenomen gevallen steeds tezamen met epidoot.

Toermalijn vindt men als verspreide korrels zelden in het gesteente.

Erts treft men verspreid in het gesteente aan. Op enkele plaatsen treedt het erts in snoertjes op, doch steeds als afzonderlijke korrels. Het heeft een langgerekte vorm en is in sommige gevallen poikiloblastisch gegroeid, ten koste van kwarts, calciet, albiet en epidoot. Bij opvallend licht reflecteert het blauwachtig-zwart. Het is voornamelijk haematiet.

De gemiddelde geschatte samenstelling van het gesteente is:

kwarts	40—45 %
albiet	30—25 %
epidoot	14 %
sericiet	13 %
calciet	2 %
chloriet	1 %

Kwarts heeft een vrij constant percentage met toenemende diepte, evenals albiet. Epidoot en sericiet zijn wisselend verspreid door het gesteente, met een tendens van toeneming van epidoot en vermindering van sericiet, op grotere diepte in de boring. Calciet is in de kern tussen 14,50 en 15,00 m niet aangetroffen, terwijl het op grotere diepte steeds, in wisselende hoeveelheden voorkomt.

Structureel vertoont het gesteente grote overeenkomst met de gesteenten van de Orapu-Formatie. De klastische relictstructuren, die bij het microscopisch onderzoek van de kernen werden aangetroffen, wijzen erop, dat het gesteente ten dele zeker een sedimentaire ontstaanswijze heeft gehad.

De grote hoeveelheden albiet en epidoot in de gesteenten zijn een afwijkend verschijnsel voor de gesteenten van de Orapu-Formatie, terwijl ook het voorkomen van calciet geen normaal verschijnsel is. De pleochroïtische sericiet werd evenmin waargenomen bij de gesteenten van de Orapu-Formatie, terwijl de anomale chloriet ook geen overeenkomst heeft met de chlorieten uit laatstgenoemde gesteenten.

Plagioclaas als accessorisch bestanddeel van de subgrauwacken van de Rosebel-Formatie is een algemeen verschijnsel. De plagioclaas is dan echter steeds een klastisch relict, vergelijkbaar met de gesaussurietiseerde plagioclaaskorrels uit de gesteenten van de kern.

Albiet als nieuwvorming, zoals dit bij de gesteenten van de kern voor-

komt, is niet waargenomen in de laagmetamorphe schisten en grauwacken van het Mindrinetti-goudgebied.

Myrmekietische structuren zijn niet bekend in gesteenten van de Orapu-Formatie.

De vrij gecompliceerde mineralogische samenstelling van de gesteenten van de kern laat zich niet verklaren uit regionale metamorphose van sedimenten van hetzelfde type als de sedimenten waaruit de Rosebel-serie van de Orapu-Formatie is ontstaan door regionaal-metamorphose. Ook wanneer men een hogere temperatuur aanneemt, is dit niet mogelijk.

De mogelijkheid, dat het uitgangssediment van de gesteenten van de Grosgroep van de Orapu-Formatie niet hetzelfde is geweest als dat van de Rosebel-serie, bestaat, doch is om de volgende redenen minder waarschijnlijk:

1. De grote hoeveelheid albiet en epidoot in de gesteenten wijst op de aanwezigheid van belangrijke hoeveelheden natrium en calcium in het gesteente van de kernen. Deze combinatie mag alleen verwacht worden, als een sediment met arkose-samenstelling als uitgangsmateriaal wordt aangenomen.

Het voorkomen van arkosen in Suriname wordt door IJZERMAN (1931) niet vermeld.

2. Calciet in het gesteente van de kernen, die door IJZERMAN bij soortgelijke gesteenten (blz. 132) wordt toegeschreven aan de aanwezigheid van verspreide schelpresten, is op zichzelf minder waarschijnlijk in gesteenten van praecambrische ouderdom, doch in verband met arkosen, die nog practisch de granietsamenstelling moeten gehad hebben, vrijwel ondenkbaar.
3. De verweringsproducten van deze gesteenten vertonen in vele gevallen conglomeratische relietstructuur, geheel overeenkomstig aan de gesteenten van de Rosebel-serie, terwijl, onafhankelijk van deze conglomeratische relietstructuur, tussen de verweringsvorm van de gesteenten van de Grosgroep en de gesteenten uit de heuvelgebieden geleidelijke overgangen bekend zijn (verweerde conglomeraten en zandstenen van de Grosgroep).

Op grond van deze feiten lijkt het waarschijnlijker, dat de gesteenten van de Grosgroep opgevat moeten worden als contactmetasomatisch veranderde gesteenten, tengevolge van een granietintrusie, waarbij belangrijke stoftoevoer heeft plaatsgevonden.

Uit het microscopisch onderzoek blijkt dan, dat de contactmetasomatische processen in bepaalde opeenvolging de veranderingen in het gesteente hebben veroorzaakt.

De vorming van de albiet heeft waarschijnlijk in een zeer vroeg stadium plaatsgevonden en werd gevolgd door de epidotisatie van de gesteenten. In dit stadium moet een désilificatie van de gesteenten hebben plaatsgevonden, gezien de vervanging van kwarts door albiet. De epidoot- en sericietvorming is jonger dan de albitisatie, daar sericiet als omzetting van de albiet voorkomt. De eindphase kenmerkt zich door een geringe silificatie en carbonatisatie van de gesteenten, waarschijnlijk gepaard aan de vorming van het erts.

Ook de fijnkorreligheid van de gesteenten moet beschouwd worden als een gevolg van deze contactmetamorphe processen (BATEMAN 1949, p. 100). Het uitgangsmateriaal van de gesteenten was hetzelfde als dat van de grau-wacken, subgrauwacken en kwarts-sericiet-gesteenten van de Rosebel-serie.

IJZERMAN (1931) beschrijft enkele, vermoedelijk contactmetamorphe, grauwacken, van andere vindplaatsen in Suriname. Micablaadjes, ertskorrels en epidoot zijn hierin de mogelijk nieuwgevormde mineralen.

Daarnaast komen contactmetamorphe grauwacken voor in de vorm van epidoot-aktinoliet-kwartsgesteenten en als een gesteente met grauwackestructuur, doch waarvan de grondmassa bestaat uit kwarts, Na-Kaliumveldspaat, vertweelingde plagioclaas, biotiet, hoornblende, epidoot en accessorisch apatiet, calciet en titaniet. De grovere bestanddelen van dit gesteente bestaan uit gerekristalliseerde kwartskorrels, die vergroeid en gedeeltelijk geresorbeerd zijn door de Na-Kaliumveldspaat.

Structureel vertoont het gesteente van de boring veel overeenkomst met het laatstgenoemde gesteente.

b. Het gesteente van de kernboring bij De Jong Zuid (LB 65)

Deze boring werd uitgevoerd door de boorploeg van de G.M.D. bij de ferberiet-goudkwartsafzetting op de Pakiraheuvel, ca 500 m ten zuiden van Km 105.

De boring gaat voor het grootste deel door de sericiet-kwarts-kaolienklei van de verweringszone langs de kwartsaders. Pas op grotere diepte werden vaste kernen getrokken (ca 60 m). Slechts één kern van deze boring stond bij het laboratoriumonderzoek ter beschikking.

De kern bestaat uit een zacht, grijsgroen gesteente, dat met het mes te krassen is. Donkerder groene banden geven het gesteente een schijnbare schistositeit. De bestudeerde kern was aan een zijde op een diaklaasvlak afgebroken. Op dit diaklaasvlak was een donkerbruin tot zwart, zacht, vettig aanvoelend mineraal aanwezig, in dunne, mogelijk pseudohexagonale huidjes (figuur 47). Aan de oppervlakte van de kern komt het plaatselijk eveneens voor.

Het gesteente is fijnkorrelig tot dicht.

Microscopisch onderzoek van het gesteente toont aan, dat dit bestaat uit albiet, epidoot, kwarts, sericiet, biotiet en erts.

Albiet

Albiet vormt een hoofdbestanddeel in het gesteente en heeft een anorthietgehalte tot maximaal 10 %. De albiet komt voor als onregelmatig gevormde en hypidiomorphe korrels. Polysynthetische tweelingen en onvertweelingde vormen komen beide voor.

Secondaire omzetting van de albiet is een algemeen verschijnsel.

Epidoot

Epidoot is een hoofdbestanddeel van het gesteente. Het komt voor als donkergroene, weinig doorzichtige mineraalaggregaten tussen de albiet en kwartskorrels.

Kwarts

Kwarts komt in geringere hoeveelheden voor dan in de gesteenten van de boring WF I.

De kwarts komt voor als verspreide, vaak langgerekte, niet unduleus uitdovende korrels en eenvoudig vertande aggregaten, die zich kenmerken door verschillende uitdovingsrichtingen. Ook hier zijn de kwartskorrels arm aan vloeibare of gasvormige insluitels.

Sericiet

Sericiet komt voor in aggregaten, tezamen met epidoot tussen de korrelbegrenzungen van de albiet en kwartskorrels. Als secundaire vorming in de albiet is sericiet eveneens algemeen.

De sericiet heeft een zwak pleochroïsme van bijna kleurloos groen naar zeer licht groen.

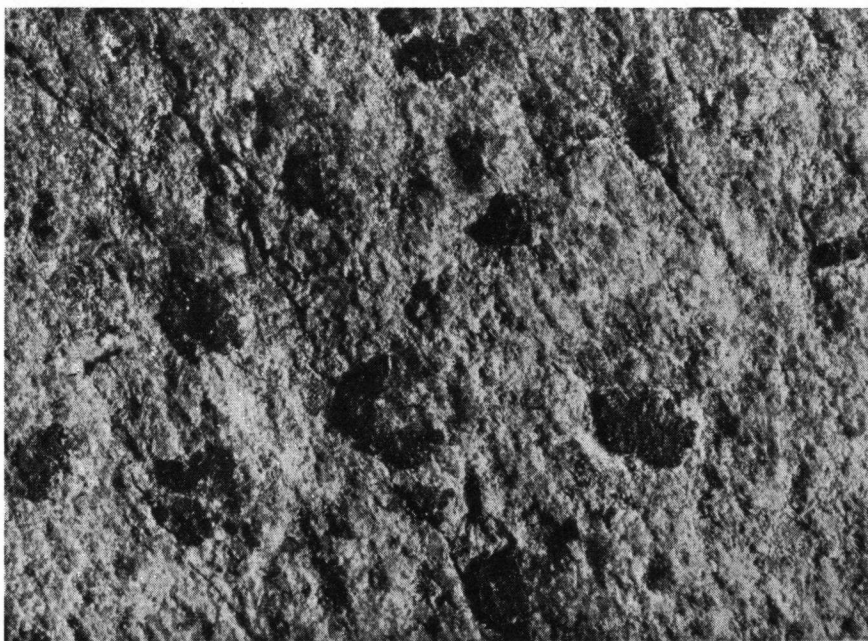


Fig. 47.

Onbekend bruinzwart, mogelijk pseudohexagonaal mineraal, van de boorkern LB 65.

Unknown brownblack, possible pseudo-hexagonal mineral of core LB 65.

Pakira Hill, De Jong Zuid.

Biotiet

Verspreid in het gesteente komen micablaadjes voor met een lichtgele kleur. Het pleochroïsme is zwak, van bijna kleurloos lichtgeel — lichtgeel. Vergroeid met deze glimmer komt erts voor.

Röntgen-onderzoek van deze glimmer toonde aan, dat dit biotiet is en geen stilpnomelaan.

Onbekend mineraal

Het mineraal, dat op het diaklaasvlak van de boorkern voorkomt, werd bij het microscopisch onderzoek van het gesteente niet aangetroffen in de dunne doorsneden.

Röntgen-onderzoek van het mineraal toont een diffractiepatroon, dat niet

met behulp van de vergelijkingscollectie of het A. S. T. M.-kaartsysteem kon worden gedetermineerd (tabel 3).

Van het mineraal stond te weinig materiaal ter beschikking om na Röntgen-onderzoek, ander onderzoek toe te passen.

TABEL 3.

Onbekend mineraal uit boring LB 65.
Röntgenfoto 1578.
Gemeten Röntgen-diffractiepatroon.

Fe _{Kα} straling d in Å	Intensiteit
9,68	w
7,30	vs (10)
4,75	w
4,51	w
4,17	vw
3,65	s (8)
3,51	vw
3,35	w
3,19	w
2,58	vw
2,46	s (6)
2,33	s (7)
2,04	w
1,88	w
1,82	vw
1,72	w
1,50	vw
1,46	vw
1,42	s (7)
1,39	w
1,23	vw
1,21	vw

Accessorisch komen in het gesteente rutiel, zircon, pyriet en haematiet voor.

Deze mineralen werden in de zware fractie van het gesteente naast epidoot aangetroffen.

Rutiel vormt het belangrijkste accessorische bestanddeel van het gesteente en komt voor in de vorm van geelbruine prismatische korrels met talrijke insluitels. Knievormige tweelingen zijn algemeen en pijlpuntvormige korrels van vertweelingde rutiel zijn typerend voor dit gesteente.

Zircon komt voor in de zware fractie van het gesteente in de vorm van idiomorphe, meestal iets afgeronde kristallen. Zonare bouw met troebeling van de verschillende zones komt voor. De kleur van de zircon is licht rose-violet. Hetzelfde type zircon komt voor in de gesteenten van de Orapu-Formatie.

Pyriet

Enkele kleine (0,5 mm) onverweerde pyrietkuben komen voor in de zware fractie.

Haematiet komt voor in de zware fractie als een opaak mineraal. De haematiet is vrij sterk magnetisch, doch Röntgen-onderzoek toonde aan, dat het diffractiepatroon dat van haematiet is.

Verontreiniging

In de zware fractie van de kern werd een aantal goudglanzende korrels aangetroffen, die echter bij het microchemisch onderzoek geen positieve reactie op goud gaven. De korrels waren zeer onregelmatig van vorm en ongeveer van speldeknoopgrootte. Röntgen-onderzoek van de korrels toonde aan, dat deze een kubische kristalstructuur hebben, zodat de indices van de verschillende refracties bepaald konden worden. De hieruit berekende rooster-constante bleek echter te klein voor goud, zodat aan een koperlegering werd gedacht.

Het spectrografisch onderzoek te Delft van een van de korrels toonde aan, dat de hoofdbestanddelen van de korrels, zink en koper, in ongeveer gelijke percentages aanwezig zijn. Het lijkt wel zeker, dat deze messing-korrels een verontreiniging in de zware fractie zijn. Hoe en waar deze verontreiniging is ontstaan, is echter niet duidelijk.

De geschatte gemiddelde samenstelling van het gesteente is:

albiet	60 %
epidoot	23 %
kwarts	8 %
sericiet	6 %
rest	3 %

Het gesteente vertoont in mineralogische samenstelling grote overeenkomst met de gesteenten uit de kernboring bij Gros (WF I). Structureel komen belangrijke verschillen naar voren, terwijl ook de percentages van de hoofdbestanddelen belangrijke wijzigingen hebben ondergaan.

Albiet is in dit gesteente met ca 60 % het belangrijkste bestanddeel geworden, voornamelijk ten koste van de kwarts. Epidoot is in grotere hoeveelheid aanwezig dan de kwarts en komt als tweede bestanddeel voor. De aanrijking aan epidoot wordt gedeeltelijk gecompenseerd door het verdwijnen van calciëet en een belangrijke vermindering van het sericietgehalte. Dit laatste verschijnsel treedt ook op in de diepere delen van de boring WF I.

Betreffende de sedimentaire oorsprong van het gesteente geeft het slijpplaatje geen uitsluitsel. De structuur is belangrijk veranderd ten opzichte van de boring WF I. De klastische relietstructuur is vrijwel geheel verdwenen, waardoor het gesteente gelijk- en fijnkorreliger is geworden. Het voorkomen van biotiet en het verdwijnen van calciëet wijst op een hogere graad van metamorphose. De grote hoeveelheid albiet in het gesteente doet vermoeden, dat natriumtoevoer op grote schaal heeft plaatsgevonden.

Hoewel de oorspronkelijke sedimentaire aard van dit gesteente niet uit het slijpplaatje blijkt, kennen we uit de verweringszone van dit gesteente kaolienkleien, geheel overeenkomstig aan de kaolienkleien uit andere goud-kwartszones, waarin conglomeratistische relietstructuur zichtbaar is.

De conglomeraten, uit de omgeving van deze kleien met conglomeratische relietstructuur, zijn overheersend kwartsconglomeraten. De verwerking van kwartsrolstenen tot kaolien moet op zijn minst zonderling, zo niet onmogelijk worden geacht. Aangenomen moet worden, dat de oorspronkelijk conglomeratische en psammietische gesteenten van de Orapu-Formatie, in de contactzones langs de goudhoudende kwartsgangen, metasomatisch werden omgezet in de sericiet-albiet-kwartsgesteenten, waarbij de structuur van de gesteenten in vele gevallen bewaard is gebleven.

Dat de contactverschijnselen niet steeds in dezelfde mate hebben plaatsgevonden blijkt, als we de gesteenten uit de boringen vergelijken met de gesteenten van de Rosebel-serie. Al deze gesteenten zijn gevormd uit eenzelfde type uitgangsmateriaal. De gesteenten van de boringen zijn metasomatisch veranderd ten gevolge van een granietintrusie, terwijl de subgrauwacken, grauwacken en kwartssericietgesteenten van de Rosebel-serie slechts regionaal-metamorph zijn.

Tabel 4 toont de verschillen in mineralogische samenstelling tussen de verschillende gesteenten.

TABEL 4.

Mineralogische veranderingen van de regionaal-epimetamorphe gesteenten van de Rosebel-serie, tengevolge van de contactmetasomatische processen.

	Reg. Metamorph Rosebel-serie grauwacken en subgrauwacken %	Contact Metasomatische gesteenten	
		Gros-groep boring WF I Grossavanne %	contactzones langs goudhoudende kwartsaders boring LB 65 (Pakirahill) %
Kwarts	60—80	40—50	8
Plagioclaas ...	0—3	20—30	60
Sericiet	20—40	13	6
Biotiet	—	—	2
Epidoot	—	14	23
Calciet	—	2	—
Chloriet	0—5	1	—

c. *Microscopisch onderzoek van de verweringskleien*

Het microscopisch onderzoek van de verweringskleien van de gesteenten van de Grosgroep en de contactzones langs de goudkwartsaders beperkt zich in feite tot een onderzoek van de zware fracties van deze kleien. De lichte fractie van deze kleien bestaat voornamelijk uit kwarts, sericiet en kleimineralen. SCHOLS (1950) vermeldt de aanwezigheid van orthoclaas in monsters van soortgelijke verweringskleien bij Km 116½ L. S. (Brownswegsavanne).

De zware fracties werden verkregen bij het korrelgrootte-onderzoek van de kleien, hetzij met behulp van bromoformscheiding, hetzij door het wegwassen van de lichte fractie met behulp van water (zie blz. 153).

Naast het onderzoek op de aanwezigheid van goud zijn ook de andere mineralen van de zware fractie bestudeerd.

In de meeste onderzochte kleien uit de goudkwartszones vormt limonietgruis het hoofdbestanddeel van de zware fractie. In de kleien van de savannengordel, die veel armer aan zware mineralen zijn, blijkt leucoxen en rutiel, naast zircon, te overheersen in de zware fractie. Deze mineralen overheersen ook, wanneer de grote hoeveelheid limonietgruis is afgetrokken van de zware fractie van de verweringskleien uit de goudkwartszones. Na behandeling met HCl is de limoniet uit de zware fractie verdwenen en blijkt in de meeste gevallen leucoxen het hoofdbestanddeel van de zware fracties te vormen. Daarnaast komt in enkele gevallen toermalijn als hoofdbestanddeel, dan wel sterk overheersend voor (WB 214).

De volgende mineralen werden in de zware fracties aangetroffen:

leucoxen
rutiel
zircon
toermalijn
epidoot
limoniet
haematiet
goud.

Leucoxen

Leucoxen vormt in de zware fractie van de meeste verweringskleien een hoofdbestanddeel, terwijl het in alle onderzochte kleien voorkomt.

Microscopisch zijn twee soorten van korrels te onderscheiden. In de eerste plaats komen witte tot geelwitte, ondoorzichtige, bij opvallend licht hoog-reflecterende, zeer fijnkorrelige kristalaggregaten voor, die in sommige gevallen een dubbelbrekende rand hebben. In één geval komen in deze fijnkorrelige aggregaten grove rutielnaalden voor van een donkergeelbruine kleur. Deze vergroeide rutielnaalden hebben slecht ontwikkelde kristalvlakken. Röntgen-onderzoek van dit type korrels toont aan, dat zij bestaan uit een mengsel van anataas en rutiel. Deze korrels zijn niet magnetisch.

In het tweede geval zijn de korrels, die eveneens bestaan uit witte, hoog-reflecterende fijnkorrelige kristalaggregaten, vergroeid met zwart opaak erts. Deze korrels zijn zwak magnetisch. Röntgen-onderzoek van dit type korrels toont aan, dat zij bestaan uit rutiel en haematiet.

Rutiel

Rutiel komt meestal met enkele korrels per zware fractie in de onderzochte gesteenten voor. De rutiel vindt men als geelbruine prismatische korrels met insluitsels.

Zircon

In alle monsters komt zircon schaars voor in de zware fractie. Het mineraal treedt op in idiomorphe kristallen, meestal met sporen van afronding langs de facetranden van het kristal. Zonaire bouw met troebeling van de verschillende zones komt algemeen voor. De kleur van de zircon is licht roseviolet. De zircon is rijk aan insluitsels. Hetzelfde type zircon treedt

algemeen op in de gesteenten van de Orapu-Formatie. In de verweringskleien moet het opgevat worden als een klastisch reliet uit de oorspronkelijke sedimenten. De vaak wat afgeronde korrelvorm wijst ook in die richting.

MILNER (1952) beschouwt het mineraal als zeer bestendig tegen metamorphe invloeden, hetgeen in overeenstemming is met bovengenoemde veronderstelling.

Toermalijn

Toermalijn komt met enkele korrels in de zware fractie van de meeste verweringskleien wel voor. In sommige kleien vormt het mineraal een hoofdbestanddeel of overheerst de andere mineralen van de zware fractie. Dit is onder anderen het geval in het monster WB 214. Hier werd waargenomen, hoe het gesteente, uitgaande van een kwartstoermalijnadertje, geïmpregneerd werd door de toermalijn. Elders werd hetzelfde verschijnsel waargenomen. De toermalijnkwartsader, die de toermalinisatie van het nevangesteente veroorzaakt, breekt hier zelf door een goudhoudende kwartsader heen. De toermalinisatie is hier dus het laatste verschijnsel van de contactwerking geweest. De toermalijn is macroscopisch zwart. Onder het microscop blijkt ze pleochroïtisch van rosebruin-groenzwart. Het is waarschijnlijk schorliet.

Epidoot

Enkele korrels epidoot zijn aangetroffen in de zware fractie van de verweringskleien.

Limoniet

Het optreden van limonietgruis in de zware fractie van de verweringskleien uit de goudkwartszones moet toegeschreven worden aan de aanwezigheid van pyriet in het onverweerde gesteente. In enkele gevallen overtreft de hoeveelheid limonietgruis de andere mineralen vele malen. Steeds komt het dan in de grove fracties voor als gebroken en uitgeholde stukjes met duidelijk kubische kristalbegrenzing, terwijl soms gave, vertweelinge gelimonitiseerde pyrietkuben nog aanwezig zijn.

Deze limonietkuben zijn in vele gevallen in sterke mate goudhoudend. De goudhoudende limonietkuben worden behandeld tezamen met de pyriet- en goudhoudende kwartsen (blz. 175).

Haematiet

Haematiet vormt in enkele monsters een vrij belangrijk percentage van de zware fractie. De haematiet is magnetisch. Röntgen-onderzoek toonde geen afwijkingen van het normale haematiet-diffractiepatroon.

Goud

Vrij goud werd in de zware fractie van de verweringskleien slechts sporadisch aangetroffen, voorzover de monsters in het laboratorium werden behandeld. Slechts enkele monsters toonden een of meer korrels goud. Deze monsters bleken steeds verontreinigd met stukjes aderkwarts, terwijl in de zuivere kleimonsters geen goud voorkomt. Het monster WB 750 is een voorbeeld van een verweringsklei in direct contact met een uitzonderlijk rijke

goudhoudende kwartsader. Uit de zware fractie van deze klei, die sterk verontreinigd is met de aderkwarts, werd ruim $1\frac{1}{2}$ g goud verkregen (batea-monster van ca 5 liter). Essais van de uitgewassen aderkwarts toonden hier gehalten van 166,6 en 195,6 gram goud per ton.

Bij het veldonderzoek met de batea bleek, dat de kleien over het algemeen een klein goudgehalte hebben. Daar waar ze rijk zijn aan gelimonitiseerde pyriet, kan het goudgehalte van de gezamenlijke massa echter vrij hoog worden (5,5 g goud/m³, DOEVE 1951).

2. Differentiële Thermische Analyse (D. T. A.) en Röntgenonderzoek van de verweringskleien

Het D. T. A.-onderzoek van de verweringskleien uit de goudkwartszone en van de gesteenten van de Grosgroep is uitgevoerd op het Geologisch-Mineralogisch Instituut der Rijksuniversiteit te Leiden, met de aldaar aanwezige apparatuur. Gewerkt werd met de fracties, kleiner dan 0,074 mm van de onderzochte monsters.

De samenstellende mineralen werden eerst Röntgenografisch bepaald.

De fractie kleiner dan 0,074 mm blijkt bij alle onderzochte monsters te bestaan uit kwarts, sericiet en kaolinit, in onderling wisselende hoeveelheden.

Bij het vergelijken van de Röntgen-diffractiepatronen van de onderzochte monsters met de patronen van de vergelijkingsopnamen van de afzonderlijke mineralen, bleek de sericiet een afwijking te vertonen ten opzichte van het normale sericiettype. Bij verschillende onderzochte monsters treden onderlinge verschillen op tussen de sericiet uit deze monsters.

Enkele reflecties zijn ten opzichte van elkaar verschoven, waardoor het beeld veel overeenkomst vertoont met paragoniet en phengiet. De reflecties komen echter ook niet geheel overeen met de Röntgenpatronen van laatstgenoemde mineralen.

De verschillen zijn het best te bestuderen bij de reflecties 1,50 Å en 1,33 Å van sericiet en 1,49 Å en 1,35 Å van paragoniet, corresponderend met de indices, respectievelijk 060. en 260. (Reference Clay Minerals 1949 GRIMM, BRAY & BRADLEY).

De gemeten waarden van deze reflecties bij de onderzochte monsters liggen hiertussen, terwijl bij vergelijking van de verschillende opnamen de overgangen duidelijk zichtbaar zijn.

De sericiet is mogelijk een phengietische natrium-kalium-glimmer, in samenstelling een tussenvorm tussen paragoniet en sericiet.

De chemische analyses van de verweringskleien tonen aan, dat deze kleien een betrekkelijk hoog natrium-gehalte hebben (tabel 7).

Het gedrag van de drie hoofdmineralen bij differentiële thermische analyse is vrij goed bekend, terwijl eveneens het gedrag van kwarts-kaolinit-mengsels in verschillende mengverhoudingen bekend is (DE BRUYN en VAN DER MAREL 1954).

Kwarts geeft een kleine endotherme reactie bij de reversibele inversie van de α - naar de β -modificatie. De standaard-inversietemperatuur is bepaald op $573,3 \pm 0,1^\circ \text{C}$ (Phellps).

KEPTH en TUTTLE (1952) vonden op deze standaard-inversietemperatuur afwijkingen tussen $+0,6^\circ \text{C}$ en $-1,3^\circ \text{C}$. Het warmte-effect werd door SOSMAN bepaald op 2—4 cal/g.

Kaolinit (DE BRUYN en VAN DER MAREL 1954).

Kaolinit geeft tussen 500 en 650° C een sterke endotherme reactie. Bij deze reactie wordt de structuur van de kaolinit volledig vernietigd en komt water vrij. Het warmte-effect van deze reactie komt overeen met 90—140 cal/g.

Zowel de kristalliniteit als de korrelgrootte van de kaolinit oefenen invloed uit op de reactietemperatuur en het warmte-effect. Slechte kristalliniteit kan de reactietemperatuur 20—30° doen dalen.

Een kleinere, exotherme reactie vindt plaats in het temperatuurbereik tussen 925—1030° C. Het warmte-effect bedraagt hier 20—40 cal/g. Bij deze temperatuur vindt rekristallisatie plaats van de metakaolinit.

metakaolinit — $\left\{ \begin{array}{l} \lambda - \text{alumina (INSLEY \& EWELL, 1934)} \\ \text{mullite (3 Al}_2\text{O}_3 \cdot 2 \text{SiO}_2\text{) (COMEFERO 1948).} \end{array} \right.$

DE BRUYN & VAN DER MAREL geven grafische voorstellingen van de betrekking tussen kwarts-kaolinit in verschillende mengverhoudingen en de beide piekarealen van de endotherme- en exotherme reacties.

Uit deze grafieken blijkt, dat de verhouding tussen mengsel en piekareaal van de endotherme reactie een lineaire functie is. Deze functie blijkt eveneens lineair voor de exotherme reactie bij de mengverhoudingen kwarts: kaolinit tussen 100/0 en 50/50, terwijl bij verdere stijging van het kaolinit-percentage in de mengverhouding het piekareaal onevenredig toeneemt.

Sericiet (DE BRUYN en VAN DER MAREL, 1954).

De dioctaedrische mica's, waartoe muscoviet (sericiet), paragoniet en margariet behoren, kenmerken zich in de D. T. A.-curve door een zwakke endotherme reactie, die over een groot temperatuurbereik (tussen 800—950° C) plaats vindt.

Voor muscoviet en sericiet is het warmte-effect 10—25 cal/g.

Bij vervanging van K door Na (paragoniet) wordt de reactie in hetzelfde temperatuurbereik iets versterkt.

Bij vervanging van K door Ca en Si₄Al₄ door Si₆Al₂ verschuift de reactie naar 900—1030° C en wordt sterker.

Lepidoliet geeft tenslotte de sterkste endotherme reactie van de glimmers tussen 825—925° C met een warmte-effect van 25—50 cal/g.

Door de grote spreiding van de endotherme reactie van sericiet is deze van weinig belang. Bij een korrelgrootte van het monster, groter dan 20 μ , is de reactie niet meer zichtbaar.

Betreffende mengsels van kaolinit, kwarts en sericiet werden in de literatuur geen gegevens aangetroffen.

De apparatuur, waarmee gewerkt is, werd vervaardigd naar het model van het bij de Landbouw-Hogeschool te Wageningen in gebruik zijnde apparaat (ARENS 1951).

Het Pt-PtRh-thermokoppel is met behulp van een pyrometer geijkt. De curven van de onderzochte monsters zijn fotografisch geregistreerd. De temperatuurgradient bedroeg bij alle monsters ca 9,2° C/minuut.

Ter voorbereiding van het eigenlijke onderzoek van de kleimonsters is eerst een serie ijkopnamen vervaardigd van kwarts-kaolinitmengsels in verschillende mengverhoudingen. Voor deze opnamen werd kaolinit van Macon (U. S. A.) gemengd met kwarts van een volkomen helder kwartskristal van onbekende herkomst.

De piekarealen van de endotherme- en exotherme reacties werden opgemeten en uitgezet tegen de verschillende mengverhoudingen (figuur 48).

De opname van zuivere kaoliniet geeft, bij normale weerstand in het thermokoppel, te grote piekarealen, die buiten het bereik van de registratie-apparatuur vallen. Een kleine extraweerstand werd hierbij tussengeschakeld in het thermokoppel, waardoor de piekarealen wel geregistreerd werden. De

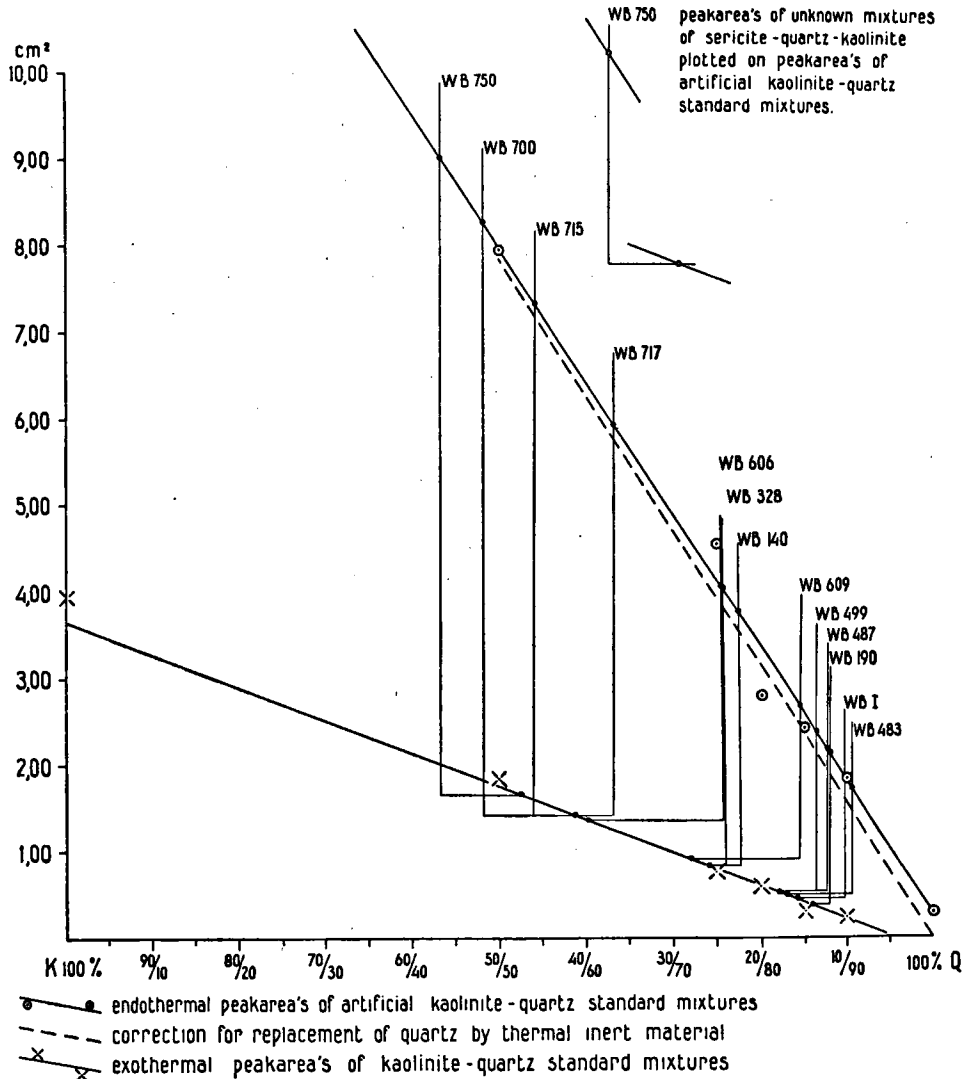


Fig. 48.

Piekoppervlakken van onbekende mengsels van kaoliniet-sericiet-kwarts (dunne genummerde lijnen), uitgezet tegen de piekoppervlakken van kunstmatige mengsels van kaoliniet-kwarts (dikke lijnen).

Peakarea's of unknown mixtures of sericite-kaolinite-quartz, plotted on the peakarea's of artificial mixtures of kaolinite-quartz.

opname is echter ongeschikt om ingepast te worden in de figuur. Afgaande op de resultaten van DE BRUYN en VAN DER MAREL werd de verbindingslijn tussen de verschillende mengverhoudingen voor de endotherme reactie recht doorgetrokken boven de verhouding KQ 50/50 (kaolinet:kwarts = 50:50).

Uit het hieruit gevonden theoretische piekareaal van het monster KQ 100/0 en de gemeten verhouding tussen de piekarealen van de respectievelijk endotherme en exotherme reacties van dit monster, werd vervolgens het theoretische piekareaal van de exotherme reactie berekend.

De afwijking van de lineariteit is zo gering, dat we ook de verbindingslijn tussen de exotherme piekarealen als een rechte mogen beschouwen, met een tendens tot afwijking van deze lineariteit boven de mengverhouding KQ 50/50, in dezelfde richting als ook DE BRUYN en VAN DER MAREL deze vinden.

De endotherme reactie van de kwarts bij ca 573° C speelt in deze monsters een kleine, maar duidelijke rol. In de monsters met de mengverhouding KQ 15/85 en 10/90 treedt in het temperatuurgebied tussen 550° en 600° C een duidelijke piekverdubbeling op. Een van de pieken ligt op omstreeks 573° en moet dus zeker aan kwarts worden toegeschreven.

De serie ijkopnamen is gemaakt met monsters van 400 mg.

De verweringskleien zijn in dezelfde monsterhouder geanalyseerd, met gelijke vullingsgraad en pakkingsdichtheid. Het gemiddeld gewicht van de monsters bedraagt ook hier 400 mg. Geanalyseerd werd de fractie kleiner dan 0,074 mm van de volgende verweringskleien.

1 Pay Mine	WB I	witte klei met gelimonitiseerde pyrietkuben.
2 Savannah Mine No. 1	WB 483	witte klei met weinig limonietkuben.
3 " " " "	WB 487	grijswitte klei.
4 " " " "	WB 499	grijsblauwe klei met limonietkuben.
5 Doorgraving lijn van Km 99 L. S.	WB 328	sericiet-kaolienhoudend zand.
6 Sabanpassi-savanne	WB 140	kaolienachtig verweerd gesteente.
7 Km 103 L. S. boring no. 8	WB 194	fijnzandige witte klei.
8 Km 111 L. S. Browns-wegsavanne	WB 717	witte klei.
9 Km 103,2 insnijding langs spoorbaan	WB 606	rood- en geelgekleurd kleiig zand.
10 Km 98,8 insnijding langs spoorbaan	WB 609	brokkelige crèmekleurige conglomeratische zandsteen.
11 Pakiraheuvel	WB 700	roodgekleurde, blauwgrijze klei.
12 Es Reef	WB 715	witte klei met conglomeratische relietstructuur en limonietkuben.
13 Pakiraheuvel	WB 750	witte klei met goudhoudende kwartsadertjes.

De opgemeten piekarealen van de geanalyseerde kleimonsters zijn ingepast in de grafiek van de ijkmonsters (fig. 48 en tabel 5).

Hieruit blijkt, dat de hoeveelheid kaolinet in de onderzochte monsters met behulp van de piekarealen vrij nauwkeurig kan worden bepaald. De grootste procentuele fout bedraagt ca 15,5 % (WB 606), de kleinste ca 2 % (WB 328).

TABEL 5.

IJkopnamen van kunstmatige mengsels van kaoliniet en kwarts in verschillende mengverhoudingen.

IJkmonster meng- verhouding	I	II	III	IV	V	VI	Mengverhou- dingen in ge- wichtsprocenten
KQ 100/0 ¹⁾	8,73	2,19	0,20				
KQ 50/50	7,94	1,82	0,19				
KQ 25/75	4,54	0,75	0,14				
KQ 20/80	2,77	0,59	0,17				
KQ 15/85	2,40	0,30	0,11				
KQ 10/90	1,82	0,24	0,11				
KQ 0/100	0,28	0,00	0,00				
Verwerings- kleien, fractie- 0,074 mm	I	II	III	IV	V	VI	
WB I	2,06	0,38	0,16	13,5	11	10,6	De Jong Noord
WB 483	1,68	0,50	0,23	13,5	30	12,9	Savannah Mine
WB 487	2,12	0,51	0,19	15,0	18	14,5	" "
WB 499	2,34	0,49	0,17	15,0	13	14,5	" "
WB 328	3,96	0,81	0,17	25,5	4	10,2	Grosgroep
WB 140	3,70	0,82	0,18	24,5	7	?	"
WB 194	1,84	0,45	0,20	13,0	23	8,2	"
WB 717	5,90	1,42	0,19	39,5	6	24,1	"
WB 606	3,99	1,36	0,26	32,5	22	15,6	"
WB 609	2,64	1,40	0,25	22,0	27	7,2	"
WB 700	8,20	1,40	0,15	46,5	23	41,3	De Jong Zuid
WB 715	7,32	1,41	0,19	43,5	5	37,7	" " "
WB 750	9,00	1,65	0,15	52,0	9	47 ?	" " "

- I. piekareaal in cm^2 van endotherme reactie tussen $500-650^\circ \text{C}$.
- II. piekareaal in cm^2 van exotherme reactie tussen $925-1030^\circ \text{C}$.
- III. betrekking tussen de piekarealen van de endotherme en exotherme reacties, gevonden uit:
$$\left\{ \frac{(\text{piekareaal exotherme reactie } \text{cm}^2)}{(\text{piekarealen } \text{cm}^2 \text{ exotherme} + \text{endotherme reactie})} \right\}$$
- IV. percentage kaoliniet van de onderzochte verweringskleien, gevonden uit de grafiek van figuur 48 (fractie kleiner dan $0,074 \text{ mm}$).
- V. relatieve nauwkeurigheid in procenten van het gemiddeld gevonden kaolinietpercentage (IV) van de onderzochte verweringskleien.
- VI. Percentage kaoliniet van de verweringskleien (alle zeeffracties) berekend uit tabel 6 (WB 750 is berekend op de korrelgrootte verdeling van WB 715).

¹⁾ De D. T. A.-opname van het monster KQ 100/0 is gemaakt met een grotere weerstand in het differentiële koppel dan de overige monsters.

De relatieve nauwkeurigheid ligt binnen de 30 % en is gemiddeld ca 15 %.

Uit de grafiek blijkt, dat wanneer we een correctie aanbrengen voor de totale vervanging van kwarts door sericiet, waarbij de sericiet als thermisch inert materiaal wordt beschouwd, de nauwkeurigheid van de bepaling groter wordt. In de monsters met een extreem grote procentuele fout, waarbij het piekareaal van de exotherme reactie in verhouding tot dat van de endotherme reactie te groot is, kan deze afwijking gedeeltelijk verklaard worden door een hoeveelheid sericiet inplaats van kwarts aan te nemen. De invloed van deze vervanging valt echter binnen de fout van de waarneming, zodat niets te zeggen is over de verhouding tussen kwarts en sericiet in de onderzochte monsters. In de grafiek is een opvallende regelmaat in de aard van de procentuele fout zichtbaar. De monsters met lage kaolinetpercentages vertonen een in verhouding te groot exotherm piekareaal. Bij de monsters met kaolinetpercentages 40—60 % is het exotherme piekareaal in verhouding te klein.

Om de mate van afwijking van de percentages kaolinet, gevonden uit het endotherme, respectievelijk exotherme piekareaal, weer te geven, werd het piekareaal van de exotherme reactie gedeeld door de som van de piekarealen van de exotherme en endotherme reactie. $\left(\frac{\text{exotherm cm}^2}{\text{exotherm} + \text{endotherm cm}^2} \right)$.

De bij de ijkmonsters gevonden wetmatigheid is grafisch weergegeven in figuur 49. De spreiding van de verschillende ijkmonsters blijkt vrij groot en wordt toegeschreven aan de onnauwkeurigheid tengevolge van de gebruikte apparatuur.

Een ruime marge, waarbinnen de afwijkingen van de ijkmonsters vallen, is aan beide zijden van de ideale piekarealenverhouding aangegeven. Niettemin blijken de onderzochte monsters afwijkingen te hebben, die in enkele gevallen ver buiten deze marge vallen, terwijl er systeem in de afwijkingen valt te constateren. Deze afwijkingen mogen niet verklaard worden uit onnauwkeurigheid van de methode, doch moeten veroorzaakt zijn door afwijkende samenstelling van de monsters ten opzichte van de ijkmonsters, i.e. door de aanwezigheid van wisselende hoeveelheden sericiet in de monsters.

Het is echter niet mogelijk, op grond van deze afwijking, semiquantitatieve bepalingen te doen betreffende de verhouding tussen kwarts en sericiet. Wanneer we de gevonden percentages kaolinet beschouwen, dan mogen we deze niet zonder meer met elkaar vergelijken. Van de monsters werd alleen de fractie kleiner dan 0,074 mm geanalyseerd. De percentages kaolinet moeten dus eerst omgerekend worden op 100 % van de onderzochte klei (kolom VI tabel 5).

De conclusie, die we op grond van de uitkomsten van het D. T. A.-onderzoek kunnen trekken, is, dat het kaolinetpercentage van de gesteenten, van noord naar zuid toeneemt. De laagste kaolinetpercentages komen voor in de noordelijke savannengordel (gemiddeld 10 %). Hierbij is het monster WB 140, waarvan geen korrelgrootte-analyse ter beschikking staat, op eenzelfde korrelgrootteverdeling berekend als het monster WB 328.

Het monster WB 717, uit de zuidelijke savannengordel (Brownswegsavanne) is niet meegerekend. Hier is het percentage kaolinet aanmerkelijk hoger (24 %). Dit monster sluit aan bij de groep van kleien uit de goudkwartszones van De Jong Zuid, die met een gemiddeld percentage van ca 40 % kaolinet, het rijkst zijn aan dit mineraal. De groep kleien uit de goudkwartsafzettingen van De Jong Noord en Savannah Mine No. 1, met een gemiddeld kaolinetpercentage van 13 %, liggen hiermee slechts even hoger dan de ge-

steenten van de savannengordel. Zoals ook al uit de Röntgen-diffractiepatronen van de diverse kleien bleek, spelen kwarts en sericiet in de meer noordelijke gebieden de belangrijkste rol, terwijl in de gebieden van De Jong Zuid, kaolinet een hoofdbestanddeel van de verweringskleien uitmaakt, hetgeen kan wijzen op een hoger plagioclaasgehalte van het onverweerde gesteente. Dit laatste is in overeenstemming met het microscopisch onderzoek van de gesteenten uit de boorkernen van Gros en De Jong Zuid.

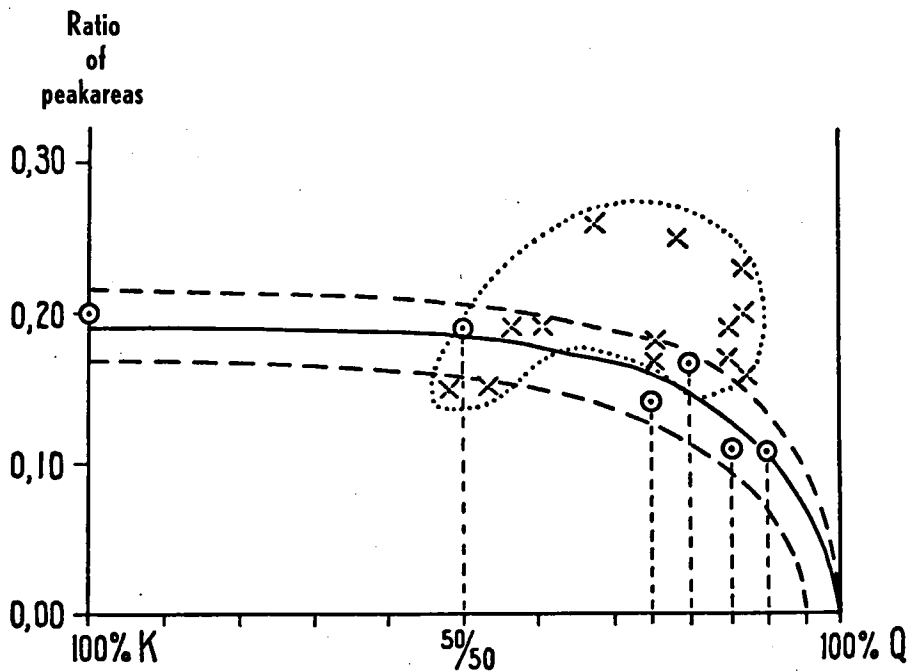


Fig. 49.

Verhouding van de piekoppervlakken van de resp. endotherme en exotherme reacties van onbekende kaolinet-seriet-kwartsmengsels uitgezet tegen dezelfde verhouding van piekoppervlakken van kunstmatige kwart-kaolinetmengsels.

Ratio's of peakarea's of examined samples plotted on those of artificial mixtures of kaolinite-quartz.

$$\frac{(\text{exothermal peakarea cm}^2)}{(\text{endothermal} + \text{exothermal peakarea's cm}^2)}$$

B. KORRELGROOTTE-ONDERZOEK VAN DE VERWERINGS-KLEIEN

Inleiding

Zowel bij het veldonderzoek als bij het microscopisch onderzoek van de boorkernen van Gros (WFI) en De Jong Zuid (LB 65) is gebleken, dat de fijnkorreligheid van de gesteenten in de eerste plaats moet worden toegeschreven aan de metasomatische veranderingen, die in het gesteente hebben plaatsgevonden, als een gevolg van de contactwerking van de graniet. In dit verband is vooral het optreden van conglomeratische relictstructuur in de

verweringskleien van de contactmetasomatische gesteenten langs de goudkwarts-afzettingen illustratief. Ook de grofschisteuse relictstructuren in deze verweringskleien doen eerder psammietische, dan pelietische gesteenten verwachten.

In verband hiermee werd een aantal korrelgrootte-analysen gedaan van verweringskleien uit de goudkwartszones en van de savannengordel (verweringskleien, zanden en zandstenen van de Grosgroep).

Methode van onderzoek

De behandeling van de monsters verliep als volgt. Een afgewogen hoeveelheid van het monster (indien mogelijk 1000 g) werd met behulp van een overmaat aan water gezeefd door een zevental „standaardzeven” waarin respectievelijk de fracties met korrelgrootten groter dan 10, 5, 2, 1, 0,5, 0,25 en 0,074 mm achterbleven. Daar de mogelijkheid bestond, dat goud met een korrelgrootte kleiner dan 0,074 mm in de monsters aanwezig was, werd het afgezeefde materiaal opgevangen in een porceleinen schaal. Door de overmaat aan stromend water, dat door de zeven werd geleid, kreeg het lichte slib geen kans om te bezinken en werd over de rand van de schaal afgevoerd, terwijl de zware mineralen, waaronder eventueel aanwezig goud, zich in de schaal verzamelden.

De aldus verkregen zeeffracties werden afzonderlijk gedroogd en gewogen. Het gewicht van de fractie kleiner dan 0,074 mm, werd bepaald door aftrekken van de som van de gewichten van de verkregen zeeffracties van het gewicht van het uitgangsmontser.

De fracties groter dan 0,25 mm werden met behulp van de loupe onderzocht op de aanwezigheid van goud, de fracties kleiner dan 0,25 mm werden eerst afzonderlijk gewogen en daarna bij elkaar gevoegd en met behulp van bromoformscheiding van hun lichte mineralen ontdaan. De zware fractie werd met het binoculair onderzocht op de aanwezigheid van goud.

Veel eenvoudiger en niet minder nauwkeurig bleek het mogelijk, de bromoformscheiding achterwege te laten en de lichte fractie met behulp van water weg te wassen, zoals dit ook bij het veldonderzoek met de batea gebeurt.

In principe komt de gevolgde methode overeen met het veldonderzoek op de aanwezigheid van goud in ongeconsolideerde gesteenten. Het tussenschakelen van de „standaard-zeven” resulteert echter in een groter aantal gegevens betreffende het onderzochte materiaal. Hoewel de slibfractie bij deze wijze van onderzoek verloren gaat, verdient de methode in ons geval de voorkeur boven het gebruik van een zeef-schudmachine. Hierbij blijft weliswaar de zeeffractie kleiner dan 0,074 mm bewaard, maar het nadeel is, dat de aanwezigheid van fijn goud moeilijk te bepalen is, vooral niet wanneer dit in zeer geringe hoeveelheden voorkomt.

Ter bepaling van het goudgehalte van deze verweringskleien zijn beide methoden minder geschikt dan het veldonderzoek met de batea, waarbij de bewerkte monsters ruim tien maal zo groot kunnen worden genomen.

Dat de kleien niet belangrijk goudhoudend zijn, werd echter hiermee wel bewezen. De goudhoudende monsters bleken steeds verontreinigd met aderkwarts, zodat aangenomen moet worden, dat de kleien zelf niet of nauwelijks goudhoudend zijn.

Waar deze kleien geëxploiteerd worden, is het goud steeds gebonden aan de goudhoudende kwartsaders en gelimonitiseerde pyrietkuben, die in deze kleien voorkomen.

De onderzochte monsters zijn afkomstig van de volgende vindplaatsen en gesteenten.

1	Savannah Mine No. 1	WB 457	gradinglaag met ijzerboontjes.
2	" " " "	WB 479	witte klei zonder gelimonitiseerde pyrietkuben.
3	" " " "	WB 483	witte klei met weinig gelimonitiseerde pyrietkuben.
4	" " " "	WB 487	grijswitte klei.
5	" " " "	WB 491	witte klei.
6	" " " "	WB 495	blauwgrijze klei met gelimonitiseerde pyrietkuben.
7	" " " "	WB 499	grijsblauwe klei met gelimonitiseerde pyrietkuben.
8	Pay Mine	WB I	witte klei met gelimonitiseerde pyrietkuben.
9	" "	WB II	witte klei.
10	" "	WB III	normaal ferrietisch verweerde schist.
11	Pakira Hill	WB 700	roodgekleurde blauwgrijze klei.
12	Es Reef	WB 715	witte klei met conglomeratistische relictstructuur en limonietkuben.
13	Doevoenoe	WB 214	witte getoermaliniseerde klei met conglomeratistische relictstructuur.
14	Km 102,8 boring 3 0,75—3,00 m	WB 192	fijnzandige witte klei.
15	Km 103 boring 8 6,90—7,30 m	WB 194	fijnzandige witte klei.
16	Km 103,2 insnijding spoorbaan	WB 606	rood- en geelgekleurd kleiig zand.
17	Km 100,8 insnijding spoorbaan	WB 608	compacte crèmekleurige zandsteen.
18	Km 98,8 insnijding spoorbaan	WB 609	brokkelige crèmekleurige conglomeratistische zandsteen.
19	Km 133 insnijding spoorbaan	WB 605	weinig geconsolideerd, crèmekleurig, kleiig, grof zand.

Korrelgrootteverdeling in de verschillende monsters

Bij beschouwing van tabel 6 blijkt, dat we de beschikking over een sedimentatiebalans moeten hebben om een correcte korrelgrootte-analyse te maken. De meeste monsters hebben een fractie kleiner dan 0,074 mm van 50—97 %, die niet meer met behulp van de aanwezige zeven is onder te verdelen.

Niet alle monsters zijn bepaald met behulp van de natte methode. Een deel van de monsters is bewerkt met een Rotap-zeef-schudmachine. Een zeef-schudtijd van 30 minuten bleek voldoende om vergelijkbare resultaten te krijgen (monsters 4 en 5).

De monsters no. 1, 10 en 19 blijken een van het algemene beeld afwijkende korrelgrootteverdeling te hebben.

Monster no. 1 is afkomstig van de grading of creeplaag (zie Hoofdstuk III, Deel I, die boven de witte kleien voorkomt. Het is een eindproduct van de

TABEL 6.

Korrelgrootte-onderzoek van verweerde gesteenten.
Korrelgrootteverdeling in gewichtsprocenten van de verschillende zeeffracties
in mm.

Monster no.		D > 10	D > 5	D > 2	D > 1	D > 0,5	D > 0,25	D > 0,074	D < 0,074
1	N	14,4	28,9	27,9	—	22,3	4,0	2,5	0,0
2	N	—	0,3	0,0	0,0	0,2	1,1	2,5	95,9
3	N	—	0,2	0,5	0,3	0,3	0,3	2,6	95,8
4	N	—	0,0	0,2	0,2	0,3	0,5	2,1	96,7
4	R	—	—	—	0,7	0,2	0,3	1,9	96,9
5	N	—	0,1	0,2	0,2	0,3	0,7	2,1	96,3
5	R	—	—	—	0,5	0,5	0,5	3,3	95,2
6	N	—	0,3	0,6	0,2	0,1	1,1	1,2	96,5
7	R	0,9	0,3	—	0,1	—	—	2,3	96,4
8	N	0,0	0,5	1,5	—	2,1	4,8	12,5	78,6
9	N	0,0	0,0	0,5	—	3,0	9,0	7,0	80,5
10	N	100,0	—	—	—	—	—	—	—
11	R	1,4	0,4	0,4	1,0	1,2	2,4	4,2	88,8
12	R	—	13,3	1,0	0,3	1,8	4,8	5,4	73,4
12 ¹⁾	corr.	—	0,5	0,1	0,2	1,8	5,3	5,5	86,6
13	R	—	0,2	0,1	0,1	0,1	2,0	14,2	83,3
14	N	—	—	0,0	0,1	10,4	17,5	15,9	56,1
15	N	—	—	0,0	0,8	13,7	11,6	11,0	62,9
16	R	1,5	0,9	0,7	4,3	20,2	7,0	17,5	48,0
17	N	—	—	3,0	14,0	38,0	10,8	6,0	28,2
18	N	5,5	2,5	5,0	9,0	13,0	12,4	20,0	32,6
19	R	2,5	11,1	51,7	20,1	7,8	3,8	1,9	1,1

R Rotap zeef-schudmachine.

N Natte methode.

12¹⁾ corr. Gecorrigeerd op het voorkomen van enkele grote gelimonitiseerde pyrietkuben in de fractie groter dan 5 mm.

laterietische verwerking van de gesteenten, die in de omgeving van de contactzones voorkomen, dat voornamelijk bestaat uit ijzerboontjes en korrelige geelbruine kleien.

Monster no. 10 is een monster van het gesteente buiten de contactzone, doch in de naaste omgeving hiervan. Het vertoont sporen van verwerking, die zich uit in het bruin en roodbruin verkleuren langs de korrelbegrenzungen van de samenstellende mineralen door limoniet.

Het gesteente komt voor op gelijke hoogte ten opzichte van het maaiveld als de monsters 7 en 8, op ca 20 m afstand hiervan.

Het monster no. 19 vertoont in het veld grote gelijkenis met de zanden en zandstenen uit de savannengordel. De korrelgrootteverdeling plaatst het echter buiten de besproken groep.

In de grafiek zijn de drie laatstgenoemde monsters niet opgenomen.

In de verweringskleien van de goudkwartsafzettingen komen in enkele gevallen gelimonitiseerde pyrietkuben, dan wel fragmenten gangkwarts voor. Slechts in die gevallen, waar dit meer dan $2\frac{1}{2}\%$ in de fracties groter dan 5 mm bedraagt, is een correctie op de aanwezigheid van deze grove fragmenten gemaakt. Het bleek alleen nodig voor het monster no. 12.

In de verweringskleien en -zanden van de savannengordel komt in de grovere fracties uitsluitend kwarts voor, als niet verweerd relict van het onderliggende gesteente.

Figuur 50 is een grafische voorstelling van de korrelgrootteverdeling,

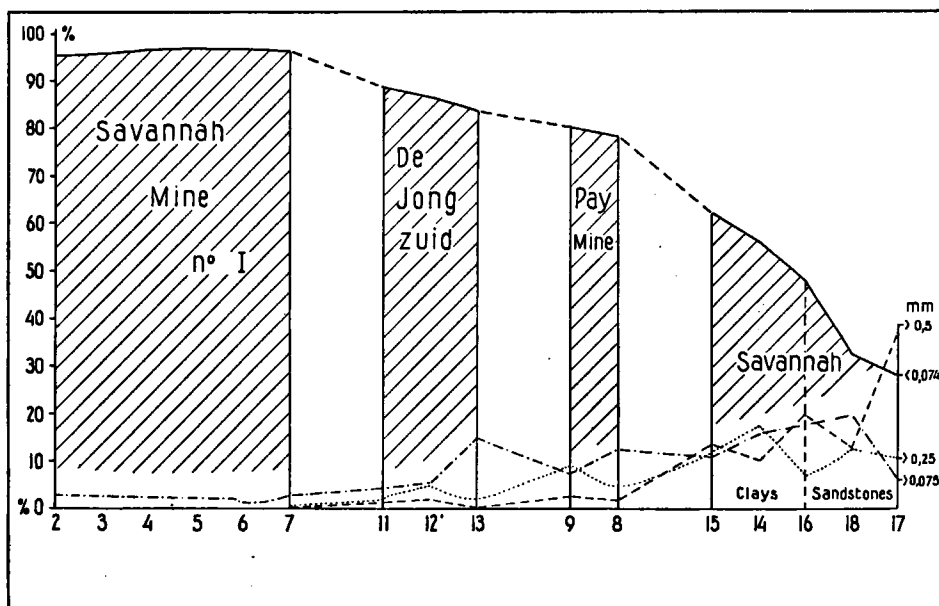


Fig. 50.

Verdeling van korrelgrootten in mm en gewichtsprocenten van kaolienachtig verweerde kleien, zanden en zandstenen van de contactzones van de goudhoudende kwartsgangen en van de gesteenten van de savannengordel (Grosgroep).

Distribution of grainsize in mm and weightpercents of the kaolinitic weathering products from the contactzones of the gold-bearing deposits and of the Gros group.

bedoeld ter verduidelijking van de tabel 6. Horizontaal zijn op gelijke afstanden, gerangschikt naar afnemend percentage van de slibfractie (kleiner dan 0,074 mm), de verschillende monsters afgezet; verticaal de percentages van de verschillende zeeffracties. De percentages van gelijke fracties zijn onderling verbonden. De verticale gearceerde kolommen verenigen de gesteenten uit eenzelfde gebied. De volgende vier gebieden zijn onderscheiden:

- Savannah Mine No. 1 (alle monsters uit hetzelfde profiel).
- De Jong Zuid (3 monsters van verschillende goudkwartsafzettingen).
- Pay Mine (2 monsters van dezelfde goudkwartsafzetting).
- Savannengordel (2 monsters van fijnzandige verweringskleien, 1 monster van kleiïge verweringszanden, 2 monsters van de verweerde, conglomeratische zandstenen).

Bij beschouwing van de grafiek zien we in de eerste plaats, dat de monsters van eenzelfde groep, bij rangschikking naar afnemend slibpercentage, naast elkaar blijven voorkomen. De meest extreme groepen, Savannah Mine No. 1 en de savannengordel, zijn door geleidelijke overgangen met elkaar verbonden (De Jong Zuid en Pay Mine).

De variatie in eenzelfde groep blijkt het kleinst bij de monsters uit hetzelfde profiel, het grootst bij de monsters van de savannengordel. In het laatste geval werden dan ook monsters van verschillende verwerkingstypen met elkaar vergeleken. Niettemin vallen de variaties in een groep binnen de variaties tussen de groepen onderling. Bij beschouwing van de secundaire frequentiemaxima zien we een geleidelijke verschuiving van links naar rechts. Bij de groep Savannah Mine No. 1 is van een secundair frequentiemaximum nog geen sprake. Bij de groep De Jong Zuid zien we een geleidelijk groter worden van de grovere fracties, waarbij de fractie tussen 0,25 en 0,074 mm de belangrijkste is.

De onregelmatige stijging van deze fractie in de monsters 8 en 13 moet bij de eerste toegeschreven worden aan de grote hoeveelheid limonietgruis in deze fractie, tengevolge van het uiteenvallen van de gelimonitiseerde pyrietkuben, terwijl het in het monster no. 13 veroorzaakt blijkt te worden door grote hoeveelheden toermalijn.

In de groep Pay Mine zet het verschijnsel van geleidelijke toeneming van de fractie tussen 0,25 en 0,074 mm zich voort. Naast laatstgenoemde fractie wordt ook de fractie tussen 0,5 en 0,25 mm groter en overtreft hier zelfs de vorige. In de savannengroep nemen de genoemde fracties bij de beide kleimonsters nog in dezelfde mate toe, om bij de zandsteenmonsters onregelmatig af te nemen. Hier is de fractie groter dan 0,5 mm plotseling veel belangrijker geworden. In deze groep is dan ook voor het eerst sprake van een secundair frequentiemaximum.

Waar bij het gesteente met de conglomeratistische relictstructuur uit de goudkwartszone (12 en 13) de oorspronkelijke aard van het gesteente geen invloed schijnt te hebben uitgeoefend op de uiteindelijke verweringsvorm, blijkt dit bij de savannenzandstenen wel het geval en moet het secundaire frequentiemaximum, dat in no. 17 zelfs een primair maximum is, opgevat worden als een invloed van de oorspronkelijke korrelgrootteverdeling in het gesteente, die door de verwerking niet tenietgedaan is.

C. CHEMISCH ONDERZOEK

Om een indruk te krijgen van de verschillen, die optreden tussen de regionaal-metamorphe gesteenten van de Rosebel-serie enerzijds en de gesteenten van de Grosgroep en de goudkwartszones, beide met hun verweringsproducten, anderzijds, zijn een zestal monsters geanalyseerd op het Petrochemisch laboratorium van het Geologisch-Mineralogisch Instituut der Rijksuniversiteit te Leiden.

Een viertal verweringskleien van de contactmetasomatisch veranderde gesteenten uit hetzelfde gebied, waren reeds geanalyseerd door het „Keramisch Instituut” te Gouda. Deze analyses zijn gepubliceerd in de „Mededelingen no. 3 van de G. M. D.” (SCHOLS, 1950).

Van deze laatste verweringskleien zijn slechts de zeeffracties kleiner dan $40\ \mu$ geanalyseerd. De analyses zijn normaal bewerkt, terwijl bij de uiteindelijk berekende mineralogische samenstelling de analyses zijn teruggerekend

op 100 % van het kleimonster, aannemende dat de grovere fracties uitsluitend uit kwarts bestaan. Een kleine fout is hiervan het gevolg, daar ook glimmer en in enkele gevallen limoniet in deze grovere fracties voorkomen. Kwarts zal in werkelijkheid in iets kleinere, glimmer en ijzermineralen in iets grotere percentages aanwezig zijn.

Voor de kaoliniet maakt het geen verschil, daar dit mineraal uitsluitend in de fractie kleiner dan 40μ voorkomt.

Alle analyses zijn berekend volgens de methode van BURRI en NIGGLI (1945). Bij het berekenen van de epinorm van de gesteenten werd niet eerst de standaard-epinorm berekend, doch direct de met de mineralogische samenstelling het meest overeenkomende variant. Voor de regionaal-metamorphe en onverweerde gesteenten van de Grosgroep en de goudkwartszones wijkt de berekening van de epinorm weinig af van de standaardmethode. Bij de verweringskleien is getracht een zo hoog mogelijk percentage kaoliniet te vormen.

Hiertoe is eerst alle aanwezige Hz en Sp gebruikt voor de vorming van phengiet, terwijl daarna pas C voor muscoviet en paragonietvorming van de resterende Kp en Ne is gebruikt. De omrekening van de basis op de verweringsvariant van de epinorm van de kleien verloopt voor alle verweringskleien als volgt:

		3 Fs	.....	2 Hm	+	1 Q	(+ H ₂ O)	Limoniet
		1 Cp	.....	1 Cp				
		1 Ru	.....	1 Ru				
12 Kp	+	6 Sp	+	10 Q	.....	28 Ph	(+ H ₂ O)	Phengiet
12 Kp	+	6 Hz	+	10 Q	.....	28 Ph	(+ H ₂ O)	Phengiet
6 Kp	+	4 C	+	4 Q	.....	14 Ms	(+ H ₂ O)	Muscoviet
6 Ne	+	4 C	+	4 Q	.....	14 Pg	(+ H ₂ O)	Paragoniet
12 Cal				8 Q	.....	16 Zo	+	4 Kaol
		1 C	+	1 Q	.....	2 Kaol	(+ H ₂ O)	Kaoliniet
			+	1 Q	.....	1 Q		Kwarts

De resultaten van de berekeningen zijn in tabel 7 weergegeven.

Geanalyseerd werden de volgende monsters

1. WB 94 Regionaal-metamorph, onverweerde sericiet-kwartsiet. Grote Louis-kreek ter hoogte van de Hellgate.
2. WB III Regionaal-metamorph, weinig verweerde grauwacke met kwarts en sericiet als hoofdbestanddelen. Het gesteente is afkomstig van ca 20 m afstand van de kaolienachtige verweringsklei uit de goudkwartszone van de Pay Mine, op dezelfde hoogte t. o. v. het maaiveld.
3. WFI Contactmetasomatisch, onverweerde, chloriet- en calciethoudende sericiet-epidoot-albietschist. Boring Gros, — 60 m t. o. v. maaiveld.
4. LB 65 Contactmetasomatisch, onverweerd, biotiethoudend sericiet-kwarts-epidoot-albietgesteente.
5. WBI Verweringsklei van het contactmetasomatisch omgezette gesteente in de goudkwartszone van de Pay Mine, De Jong Noord. Kaoliniet-sericiet-kwarts-klei met gelimonitiseerde pyrietkuben.
6. WB 715 Verweringsklei van het contactmetasomatisch omgezette gesteente van het Es-Reef, De Jong Zuid. Kwarts-sericiet-kaoliniet-klei met conglomeratische relietstructuur en gelimonitiseerde pyrietkuben.

TABEL 7.

Chemische analyses van regionaal-metamorphe, contactmetasomatische en
verweerde contactmetasomatische gesteenten.

	WB 94	WB III	WF I	LB 65	WB I	WB 715	Gros	Royal Hill	Km 116,5 L. S.	Saban- passi
SiO ₂	85,51	64,74	68,88	58,30	79,60	49,87	53,49	50,04	53,97	55,47
Al ₂ O ₃	6,97	17,27	14,41	19,40	12,03	34,13	30,18	31,72	29,26	27,85
Fe ₂ O ₃	3,37	9,01	1,28	3,81	1,78	2,46	2,24	4,17	3,13	2,52
FeO	—	0,08	1,27	0,72	—	0,38	0,11	0,25	0,16	0,19
MnO	0,05	0,02	0,07	—	—	—	—	—	—	0,01
MgO	0,41	0,30	2,27	2,63	0,60	—	0,59	0,16	0,26	0,58
CaO	0,18	0,21	3,16	7,08	0,39	0,28	0,08	0,10	—	0,04
Na ₂ O	0,74	0,95	3,41	4,98	0,72	0,91	0,35	1,13	0,19	0,01
K ₂ O	1,44	3,74	1,30	0,58	1,46	2,16	0,67	2,40	3,69	3,57
TiO ₂	0,42	1,16	0,23	0,32	0,71	0,50	0,32	1,40	0,41	0,45
P ₂ O ₅	0,08	0,16	0,12	—	0,08	—	0,05	0,04	0,04	0,07
H ₂ O ⁺	0,65	2,40	2,06	2,19	2,84	9,40	8,85	8,74	8,62	8,37
H ₂ O ⁻	0,04	0,14	0,25	—	0,14	—	0,31	0,15	0,26	0,69
CO ₂	—	—	1,58	—	—	—	—	—	—	—
	99,86	100,18	100,29	100,01	100,35	100,09	97,24	100,30	99,99	99,82

Niggliwaarden

si	943	307	322	185	705	200	230	203	239	257
al	45	48,5	39,5	36,5	62	81	76,5	75	76,5	76
fm	35	35	25,5	23	20	9	11,5	14,5	12,5	13
c	2	1	16	24	4	1	0,5	0,5	—	0,5
alk	18	15,5	19	16,5	14	9	11,5	10	11	10,5
k	0,58	0,71	0,19	0,07	0,59	0,63	0,87	0,57	0,93	0,97
mg	0,19	0,06	0,62	0,53	0,40	—	0,34	0,07	0,13	0,29
ti	3,3	3,4	0,8	1,0	4,8	1,4	1	4,1	1,3	1,4
p	0,3	0,3	0,1	—	0,3	—	—	—	—	—
h	23,3	39,4	33,7	23	87,5	126	131	119	131	140
co ₂	—	—	10,1	—	—	—	—	—	—	—

Analyste:

Mej. B. HAGEMAN

Mevr. Dr C.
M. DE SITTER-
KOOMANSMej.B.
HAGE-
MANJ. W.
BRINCK

— — — —

Petrochemisch Laboratorium van de Rijks-
universiteit te Leiden

Keramisch Instituut, Gouda

TABEL 7 (vervolg).

Basis

	WB 94	WB III	WF I	LB 65	WB I	WB 715	Gros	Royal Hill	Km 116,5 L. S.	Saban- passi
Cp	0,2	0,5	0,2	—	0,1	—	—	—	—	—
Ru	0,3	0,9	0,2	0,2	0,5	0,5	0,2	1,0	0,3	0,3
Kp	5,4	14,0	4,7	2,0	5,8	5,6	14,2	8,9	14,6	14,1
Ne	3,9	5,8	19,2	27,2	4,0	3,6	2,2	6,7	1,1	0,2
Cal	0,1	—	9,3	17,5	0,5	1,2	0,4	0,4	—	0,2
Cs	—	—	—	1,9	—	—	—	—	—	—
Sp	0,9	0,6	3,4	—	1,4	—	2,8	0,7	1,1	2,6
Hz	0,1	0,1	—	—	—	1,2	0,2	0,6	0,4	0,4
Fo	—	—	3,2	5,5	—	—	—	—	—	—
Fa	—	—	1,7	0,8	—	—	—	—	—	—
Fs	3,8	10,2	1,4	4,0	2,0	1,9	2,6	4,8	3,6	2,8
C	4,7	13,5	—	—	10,2	22,4	28,8	32,0	29,5	27,3
Q	80,6	54,4	56,7	40,9	75,5	63,6	48,6	44,9	49,4	52,1
W	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
CO ₂	2	8	7	6,8	9,3	42,3	—	—	—	—
M	80,6	54,4	56,7	40,9	75,5	63,6	48,6	44,9	49,4	52,1
L	9,4	19,8	33,2	46,7	10,3	10,4	16,8	16,0	15,7	14,5
Q	10,0	25,8	10,1	12,4	14,2	26,0	34,6	39,1	34,9	33,4
Epinorm										
Hm	2,5	6,8	0,1	2,4	1,3	1,3	1,7	3,2	2,4	1,8
Cp	0,2	0,5	0,2	—	0,1	—	—	—	—	—
Ru	0,3	0,9	0,2	0,2	0,5	0,5	0,2	1,0	0,3	0,3
Ce	—	—	1,6	—	—	—	—	—	—	—
Ph	—	—	—	—	6,5	5,6	14,0	6,1	6,5	14,0
Ms	12,4	32,6	10,9	4,7	7,0	7,6	19,2	14,7	27,0	19,3
Pg	6,3	13,6	3,8	—	10,0	8,4	5,0	15,7	2,5	—
Ab	2,0	—	29,3	45,4	—	—	—	—	—	—
An	0,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Zo	—	—	—	26,0	0,6	1,6	0,6	0,6	—	0,3
Pi	—	—	6,2	2,4	—	—	—	—	—	—
Ant	0,7	0,3	0,8	6,1	—	—	—	—	—	—
Fe-Ant	—	—	1,9	0,9	—	—	—	—	—	—
At	—	—	7,0	—	—	—	—	—	—	—
Kaol	—	1,6	—	—	10,6	36,0	43,9	46,7	42,2	43,6
Q	75,4	43,7	38,0	11,9	63,4	39,0	15,4	12,0	19,1	20,7
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
epinorm teruggerekend op 100 % van de ver- weringsklei						acc. sericiet kaolinet kwarts	1,5 23,1 26,5 48,9	4,4 33,8 43,3 18,5	1,3 17,5 20,4 60,8	1,5 21,6 28,2 48,7
							100,0	100,0	100,0	100,0

Overgenomen werden de analyses van: (SCHOLS 1950)

7. Gros. Verweringsklei (fractie kleiner dan 40μ , 60,4 %)

Zandige kaoliniet-sericiet-kwartskei van de Grossavanne bij Km 102,8 in de N—S-lijn.
8. Royal Hill. Verweringsklei (fractie kleiner dan 40μ , 92,6 %)

Kwarts-sericiet-kaolinietkei. Royal Hill goudkwartszone, De Jong Zuid.
9. Km 116,5 L. S. Verweringsklei (fractie kleiner dan 40μ , 48,5 %)

Zandige kaoliniet-sericiet-kwartskei. Brownswegsavanne ter hoogte van Km 116,5 L. S.
10. Sabanpassi. Verweringsklei (fractie kleiner dan 40μ , 64,4 %)

Zandige kaoliniet-sericiet-kwartskei. Sabanpassi-savanne a/d Saramaccarivier.

Bij beschouwing van de analyses van de monsters WB 94 en WB III zien we, dat de waarden voor al, fm, c, alk vrijwel overeenstemmen, terwijl de si-waarde belangrijk verschilt. Dit is geheel in overeenstemming met de mineralogische samenstelling van de gesteenten, waarvan de hoofdmineralen sericiet en kwarts zijn, in ten opzichte van elkaar wisselende percentages. Als nevenbestanddeel komt weinig chloriet in de gesteenten voor. Het gesteente WB 94 is een extreem kwartsietisch type van de normaal-regionaal-epimeta-morphe gesteenten van de Rosebel-serie, terwijl het gesteente WB III een verwerend grauwwacke-type, rijk aan sericiet representeert. De grote overeenstemming tussen de al, fm, c en alk-waarden van deze gesteenten toont eveneens aan, dat het gesteente WB III, dat een vrij sterk verweerd uiterlijk heeft, door de chemische verwerking practisch niet is veranderd. Het verweerde uiterlijk blijkt een gevolg van de omzetting van de ijzerhoudende mineralen, zonder dat het ijzer nog afgevoerd of geconcentreerd werd in dit gesteente. Als omzettingsproduct is limoniet ontstaan. Daar kwarts en sericiet als hoofdbestanddeel van de gesteenten van de Rosebel-serie steeds in wisselende hoeveelheden ten opzichte van elkaar voorkomen, terwijl daarnaast chloriet als nevenbestanddeel in de gesteenten van deze serie optreedt, mogen deze analyses, en in het bijzonder de analyse WB III kenmerkend worden geacht voor de chemische samenstelling van de regionaal-epimetamorphe gesteenten van dit gebied. WB 94 vertegenwoordigt een extreem kwartsietisch type, terwijl WB III met het grauwwacke- en subgrauwwacke-type overeenkomt. Het

k-getal $\frac{k}{(na + k)}$ van deze gesteenten is groter dan 0,50, hetgeen normaal is voor gesteenten van dit type.

De gesteenten uit de kernboringen bij Gros (WFI) en De Jong Zuid (LB 65) vertonen ten opzichte van de normaal-regionaalmetamorphe gesteenten grote verschillen in chemische samenstelling, welke gepaard gaan met verschillen in mineralogische samenstelling. Bij het mineralogisch onderzoek van deze gesteenten werd reeds gewezen op de alternatieven betreffende de verklaring van deze verschillen. Enerzijds kunnen de verschillen verklaard worden door aan te nemen, dat de gesteenten uit de boringen de metamorphe producten zijn van andere sedimenten dan die, waaruit de gesteenten van de Rosebel-serie ontstonden, anderzijds bestaat de mogelijkheid, dat de gesteenten uit eenzelfde type sediment ontstonden, doch dat bij de gesteenten uit de boringen belangrijke stoftoevoer heeft plaatsgevonden tengevolge van een granietische intrusie. De laatste mogelijkheid werd het waarschijnlijkst

geacht en vindt steun in het chemisch onderzoek van deze gesteenten. De gesteenten uit de boringen worden opgevat als metasomatisch-omgezette gesteenten van het type van de Rosebel-serie, tengevolge van de contactwerking van granietische intrusies.

De belangrijkste steun voor deze theorie is het lage k -getal van deze gesteenten, dat gedaald is van groter dan 0,50 bij de regionaal-metamorphe gesteenten, tot kleiner dan 0,20 bij de contactmetasomatisch-veranderde gesteenten, terwijl de alk -waarde zelf gelijk is gebleven. De veranderingen kenmerken zich verder in de chemische analyse door het hogere c -getal, gepaard met een daling van al . De fm -waarde vertoont een daling ten opzichte van de regionaal-metamorphe gesteenten, terwijl mg een stijging vertoont. Uitwisseling van ijzer en magnesium treedt op, met daarmee gepaard afnemen van ijzer.

De si -waarden van de gesteenten uit de boringen zijn betrekkelijk laag, maar daar het uitgangsmateriaal van deze gesteenten niet precies hetzelfde behoeft geweest te zijn, gezien ook de grote verschillen van de si -waarden bij de regionaal-metamorphe gesteenten, mag hieruit niet zonder meer desilificatie worden geconcludeerd.

Bij het microscopisch onderzoek van het gesteente uit de boring Gros blijkt zelfs in een laat stadium een geringe silificatie te zijn opgetreden, gepaard met carbonisatie van de gesteenten.

De metasomatische vervanging van kwarts door albiet, zoals in het gesteente van de boring Gros werd waargenomen en de geringe hoeveelheid klastische kwartskorrels in het gesteente van de boring De Jong Zuid, wijst op de mogelijkheid, dat desilificatie inderdaad heeft plaatsgevonden in een vroeg stadium van de contactwerking.

In dit verband is de publicatie van BOYLE (1955) van belang. Hij beschrijft de goudhoudende kwartsaders van de Yellow-Knife Greenstone Belt (Canada). Deze kwartsaders zijn van een soortgelijk type als de kwartsaders van het Mindrinetti-goudgebied, doch liggen in een ander nevangesteente (amfibolieten). Langs de goudhoudende kwartsaders en -lenzen bevindt zich ook een zone van sterk omgezet nevangesteente. Grafieken van de chemische analyses, loodrecht op de strekkingsrichting van deze zones tonen een duidelijke desilificatie van het nevangesteente in de richting van de kwartsaders. BOYLE veronderstelt, dat de kwarts van deze aders en lenzen afkomstig is uit de contactzone langs deze kwartsaders. Het migreren van de SiO_2 uit het gesteente en de concentratie in de vorm van kwartsaders en -lenzen houdt hij voor een gevolg van de werking van CO_2 en H_2O uit mineraliserende oplossingen, die in de shearzones doordrongen.

Daar te weinig analyses beschikbaar zijn bij het onderzoek van de goudkwartszones van het Mindrinetti-goudgebied, kon niet worden nagegaan of de theorie geheel of gedeeltelijk op kan gaan voor deze goudkwartsaders. Waarschijnlijk lijkt dit echter niet, daar dikke kwartsaders bekend zijn, vrijwel zonder omzettingsverschijnselen in het nevangesteente, naast sterk omgezette nevangesteenten met slechts dunne kwartsadertjes en stringers. Dat CO_2 bij de vorming van de kwartsaders een belangrijke rol heeft gespeeld, blijkt echter wel uit het insluitsonderzoek van de kwarts (Hoofdstuk III, Deel II).

Dat desilificatie van de contactzones in een vroeg stadium van de contactwerking heeft plaatsgehad, lijkt echter wel waarschijnlijk. Deze veronderstelling vindt ook steun in de conglomeratische relictstructuur van een aantal verweringskleien uit de goudkwartszones. De rolstenen van dit conglomeraat, die voornamelijk uit kwarts zullen hebben bestaan, vertonen noch mineralo-

gisch, noch in korrelgrootte van de verweringsklei, afwijkingen op de niet-conglomeratistische delen. Ook hier blijkt het dus waarschijnlijk, dat metasomatische vervanging van de kwarts door andere mineralen een rol heeft gespeeld. Deze metasomatische vervanging kan slechts desilificatie van de rolstenen tengevolge hebben gehad.

Of bij de metasomatische veranderingen in de gesteenten bepaalde elementen niet aan de stofuitwisseling hebben meegedaan, is moeilijk uit de analyses na te gaan.

Silicium is, getuige het voorgaande, zeker aan migratie onderhevig geweest. De elementen ijzer en magnesium tonen ten opzichte van de regionaal-metamorphe gesteenten respectievelijk daling en stijging. Calcium is sterk gestegen en schijnt in de gesteenten toegevoerd te zijn. Natrium vertoont eveneens een sterke stijging, kalium daarentegen een daling. Aluminium is in gewichtspercentages in de gesteenten van de boorkernen in ongeveer gelijke hoeveelheden aanwezig als in de regionaal-metamorphe gesteenten. Of het aluminiumpercentage bij de metasomatische omzetting van de gesteenten constant is gebleven, is niet bekend. De albitisatie van klastische kwartskorrels wijst erop, dat aluminium in het gesteente zeker ook gemigreerd is.

De verweringskleien van de contactmetasomatisch omgezette gesteenten vertonen grote chemische veranderingen.

Bij de beschouwing van de overgenomen analyses (SCHOLS 1950) zijn de si-waarden niet vergelijkbaar, in verband met het feit, dat de grove fractie van deze kleien, die voornamelijk uit kwarts bestaat, niet bij de analyse betrokken is.

De verweringskleien WB I en WB 715 vertonen sterk wisselende si-waarden. Rekening houdend met de verschillen tussen de percentages geanalyseerd gesteente van de overgenomen analyses van verweringskleien, blijken de si-waarden van deze kleien eveneens grote verschillen te tonen.

De al-waarden van de verweringskleien zijn steeds hoger dan die van de contactmetasomatische, zowel als van de regionaal-metamorphe gesteenten. Ten opzichte van deze beide voorgaande groepen is de fm-waarde wisselend, doch steeds iets lager. De c-waarde is veel lager dan die van de contact-metasomatisch-veranderde gesteenten en gelijk of iets hoger dan de c-waarde van de regionaal-metamorphe gesteenten.

Alk is steeds lager dan in de voorgaande groepen, terwijl het k-getal weer groter dan 0,50 is. Opmerkelijk is, dat twee waarden overheersen. De verweringskleien uit de goudkwartszones hebben een k-getal tussen 0,57—0,63, die van de savannengordels tussen 0,87—0,97.

Met behulp van de sterdiagrammen (P. NIGGLI, 1952) is het mogelijk een beeld te vormen betreffende de relatieve stoftoevoer en -afvoer bij de metasomatische veranderingen, die in de gesteenten, tengevolge van contactwerking dan wel verwerking hebben plaatsgevonden.

In figuur 51 is de gang van de verwerking van de contactmetasomatische gesteenten weergegeven.

Bij het gesteente uit de Boring Gros (WFI) is als verweringsklei het monster Gros (SCHOLS, 1950) genomen, teruggerekend op alle zeeffracties; bij het gesteente LB 65, de verweringsklei WB 715.

Beide sterdiagrammen geven hetzelfde beeld.

Uit de diagrammen blijkt een relatieve daling van c, fm en alk; stijging van si en al, in dezelfde volgorde.

In figuur 52 is de overgang van regionaal-metamorph gesteente (WB III)

via contactmetasomatische gesteenten (WF I en het hoger metamorphe gesteente LB 65) naar de verweringsklei WB 715 gegeven.

De rol, die si bij de contactmetasomatische processen speelt, is twijfelachtig, daar aangenomen moet worden, dat het uitgangsmateriaal van de verschillende gesteenten niet hetzelfde is geweest, gezien de grote variatie van de si-waarden van de regionaal-metamorphe gesteenten.

Van de waarden al, fm, c en alk blijkt al de minst veranderlijke. Fm en alk vertonen weliswaar variaties die niet veel groter zijn, maar de sterke verandering van de waarden voor k en mg wijzen er op, dat stofuitwisseling in belangrijke mate heeft plaatsgevonden.

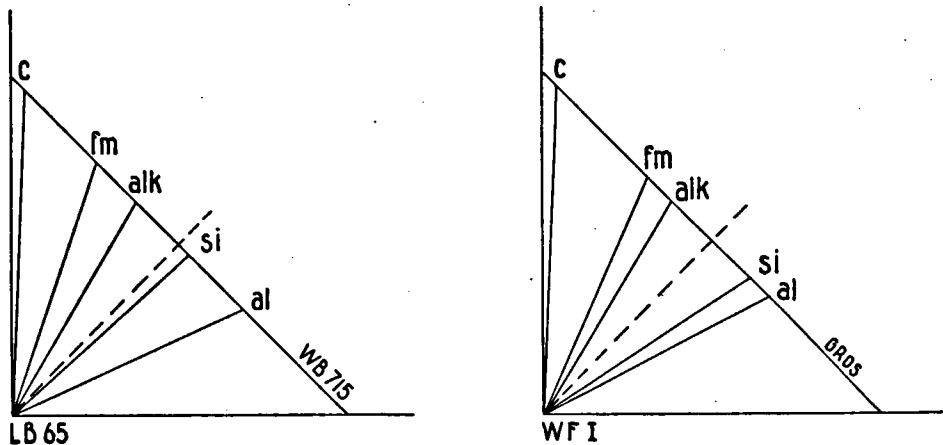


Fig. 51.

Sterdiagrammen volgens P. NIGGLI (1952) van de chemische verwerking van de contactmetasomatische gesteenten uit de boringen WF I en LB 65.

Diagrams illustrating the relative removal and supply of si, al, fm, c and alk (after P. NIGGLI, 1952) at the chemical weathering of the contact-metasomatically altered rocks from the drillings WF I and LB 65.

In figuur 53 is getracht een beeld te geven van de stofuitwisseling bij de contactmetasomatose van de regionaal-metamorphe gesteenten, gevolgd door de verwerking van de contactmetasomatische gesteenten, aannemende, dat Al_2O_3 bij deze processen constant is gebleven.

Als standaard-atoomaequivalentgetal ($\frac{1}{2} (\text{Al}_2\text{O}_3)$) werd het atoomaequivalentgetal van het monster WF I aangehouden (282).

Hierop werd het regionaal-metamorphe gesteente WB III betrokken, terwijl de monsters LB 65 en de verweringsklei WB 715 werden teruggerekend op het atoomaequivalentgetal $\frac{1}{2} (\text{Al}_2\text{O}_3) = 282$.

In de figuur 53 zijn horizontaal de atoomaequivalentgetallen voor SiO_2 uitgezet. De analyses van de verschillende gesteenten zijn hierop betrokken. De gesteenten WF I en LB 65 blijken op één lijn te vallen. Ten opzichte van de regionaal-metamorphe gesteenten blijkt een kleine vermindering van SiO_2 . Bij de verweringsklei treedt een vrij sterke desilificatie op.

Verticaal zijn de bij de analyses behorende atoomaequivalentgetallen van de verschillende elementen uitgezet. De gelijke elementen van de verschillende monsters zijn met elkaar verbonden.

Het diagram bevestigt de gevolgtrekking, die reeds bij beschouwing van de si-, al-, fm-, c-, alk-waarden en uit de sterdiagrammen gemaakt werden.

Uit het diagram blijkt duidelijk, dat de kleien in een vrij ver stadium van de chemische verwerking zijn. Natrium blijkt belangrijk te zijn afgenomen,

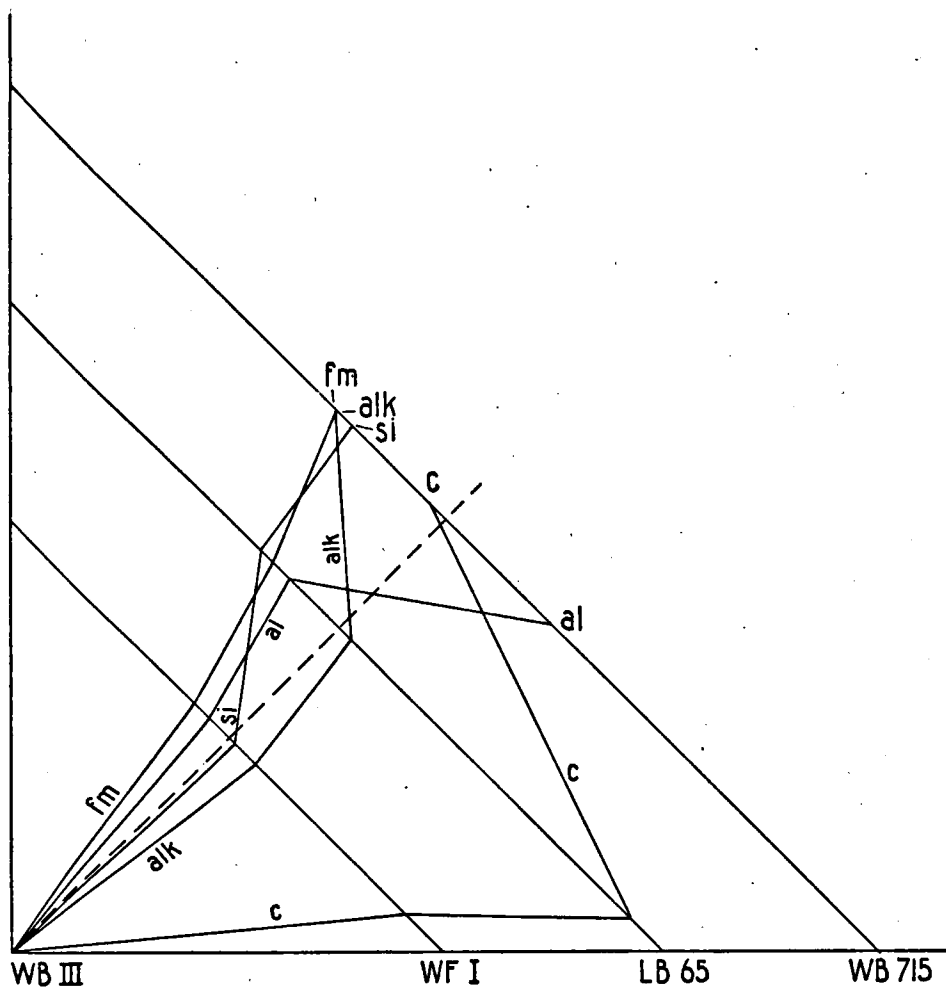


Fig. 52.

Sterdiagram van de chemische veranderingen van de regionaal-epimetamorphe gesteenten (WB III) tengevolge van contactmetasomatose (WF I en LB 65) gevolgd door verwerking (WB 715).

Diagram illustrating the chemical changes of the regional-metamorphic rocks (WB III) by contact-metasomatism (WF I and LB 65) and weathering of the contact-metasomatically altered rocks.

evenals calcium en magnesium. IJzer vertoont een geringere vermindering, terwijl inplaats van de relatieve silificatie in de verweringskleien (sterdiagrammen) in feite desilificatie optreedt. Opmerkelijk is het gedrag van kalium, dat een geringe stijging in de verweringskleien toont. Kalium-

adsorptie bij de verwerking lijkt onwaarschijnlijk, gezien de sterke alkali afvoer in het algemeen. Het lijkt waarschijnlijker, dat kalium ongeveer gelijk is gebleven. De kalium is uitsluitend gebonden aan de glimmer, die in deze verweringskleien voorkomt. Zoals het Röntgen-onderzoek bewijst, geldt dit eveneens voor de natrium uit de verweringskleien.

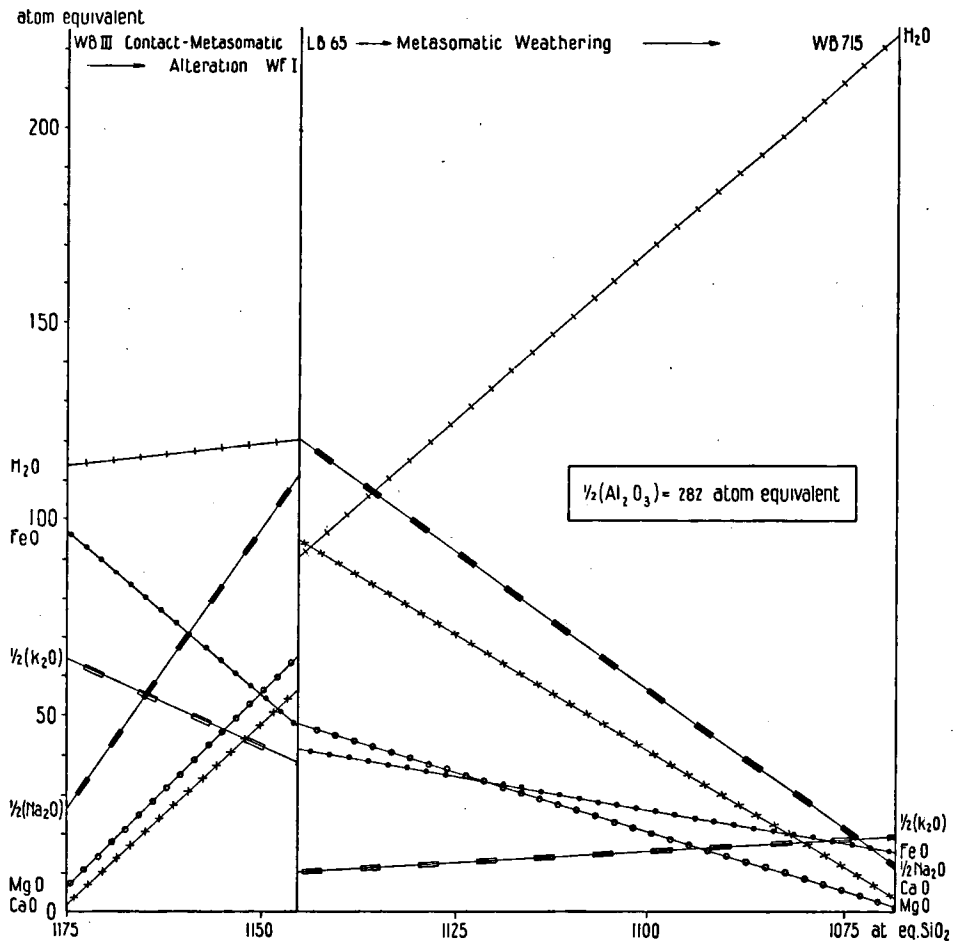


Fig. 53.

Chemische veranderingen van de regionaal-metamorphe gesteenten (WB III) ten gevolge van contactmetasomatose (WF I end LB 65) gevolgd door verwerking (WB 715). Aangenomen is een constant atoomaequivalentgetal voor aluminium ($\frac{1}{2}(\text{Al}_2\text{O}_3) = 282$). Chemical changes of the regional-metamorphic rocks (WB III) by contact-metasomatism (WF I and LB 65) followed by weathering (WB 715), supposing aluminum was constant during these processes (atom-equivalent $\frac{1}{2}(\text{Al}_2\text{O}_3) = 282$).

De alkalimetalen in de verweringskleien zijn in de glimmers bewaard gebleven, terwijl de grote hoeveelheid natrium in de albiet van het onverweerde gesteente bij de verwerking afgevoerd is, een residu, bestaande uit SiO₂ en Al₂O₃ (kaolinit), achterlatend.

Dit wijst op een mineraalselectieve verwerking.

De calcium-afvoer kan op dezelfde manier toegeschreven worden aan de verwerking van de epidoot, die in de verweringskleien slechts sporadisch voorkomt. Ook van de epidoot bleef bij de verwerking weer een residu van Al_2O_3 en SiO_2 achter in de vorm van kaoliniet.

De kaoliniet in de verweringskleien is dus ontstaan door mineraal-selectieve verwerking, voornamelijk uit albiet en epidoot.

De sericiet heeft bij de vorming van kaoliniet een weliswaar onbekende, doch zeker zeer ondergeschikte rol gespeeld, daar sericiet een hoofdbestanddeel van deze kleien vormt.

Daar albiet en epidoot juist de mineralen zijn, die zeker tengevolge van stoftoevoer zijn ontstaan, is de hoeveelheid kaoliniet in de verweringskleien een bruikbare graadmeter voor de mate waarin stoftoevoer in de contact-metasomatische gesteenten heeft plaatsgevonden. Uit de vermindering van het ijzer in de contactmetasomatische gesteenten kan de lichte kleur van de verweringsproducten verklaard worden.

Het lijkt zeer goed mogelijk, dat het afgevoerde ijzer in de vorm van goudhoudende pyriet in het gesteente bewaard is gebleven.

D. SAMENVATTING EN CONCLUSIES

Uit het mineralogisch onderzoek van de gesteenten van de boringen Gros (WF I) en De Jong Zuid (LB 65) blijkt, dat deze gesteenten een belangrijk andere mineralogische samenstelling hebben dan de regionaal-epimetamorphe, al dan niet chloriet- en/of chloritoidhoudende kwarts-sericietgesteenten van de Rosebel-serie (Orapu-Formatie). Deze andere mineralogische samenstelling uit zich voornamelijk in het rijkelijk optreden van albiet en epidoot in deze gesteenten en verder van calciet in het gesteente WF I, biotiet in het gesteente LB 65.

Structureel vertoont het gesteente WF I grote overeenkomst met de gesteenten van de Rosebel-serie.

De onderzochte gesteenten van de beide boorkernen kenmerken zich door een verwerking tot kaolien-sericiet-kwartskleien, een verweringsvorm, die kenmerkend is voor de gesteenten van de savannengordel en de gesteenten uit de goudkwartszones op De Jong Zuid, De Jong Noord en andere goudkwartszones in het Mindrinetti-goudgebied, alle gelegen aan weerszijden van de savannengordel en op korte afstand hiervan.

De mineralogische verschillen tussen de gesteenten uit de boorkernen en de regionaal-metamorphe gesteenten van de Rosebel-serie zijn verklaard uit de veronderstelling dat metasomatische processen, tengevolge van de contactwerking van een intruderend granietisch magma hebben plaatsgehad. Bij de gesteenten van de savannengordel (Grosgroep) wordt gedacht aan diffuse contactwerking, terwijl de gesteenten uit de goudkwartszone langs gunstige tectonische structuren (shearzones) veranderd werden door meer geconcentreerde restoplossingen tot op grotere afstand van het intruderende granietische magma (max. ca 2 km).

Bij de gesteenten uit de boring Gros (WF I) blijken twee stadia van contactwerking te onderscheiden.

1. De albietisering van de gesteenten vond plaats in een vroeg stadium, waarschijnlijk direct gevolgd door de epidotisering. In dit stadium trad desilificering op, getuige de vervanging van kwarts door albiet.

2. In een later stadium, mogelijk door geleidelijke overgangen met het vorige verbonden, vond silificering en carbonatisering plaats, getuige de uiterst fijne kwartsadertjes, die door de nieuwgevormde albiet heenbreken en het voorkomen van dunne kwarts- en calciadertjes in de gesteenten van de kern. Chlorietisering, sericietisering en de vorming van erts (haematiet) in de gesteenten geschiedde waarschijnlijk in dit stadium.

In de gesteenten van de boring De Jong Zuid (LB 65) is alleen het eerste stadium vertegenwoordigd.

De beide gesteenten vertonen mineralogisch zoveel overeenkomst, dat een genetisch verband tussen beide gesteenten als vaststaand moet worden beschouwd, terwijl aangenomen moet worden, dat de processen, die enerzijds aanleiding gaven tot de vorming van de gesteenten van de Grosgroep, anderzijds tot de gesteenten van de goudkwartszones in beide gevallen dezelfde geweest zijn. Zowel bij de diffuse contactwerking van het intruderende granietisch magma op de nevengesteenten van de Rosebel-serie (Grosgroep), als bij de indirecte contactwerking van deze graniet langs de shearzones wordt gedacht aan processen tengevolge van oplossingen, die uit het intruderend magma ontweken en op hun weg door het geïntrudeerde nevengesteente reageerden met dit nevengesteente.

Het optreden van twee stadia, waarbij respectievelijk desilificering en silificering optreden, kan een gevolg zijn van reacties van deze oplossingen met het nevengesteente. Dat de beide stadia niet overal in gelijke mate voorkomen, blijkt in de eerste plaats al uit de vergelijking van de gesteenten uit de beide boorkernen, doch ook de resultaten van het onderzoek van de verweringskleien wijzen in deze richting.

Uit het chemisch onderzoek is gebleken, dat kaolinit in de verweringskleien van de contactmetasomatisch veranderde gesteenten een gevolg is van de verwerking van albiet en epidoot, beide mineralen, die in het eerste stadium van de contactmetasomatose zijn ontstaan. De hoeveelheid kaolinit in deze verweringskleien is dus een graadmeter voor de belangrijkheid van dit proces in de contactmetasomatisch veranderde gesteenten. Uit het D. T. A.-onderzoek van de verweringskleien en het chemisch onderzoek blijkt, dat de hoeveelheid kaolinit in de verweringskleien van De Jong Noord en Savannah Mine No. 1, tezamen met die in de verweringskleien van de noordelijke savannengordel het kleinst is, terwijl in het monster van de Brownswegsavanne en de monsters van De Jong Zuid de grootste hoeveelheden kaolinit voorkomen. Dit wijst op een toenemen van het proces van albietisering en epidotisering in zuidelijke richting, i. c. het punt, waar de graniet van Km 109 L. S. aan de oppervlakte ontsloten is. Dit is het topografisch hoogste punt van de granietintrusie.

De goudmineralisatie staat niet rechtstreeks in verband met dit stadium van de contactwerking, daar de verspreiding van de goudkwartsafzettingen niet dezelfde tendens vertoont. Wel zijn uit het gebied van De Jong Zuid de rijkste goudvindplaatsen bekend.

Uit het korrelgrootteonderzoek van de verweringskleien van de Grosgroep en van die van de goudkwartszones blijkt, dat het kaolinitpercentage van de kleien ook niet rechtstreeks verband houdt met de korrelgrootteverdeling van deze kleien.

Uit het veldonderzoek en het laboratoriumonderzoek blijkt, dat de fijn-

korreligheid van de verweringskleien wel in verband moet worden gebracht met de contactmetasomatische processen en eveneens met de goudmineralisatie, al bestaat uiteraard met de goudmineralisatie slechts het zijdelings verband van de coincidentie. De goudkwartsaders blijken voor te komen in de meest fijnkorrelige gesteenten, i.e. de verweringsproducten van deze gesteenten, die een fractie kleiner dan 0,074 mm hebben tussen 75 % en 97 %.

Deze fijnkorreligheid wordt voornamelijk toegeschreven aan processen in het tweede stadium van de contactbeïnvloeding. Dit tweede stadium wordt eveneens in verband gebracht met de goudmineralisatie in dit gebied. Het kenmerkt zich door silificering en de vorming van de goudhoudende kwartsaders.

Zoals reeds gezegd, zijn de beide stadia niet scherp van elkaar gescheiden en bestaan er waarschijnlijk geleidelijke overgangen tussen beide. Het tweede stadium moet waarschijnlijk opgevat worden als een gevolg van het eerste.

HOOFDSTUK III

DE GOUDHOUDENDE EN GEASSOCIEERDE KWARTSGANGEN EN ENKELE AFWIJKENDE TYPEN VAN GOUDAFZETTINGEN

INLEIDING

Naast de normaal gebruikelijke onderzoekingsmethoden van de goudhoudende- en daarmee geassocieerde kwartsgangen en de hiermee in genetisch verband voorkomende ertsen, is ook een onderzoek uitgevoerd in verband met de vloeibare en gasvormige insluitels van deze kwartsaders, volgens de methoden, die door Dr G. A. DEICHA zijn ontwikkeld.

A. HET KWARTSONDERZOEK

Op grond van de mineralogische samenstelling kunnen de bij het onderzoek in Suriname waargenomen kwartsgangen in de volgende typen worden verdeeld.

Goud- en/of pyriethoudende kwartsgangen	type A
(Goudhoudende) blauwgrijze tot blauwe en blauwzwarte kwartsgangen	„ B
Toermalijnhoudende kwartsgangen (niet goudhoudend)	„ C
Ferberiethoudende kwartsgangen	„ D
Witte, niet gemineraliseerde kwartsgangen	„ E
Kwartsgangen van afwijkend type	„ F
Beryl-muscoviet toermalijn kwartsgangen	„ F ₁
Muscoviet-toermalijn kwartsgangen	„ F ₂
Muscoviet-kwartsgangen	„ F ₃
Chloriethoudende kwartsgangen	„ F ₄
Haematiethoudende kwartsgangen	„ F ₅
Kwartsgangen met rutielnaalden (Venushaar)	„ F ₆
Kyaniethoudende kwartsgangen	„ F ₇
Kwartsgangen met secundaire aanrijking met Mn-mineralen	„ F ₈

In verband met de goudmineralisatie zijn vooral de typen A t/m D van belang. Deze typen overheersen in de goudzones van het Mindrinetti-goudgebied en één of meer van deze typen zijn ook in de andere concessiegebieden aangetroffen. De typen A t/m C komen eveneens voor op het concessiegebied van de Sarakreek-Goudvelden N. V. a/d Lawa; het type C slechts in geringe hoeveelheden. Het type D is tot dusverre slechts bekend van één vindplaats op De Jong Zuid. Hoewel toermalijnkwartsgangen vaak in groten getale optreden in de goudzones, kon tot dusverre niet aangetoond worden, dat goud

ook in deze kwartsgangen voorkomt. Uit de essaais van een aantal kwartsen blijkt, dat het goudgehalte van de kwartsen zeer wisselend genoemd kan worden (tabel 8).

TABEL 8.

Essaais van kwartsaders.

De essaais hebben betrekking op 30 g geanalyseerde kwarts.

		g Au/ton
WB 105	De Jong Noord, witte kwarts met limoniet	0,1
WB 711	Granietgebied Km 109, witte kwarts	nihil
WB 718	Headley Reef, jongere E—W kwartsadertjes	0,3
WB 719	Headley Reef, oudere N 15 W kwartsgang	14,8
A.	Headley Reef, tailingkwarts (G. M. D. 1953)	17,8
B.	Headley Reef, tailingkwarts (G. M. D. 1953)	17,6
C.	Headley Reef, oudere N 15 W kwartsgang (G. M. D. 1953)	90,0
WB 724	N—S lijn Gros, witte, pyriethoudende kwarts	0,9
WB 726	N—S lijn Gros, witte kwarts	spoor
WB 727	Grossavanne ten westen Km 102,8, witte kwarts	0,6
WB 728	Grossavanne ten westen Km 102,8, witte kwarts	nihil
WB 742a	Mayo Westlijn, witte pyriethoudende kwarts	0,1
WB 744	Mayo tunnel, witte stringerkwarts met tjap's	55,9
I	kwartsadertje WB 749, Pakirahill (G. M. D. 1953)	166,6
II	kwartsadertje WB 750, Pakirahill (G. M. D. 1953)	195,6
WB 751	De Jong Zuid, limoniethoudende kwarts van Es-reef	spoor
WB 755	Pay Mine, pyriethoudende kwarts	39,7
WB 758	Caro Mine, pyriethoudende kwarts	2,4
WB 760a	Noutoe goud-kwartszone, pyriethoudende kwarts	1,3
WB 762	De Jong Noord, donker blauwzwarte kwarts.....	12,8
WB 763	De Jong Noord, donker blauwzwarte kwarts.....	1,6
WB 865	Matappi Goldlanding, witte kwarts uit grading	nihil
WB 867	Matappi Goldlanding, witte kwarts uit grindlaag	0,1
WB 886	Avanaveroheuvcl, witte kwartsader	nihil
WB 896	Stonekreek, kwartsstringers	0,4
WB 905	Stonekreek, toermalijnhoudende kwartsstringers	0,3
WB 968	Kendallkreek, witte kwartsaders uit schist (tunnel)	0,1
WB 969	Kendallkreek, witte kwartsaders uit schist (tunnel)	0,1
WB 971	Kendallkreek, witte kwartsaders uit kwarts-dioriet-porfieriet (tunnel)	0,3
WB 972	Kendallkreek, witte kwartsaders uit kwarts-dioriet-porfieriet (tunnel)	0,9

Essaieur: Ir C. VAN KOOTEN.

Laboratorium van de Geologisch Mijnbouwkundige Dienst te Pararibo.

De essaai's hebben betrekking op 30 g geanalyseerde al dan niet goudhoudende kwarts.

Deze 30 g analyse-monster werd steeds verkregen van een grotere hoeveelheid uitgangsmateriaal, dat gestampt en gemengd werd.

Er is een spreiding waarneembaar van sporen goud tot gehalten van 50—100 en zelfs tot 200 g goud/ton. Voornamelijk de kwartsen van het pyriethoudende type A en het blauwe kwartstype B zijn geanalyseerd. Daarnaast zijn ook een aantal kwartsen uit de savannengordel en het granietgebied bij Km 109 geanalyseerd. Deze kwartsen zijn genetisch van hetzelfde type als die uit de goudhoudende kwartzones, zoals gebleken is uit het insluitselonderzoek. Over het algemeen zijn de essaais in overeenstemming met de veldgegevens betreffende het goudgehalte van de kwarts. Deze veldgegevens werden verkregen door het vergruizen en bateren van de kwarts. Ook hier bleek, dat de kwartsen van hetzelfde type in de meeste gevallen sterk uiteenlopende goudgehalten toonden. De extreem hoge goudgehalten, die bij het essaieren van de kwartsen verkregen werden, zijn niet representatief voor de afzettingen. Ze wijzen slechts op plaatselijk grote concentraties. Het betreft voorkeurmonsters, waarbij macroscopisch zichtbaar goud werd waargenomen.

De kwarts WB 711 vertoont geen sporen van goud. Deze kwarts is afkomstig uit het granietgebied bij Km 109 L. S.

Voor de savannenkwartsen, waarbij gedurende het veldonderzoek geen goud kon worden aangetoond, blijkt, dat in enkele gevallen een laag goudgehalte wel voorkomt (WB 727). Gezien de resultaten van het onderzoek van de gesteenten van de Grosgroep, waaruit bleek, dat gelijksoortige processen, zowel deze gesteenten als de gesteenten uit de goudkwartzones metasomatisch hebben veranderd, als uit het insluitselonderzoek van de kwarts, waaruit blijkt, dat de kwartsen van de savannengordel genetisch verwant zijn aan de kwartsen uit de goudkwartzones, is dit een te verwachten resultaat.

De essaais van de kwartsadertjes uit de tunnel van Kendallkreek tonen, dat deze in geringe mate goudhoudend zijn. De kwartsen aangetroffen in het gebied tussen Kabalebo en Matappikreek hebben eveneens zeer lage goudgehalten. In het laatste geval betrof het zelfs een toermalijnhoudende kwartsader (WB 965).

Bij het veldonderzoek werd bij het verwassen van de vergruisde kwartsen in dit gebied geen goud aangetroffen.

In het gebied van De Jong Noord is de grens van de zone met goudhoudende kwartsgangen van het type A en B bepaald door het optreden van toermalijnkwartsgangen. Op De Jong Zuid komen toermalijnhoudende kwartsgangen tezamen met de goud- en pyriethoudende kwartsgangen voor, hoewel zij hier jonger zijn dan de laatstgenoemde. Mogelijk vormen de toermalijnkwartsgangen een overgang naar de kwartsgangen van groep F1 t/m 3.

Dit laatste type komt voor aan de Beneden-Marowijne in het contact-aureool van een graniet. Een soortgelijke associatie is ook bekend van Rama aan de Surinamerivier. In het granietgebied van Km 109 L. S. komen enkele ferrietblokken voor met grove muscovietblaadjes. Dit kan wijzen op de aanwezigheid van een soortgelijke associatie, daar in de omgeving van deze ferrietblokken eveneens toermalijnhoudende kwarts voorkomt. Beryl werd echter in de wasmonsters uit de omgeving niet aangetroffen. Kwartsen van het type E komen over geheel Suriname voor. De kwartstypen F4 en 5 zijn afkomstig van de Boven-Lawa. F6 komt voor in het graniet-migmatietgebied, dat gedurende de Medisch-Wetenschappelijke Expeditie naar de zuidgrens werd onderzocht. Het type F7 is afkomstig van het Nassau-gebergte.

De kwartsaders van alle typen kunnen sterk verontreinigd zijn door limoniet, dat op scheurtjes en barstjes is afgezet. Ook mangaanrijke ver-

bindingen, vaak met vrij belangrijke sporen van Cu, Ni, Co kunnen tezamen met de kwartsgangen optreden. Deze kwartsen behoren tot het type F 8.

Daar de onderzochte monsters uit de oxydatiezone afkomstig zijn, kan niet worden nagegaan, of het optreden van deze mineralen, als producten van supergene concentratie, gebonden is aan andere kwartstypen dan de bovenvermelde. Dit laatste is echter wel waarschijnlijk. Voorzover kan worden nagegaan, komt goud wel tezamen voor met limonietkorsten en limonietische verontreinigingen, doch niet met de mangaanrijke verontreinigingen. De mangaanrijke supergene afzettingen staan bekend als asbolaan wanneer Ni en Co als aantoonbaar bestanddeel voorhanden is.

Op bepaalde vindplaatsen (Royal Hill, Deira en Mayo) komt het goud vaak voornamelijk voor op de grens tussen de kwarts en de limonietkorsten. Limonietkorsten van dit type staan bekend onder de naam „tjap”. Dat de oxydatie van pyriet bij de vorming van deze „tjaps” een rol speelt, bewijzen de gelimonitiseerde pyrietkuben en kristalnegatieven van pyriet, die op of in deze tjaps voorkomen. Het goud dat op de grens tussen de tjaps en de kwarts voorkomt, bevindt zich hier waarschijnlijk niet meer op een primaire ligplaats, doch moet gezien worden als een gevolg van supergene aanrijking. Kwartsaders van dit type worden besproken met de goud- en pyriethoudende kwartsaders van het type A.

Structureel zijn de kwartsaders vaak zeer verschillend. Idiomorphe kwarts-kristallen, vaak tot 20 cm groot, komen veelvuldig voor in de grindlagen op de concessie van de Sarakreek-Goudvelden N. V. Zowel melkwhite als heldere kwarts-kristallen komen voor. Deze kwartsen zijn altijd van het type E (niet goudhoudend).

Bij de andere typen komt voornamelijk zeer grofkristallijne tot grofkristallijne xenomorphe kwarts voor. In een enkel geval komen ook primair middelkorrelige kwartsen voor. De meeste kwartsaders hebben weinig kataklastische structuren. Unduleuze uitdoving van de kwarts treedt in verschillende mate op, bij vele kwartsen gepaard met Böhmse-streping (figuur 54). Soms treden mortelranden op langs de kristalbegrenzungen (figuur 55). Volledig gerekristalliseerde kwartsen zijn betrekkelijk zeldzaam. Ze kenmerken zich door een middel-gelijkkorrelige structuur, met eenvoudige korrelbegrenzungen. Snoeren van secundaire insluitsels zijn door de korrelbegrenzing te vervolgen (figuur 56).

Sacharoïde kwartsen zijn van de meeste kwartstypen bekend. Over het algemeen wordt in Suriname door de goudzoekers aangenomen, dat deze sacharoïde kwartsen bijzonder rijk aan goud zijn. In de onderzochte gevallen bleek echter steeds, dat het sacharoïde karakter van de kwartsen een gevolg was van mechanische processen en niet gebonden aan bijzondere kristallisatievoorwaarden. Slechts die typen van sacharoïde kwartsen bleken goudhoudend, waarvan ook de niet-sacharoïde typen goudhoudend zijn (A en B). De sacharoïde kwartsen vertegenwoordigen de eindvorm van het structurele type met de mortelranden tussen de kristalbegrenzungen. Overgangen tussen deze beide typen komen veelvuldig voor. Ze komen vooral daar voor, waar latere bewegingen langs of in de kwartsgangen hebben plaatsgevonden. Sacharoïde kwartsen zijn in situ aangetroffen, o.a. bij het Headley-Reef. Hier komen goed ontwikkelde wrijfspiegels in de kwartsgang voor. Ze komen vaak voor in de nabijheid van dolerietgangen (Savannah Mine No. 1, Noutoe-goudkwartszone bij de Noutoe-Westgang).

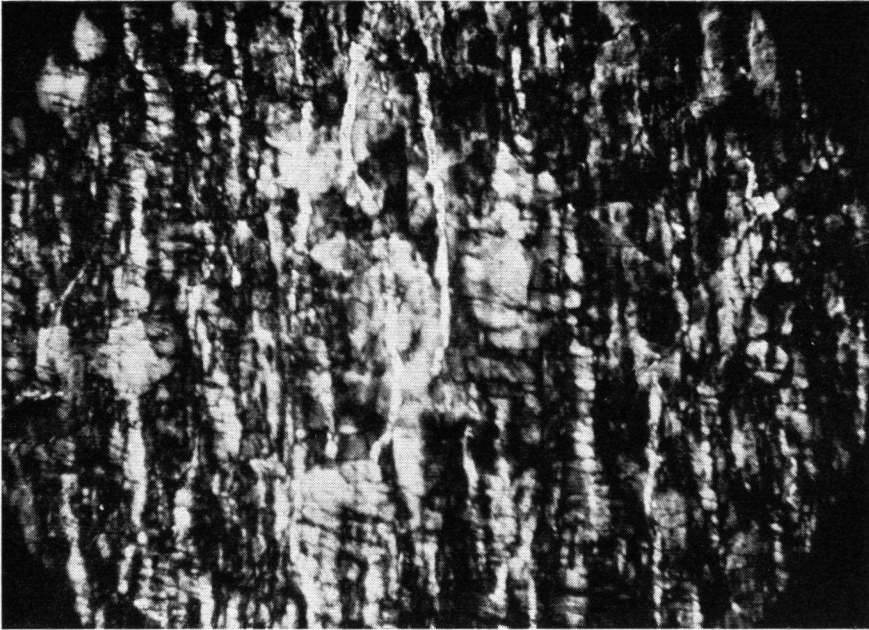


Fig. 54.
Unduleus uitdovende blauwe kwarts.
Undulatory extinction of blue quartz. V. 20 X.

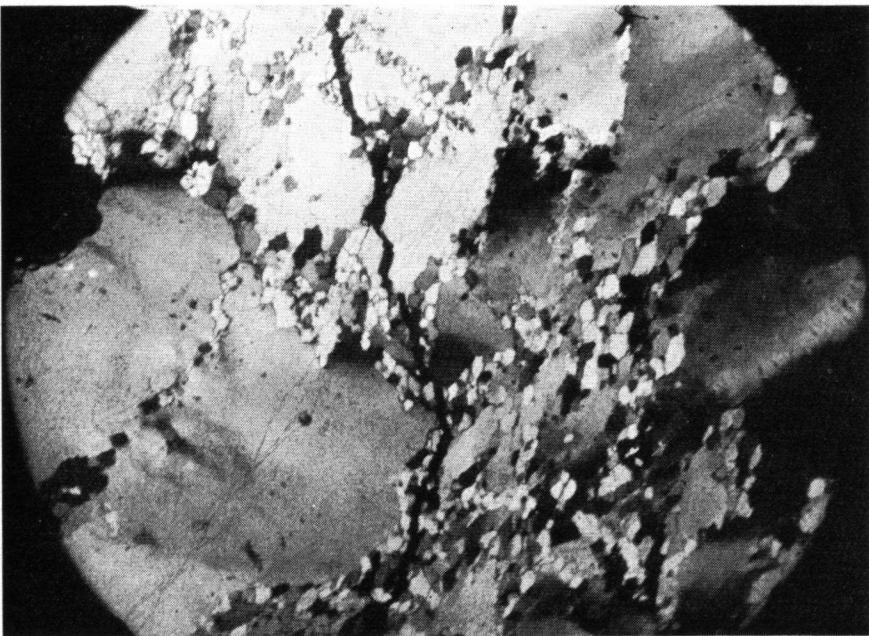


Fig. 55.
Kwarts met mortelstructuur.
Quartz showing mortel-structure. V. 20 X.

Van de genoemde kwartstypen zullen alleen de typen A t/m D verder besproken worden.

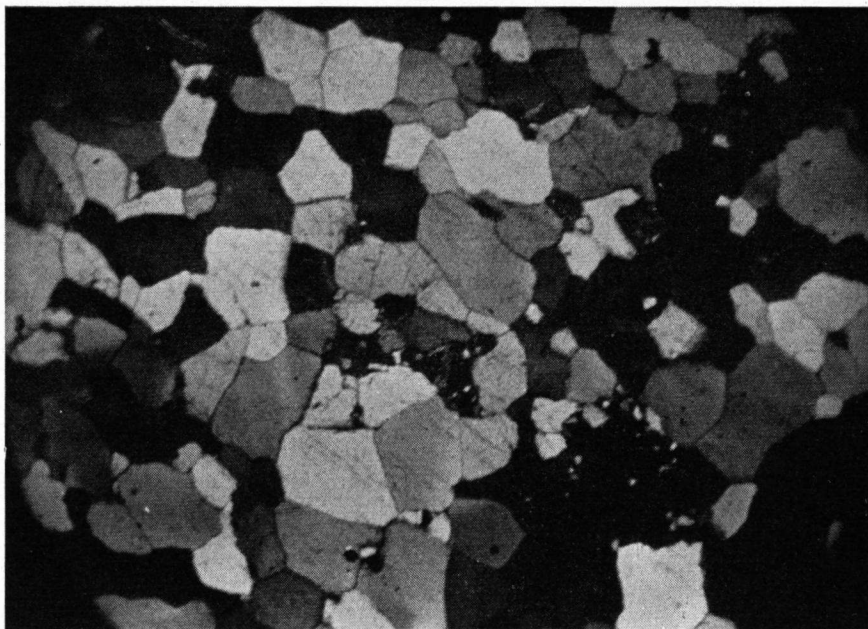


Fig. 56.

Gerekristalliseerde kwarts met secundaire insluitselvlakken, die door de korrelbegrenzing zijn te vervolgen. V. 20 $\times$.
Recrystallised quartz with planes of secondary inclusions which can be followed through the grain boundaries.

1. Goud- en/of pyriethoudende kwartsgangen (Type A)

Dit zijn witte tot grijze kwartsen. Pyriet komt hierin voor als gelimonitiseerde kuben of kubische kristalnegatieven. Het zijn vaak groepen van kwartsaders met een 20—100 m brede contactzone in het nevengesteente, zoals in het Mindrinetti-goudgebied werd waargenomen. Het contactmetasomatisch veranderde nevengesteente bevat eveneens gelimonitiseerde pyrietkuben.

De gelimonitiseerde pyrietkuben zijn goudhoudend (zie tabel 9, blz. 177).

De limonitisering van deze kuben is een gevolg van de chemische verwerking. In sommige gevallen is zelfs haematiet gevormd bij dit proces.

Om de verwerende pyriet in de kwarts is limoniet geïmpregneerd, die de kwarts rood kleurt (figuur 57). In vele gevallen komt in deze limonitische impregnatiezone goud voor in de vorm van fijne speldeknoopgrote spikkels. In zeldzamer gevallen, waarbij de pyriet geheel verweerd is en nog slechts de kristalafdruk van de pyriet in de kwarts zichtbaar is, bevindt zich op de wand van deze afdruk een fijn huidje van goud (figuur 58). Soms is de afdruk gevuld met zwart poederig materiaal, waarin goud als fijne puntjes zichtbaar is.

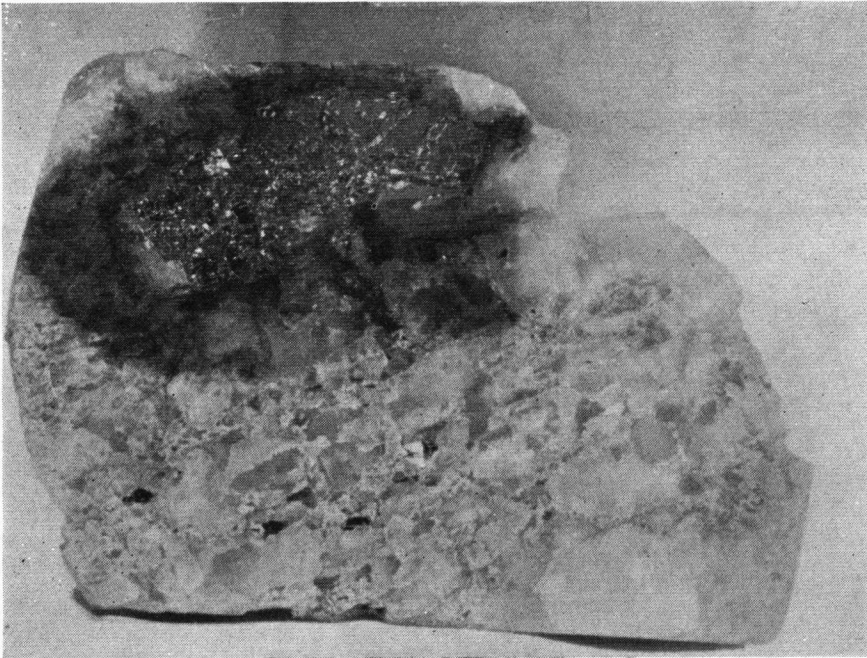


Fig. 57.

Door ijzerverbindingen roodgekleurde kwarts om limonitiserende pyriet.
Quartz which has been redcoloured by iron-oxides around limonitising pyrite.
V. 4 $\times$.

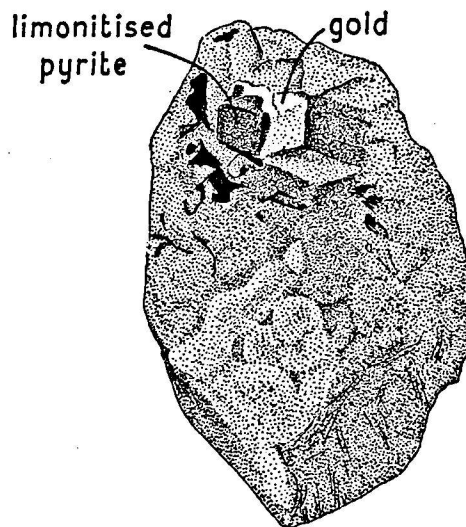


Fig. 58.

Goud op gelimonitiseerde pyriet in kwarts.
Gold on limonitised pyrite in quartz. V. 2 $\times$.

Het betreft hier zonder twijfel goud, dat oorspronkelijk in fijnverdeelde toestand ingesloten was. Opmerkelijk is, dat slechts hoogst zelden deze gelimonitiseerde pyrietkuben, bij doorslaan, macroscopisch of microscopisch zichtbaar goudhoudend zijn.

Slechts de omgeving van de verweerde kuben in de kwarts vertoont in zeer vele gevallen fijnverdeeld goud.

De limonietringen WB 757 en WB 759 zijn de met limoniet geïmpregneerde randen rond de kuben, in de kaolien-sericiet-kwartshoudende verweringskleien van de contactmetasomatische gesteenten van het Mindrinetti-goudgebied. De geringe hoeveelheden geïmpregneerde limoniet schijnen hier juist voldoende om deze kleien een grotere resistentie te geven tegen de mechanische verwerking. De bodem van de Pay- en Caro-Mine ligt bezaaid met deze impregnaties om de pyriet. De pyriet zelf is volledig omgezet en verdwenen, zodat een holte is overgebleven. Het limonitisatieproces, eventueel gevolgd door haematisatie van de limoniet, heeft bij de pyriet van de goudkwartsaders een analoog verloop als bij de pyrietkuben van het geïmpregneerde nevengesteente.

TABEL 9.

Essaai's van gelimonitiseerde pyrietkuben.

		g Au/ton
K 257	limonietkuben boreshaft (G. M. D. 1953)	140,-
	limonietstukjes uit wasgoot bij Savannah Mine no. 1 (G. M. D. 1953)	40,7
WB 742b	limonietkuben Mayo-Westlijn	25,5
WB 747	limonietkuben Mayo-G.B. reef	26,2
WB 757	limonietringen Caro-Mine	0,8
WB 759	limonietringen Pay-Mine	1,3
WB 760b	limonietkuben Noutoe goud-kwartszone	4,2
WB 973	limonietkuben Kendallkreek (Boven-Lawa)	2,5

Essaieur: Ir C. VAN KOOTEN.

Laboratorium van de Geologisch Mijnbouwkundige Dienst te Paramaribo.

Bij het ertsmicroscopisch onderzoek toont de limonitisatie van de pyrietkuben zich op de volgende wijze (figuur 59 en 60).

Figuur 59 geeft het beeld van een verweerde, doorgezaagde en gepolijste pyrietkubus met een ribbe van ca 4 cm. Door de kubus loopt een barstje, dat gevuld is met kleiig materiaal. De heldere partijen van het oppervlak bestaan uit onverweerde pyriet. De donkere randen van de kubus bestaan voornamelijk uit haematiet. De grens tussen haematiet en pyriet bestaat uit limoniet (grijs). Zoals uit de foto blijkt, heeft de kubus een gelimonitiseerde kern, waardoor het kristal een zonair aanzien heeft. De verwerking van de pyriet begon zowel langs de randen van het kristal, als langs het barstje en uit de kern. De haematisering van de limoniet is het verst naar binnen gedrongen langs het barstje. De kubus heeft iets convexe ribben en afgeronde hoeken. Dit laatste is geen toevallig verschijnsel, doch werd in zeer veel gevallen waargenomen, evenals een limonitisatie vanuit de kern, ook wanneer geen barstje in het kristal zichtbaar is.

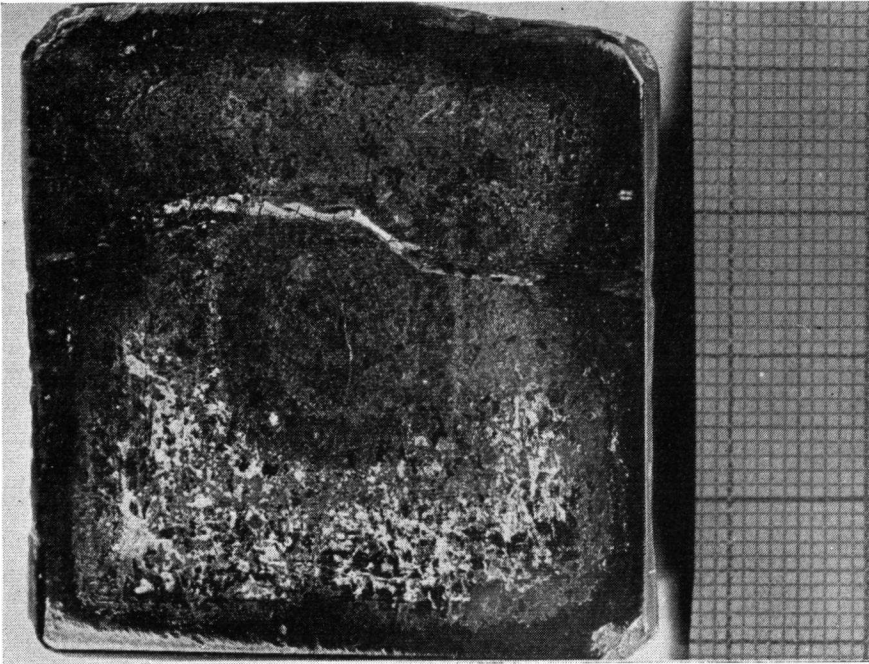


Fig. 59.
Gehaematiseerde en gelimonitiseerde pyriet. Kendallcreek.
Hematized and limonitized pyrite (Kendallcreek). V. 2 X.

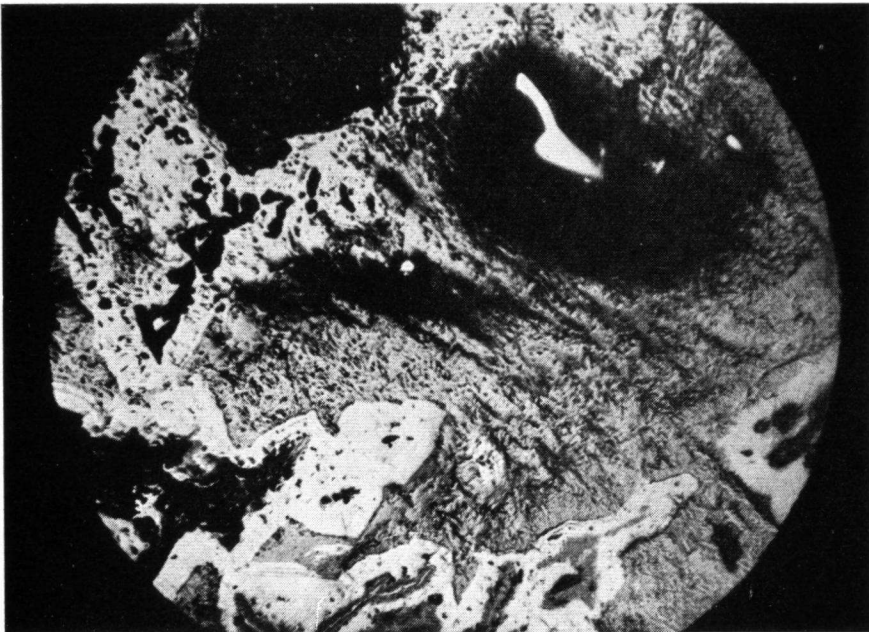


Fig. 60.
Chemische verwerking met pyriet (wit) tot limoniet I (zwart) en limoniet II (grijs)
en haematiet (grijswit). Randzone van figuur 59.
Weathering of pyrite (white) to limonite I (black), limonite II (grey) and hematite
(greywhite). Borderzone of fig. 59. V. 75 X.

Figuur 60 toont de gang van de verwerking, in de randzone van het kristal. De pyriet is hier zichtbaar als een onscherpe hoogreflecterende vlek (wit), omgeven door een laag reflecterende massa met een rode inwendige reflectie. Het is de eerste omzetting van de pyriet (limoniet I). Vervolgens ontstaat een iets hoger reflecterend mineraal, met eveneens een rode inwendige reflectie (limoniet II). Het gaat met een scherpe begrenzing over in haematiet.

De limonietkuben tonen slechts in zeldzame gevallen, macroscopisch of microscopisch, de aanwezigheid van goud, hoewel de essaais op een hoog goudgehalte kunnen wijzen.

In een monster, dat mij door de Sarakreek-Goudvelden N. V. werd ge-

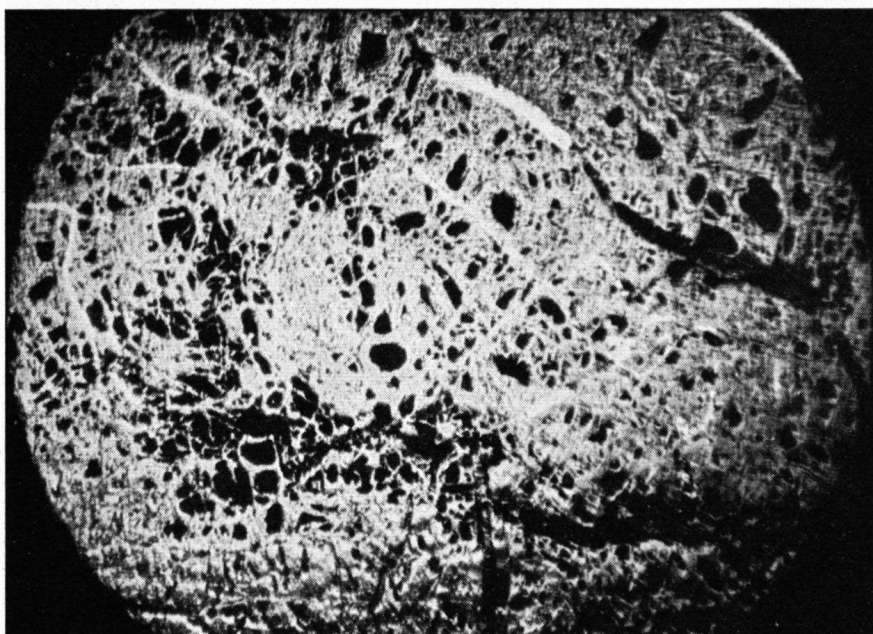


Fig. 61.
Goudhoudende (wit) gelimonitiseerde pyriet (grijs).
Gold-bearing (white) limonitised pyrite (grey). V. 20 $\times$.

schonken voor het onderzoek, is macroscopisch zichtbaar goud aanwezig. Het monster is een deel van een volledig gelimonitiseerde en gedeeltelijk gehaematiseerde pyrietkubus, van dezelfde vindplaats als het hiervoor besproken monster (Kendallkreek).

Figuur 61 toont een fijn netwerk van limoniet. Hierin bevinden zich adertjes van een hoogreflecterend mineraal. De adertjes blijken te bestaan uit gedegen goud, zonder insluitsels of verontreinigingen. De oriëntering van deze goudadertjes komt in grote trekken overeen met de oriëntering van het limoniet-netwerk (figuur 62). De grenzen tussen limoniet en goud zijn scherp en schijnen bepaald te worden door voorkeursrichtingen in verband met de limonietvorming.

Deze voorkeursrichtingen houden blijkbaar geen verband met de pyriet-structuur en zijn een secundair verschijnsel.

Het lijkt waarschijnlijk, dat ook de goudstructuur een secundair verschijnsel is en gebonden aan de verwerking van de pyriet. Het goud zal niet in deze vorm aanwezig geweest zijn in de onverweerde pyriet.

Het gedegen goud in de gelimonitiseerde pyrietkuben zal hier dus waarschijnlijk op secundaire ligplaats voorkomen, als een gevolg van de limonitisatie van de pyriet. Dit verklaart ook het voorkomen van fijne goudspikkeltjes en -blaadjes in de impregnatiezone om de verwerende pyriet in de kwartsaders, en de goudspikkeltjes in het zwarte slakachtige materiaal, dat soms de

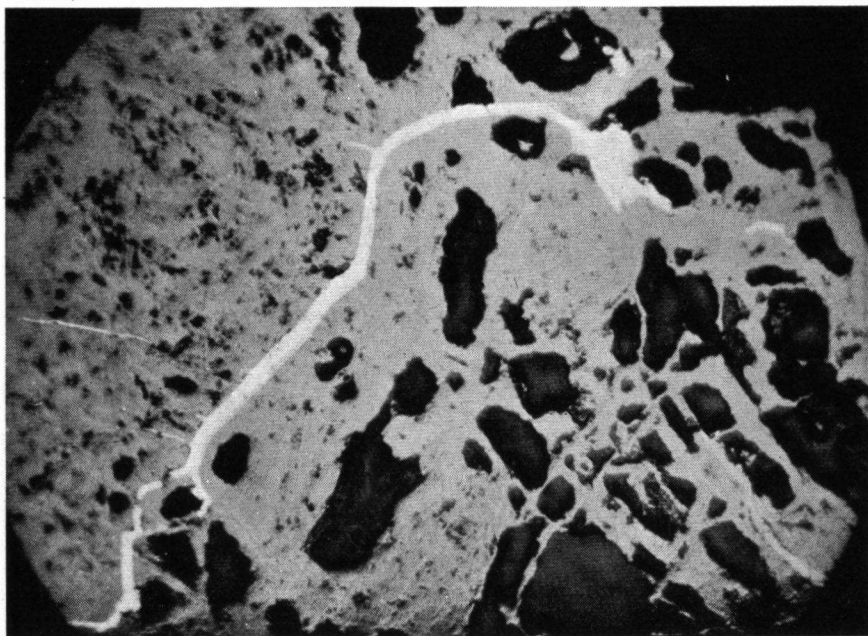


Fig. 62.

Goudhoudende (wit) gelimonitiseerde pyriet (grijs).
Gold bearing (white) limonitised pyrite (grey). V. 100 X.

kristalafdruk van volledig omgezette pyriet in kwarts vult. Het goud blijkt dus niet ingepast te kunnen worden in de limonietstructuur. Secundaire concentratie van goud, tengevolge van de supergene verwerking van pyriet of limonitisering in het algemeen, komt ook voor in goudhoudende kwartsaders, die aan een of beide zijden zijn ingesloten door limonietbanden. Op de grens van de limoniet en de kwarts bevindt zich in vele gevallen een rijke concentratie aan goud. Verschillende vindplaatsen van goud zijn speciaal bekend om dit type erts, dat in Suriname bekend staat onder de naam „tjap” (Royal Hill, Mayo, Deira Hill). Limonietbanden van verschillende dikte komen voor langs kwartsgangen van eveneens zeer verschillende dikten. De dikte van de tjaps is echter niet proportioneel ten opzichte van de dikte

van de kwartsader. Het zijn vaak de dunne kwartsadertjes (1—2 cm) die dikke goudrijke tjaps opleveren.

Het essaai WB 744, met een goudgehalte van 55,9 g goud/ton is hiervan een voorbeeld. De tjaps hebben gladde, afgeronde vormen naar de zijde van het nevengesteente. Naar de zijde van de kwarts zijn de vormen ruw en onregelmatig, aangepast aan het oppervlak van de kwartsgang, die vaak geheel gebroken is, zodat de tjaps van beide zijden vaak in verbinding met elkaar staan.

Dat limonitisatie van pyriet een belangrijke rol speelt bij de vorming van de tjaps, tonen de limonietkuben, die hier vaak samen mee voorkomen.

Limonietbanden langs kwarts, waar pyriet niet bij voorkomt, hebben geen goudconcentratie. Een voorbeeld hiervan is het essaai WB 105.

Op De Jong Noord komen de tjaps in veel geringere mate voor, al ontbreken ze ook hier niet geheel. We vinden hier smalle kwartsstringers, die het nevengesteente over afstanden van 1—15 cm langs het contact sterk gepyrietiseerd hebben. Het gesteente in deze pyrietimpregnatiezones is in

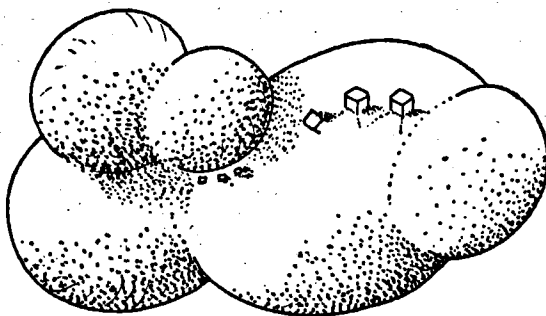


Fig. 63.

Limonietconcretie ten gevolge van de verwerking van pyriet (De Jong Noord).
Concretionary limonite as a result of the weathering of pyrite (De Jong Noord).

V. $\frac{1}{2} \times$.

meerdere of mindere mate goudhoudend. De tjapvorming is waarschijnlijk een voortgezette verweringsvorm van deze pyrietimpregnatiezones, waarbij het goud niet paste in de limonietstructuur en migreerde naar de contactwanden tussen limoniet en kwarts.

Limonietconcreties tengevolge van de verwerking van pyriet komen eveneens voor buiten de directe aanwezigheid van kwarts. Figuur 63 geeft hiervan een voorbeeld.

Naast gedegen goud in de kwartsaders van dit type, dat ontstaan is op secundaire ligplaats tengevolge van de verwerking van goudhoudende pyrietkuben, komt eveneens gedegen goud voor op primaire ligplaats tengevolge van hypogene processen. Het merendeel van het grove goud van de placerafzettingen is afkomstig van goud, dat tengevolge van hypogene processen primair ontstaan is in de kwartsgangen.

Het goud komt hier gedegen voor in barstjes en tussen de korrelbegrenzungen van de kwarts. In vele gevallen is het goud macroscopisch zichtbaar, in andere gevallen blijkt de aanwezigheid pas na het verpoederen van de kwarts en het wassen in de batea. Het goud heeft steeds een zeer onregel-

matige vorm. Het oppervlak is ruw. Vergroeid met, of ingesloten in het goud komen kwartskorreltjes voor. Het goud is van hetzelfde type als het goud uit de blauwe kwartsgangen en zal tezamen met deze gangen besproken worden. De monsters WB 749 en WB 750 zijn een voorbeeld van kwartsgangen van het type A, waarin het goud voornamelijk primair, gedegen, voorkomt. Figuur 64 geeft een silhouet van het goud uit deze kwartsadertjes.

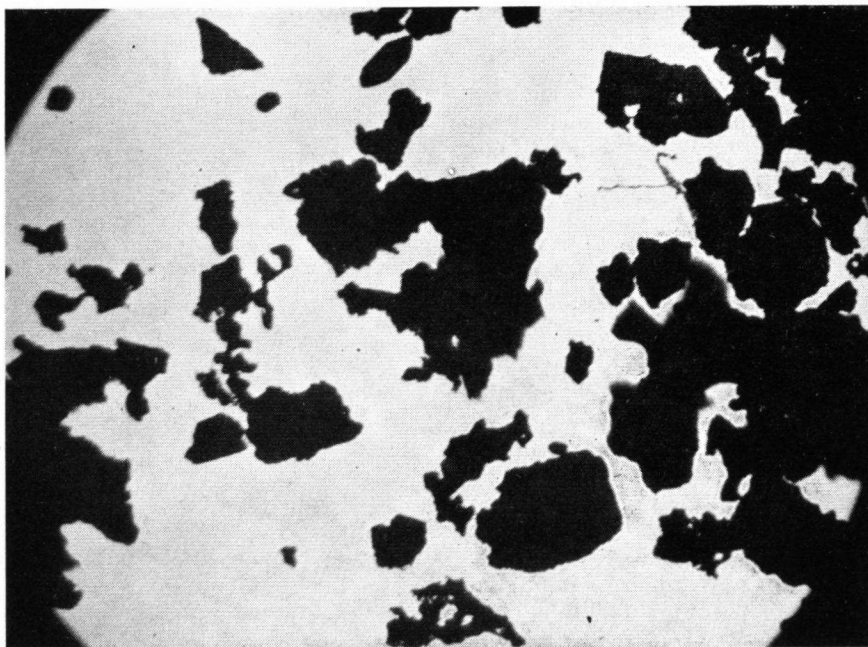


Fig. 64.

Silhouet van primair goud uit goudhoudend kwartsadertje. Pakira Hill. De Jong Zuid.
Outline of primary gold from gold-bearing quartzveinlet. Pakira Hill. De Jong Zuid.
V. 40×.

2. (Goudhoudende-) blauwgrijze tot blauwe en blauwzwarte kwartsgangen

De kwarts van deze gangen kan in kleur variëren van licht blauwgrijs over donkerblauw tot blauwzwart. In Suriname staat deze kwarts bekend onder de naam „blue granite”. De blauwe kwartsen hebben vaak sterk unduleuze uitdoving, gepaard met Böhmse streping (figuur 54). De kleur van de kwartsen wordt veroorzaakt door kleine vloeibare en gasvormige insluitels, waarbij zich een zwart opaak neerslag op de wand van de insluitelholte heeft gevormd. Van een zeer donker exemplaar van deze kwarts (WB 762) werd een stuk grof verbrijzeld en enkele malen uitgekookt in HCl. Hierdoor werd de limonietverontreiniging van de kwarts verwijderd. De overgebleven gezuiverde stukken kwarts werden zeer fijn gestampt (kleiner dan 0,074 mm).

Ca. 25 gram van dit kwartspoeder werd volledig met HF afgerookt. Het hierbij verkregen residu werd gewassen met gedestilleerd water en droogge-

damppt op een waterbad. Het aldus verkregen residu bleek te bestaan uit een zwart cryptokristallijn poeder, met een gewicht van 0,0119 g.

Röntgen-onderzoek van het poeder toonde aan, dat het bestaat uit zuivere grafiet, zonder verdere bijmenging.

Het lijkt gerechtvaardigd te veronderstellen, dat het verkregen poeder afkomstig is van de insluitselinhoud van de blauwe kwarts. De extreem donkere kleur van de kwarts wordt dan veroorzaakt door de grafiet. Dat de grafiet niet zeer fijn verdeeld mechanisch ingesloten is, maar zich tegen de insluitselwanden heeft afgezet, werd waargenomen bij het insluitselonderzoek. Bij enkele van de insluitsels met grafietafzetting tegen de wand is deze afzetting niet volledig ontwikkeld over de gehele wand en kan de aanwezigheid van tweefasige (vloeistof — gas) insluitselinhoud worden waargenomen.

De blauwe kwartsaders hebben geen sterk metasomatisch omgezette zone in het nevengesteente langs de contacten veroorzaakt. Pyriet komt in de blauwe kwartsen en het nevengesteente van deze kwartsaders niet voor. Het goud in deze kwartsaders heeft dus zeker een hypogene ontstaanswijze. Morphologisch komt het goud geheel overeen met het primaire goud uit de kwartsaders van het type A. Onregelmatige korrelvormen en een ruw oppervlak kenmerken dit goud. In een kwartsader van dit type, afkomstig uit het Lawagebied, kon het hypogene karakter van het goud ondubbelzinnig worden aangetoond. In het goud bevinden zich namelijk metasomatisch door het goud vervangen ertsen, waaronder waarschijnlijk chalcopyriet. Het onderzochte monster WBL 64 toont macroscopisch reeds de aanwezigheid van goud.

Het monster is een deel van een ca. 20 cm dikke, blauwgrijze, grofkristallijne gang, met fijnkorreliger wanden. De korrelbegrenzingsen van de kwarts zijn in de randzone iets verontreinigd door limoniet.

In deze fijnkorrelige randzone aan weerszijden van de gang is macroscopisch zichtbaar goud aanwezig. Ook op de wanden van de gang, de oorspronkelijke grens met het nevengesteente, is goud macroscopisch zichtbaar.

In het grofkristallijne deel van de gang is goud macroscopisch niet zichtbaar en kon bij het ertsmicroscopisch onderzoek ook niet worden aangetoond. De grofkristallijne kern van de kwartsader werd vergruisd en gewassen en bleek eveneens duidelijk goudhoudend. Bij het ertsmicroscopisch onderzoek van de kwarts blijkt, dat het goud met zeer onregelmatige vormen in de kwarts voorkomt. De begrenzing tussen het goud en de kwarts vertoont zowel hoekige als lobvormig afgeronde vormen. Het goud komt voor als concentraties in de kwarts, die onderling verbonden zijn door zeer dunne adertjes. Vanuit deze goudconcentraties gaan fijne adertjes in de kwarts (figuur 65).

Het goud is herkenbaar aan het hoog reflecterend vermogen, de polijstgroeven en de groene reflectiekleur bij onderzoek onder gekruiste nicols.

In het goud komen verschillende typen insluitsels voor. Ingesloten kwarts is het meest voorkomende type. Daarnaast blijken bij het onderzoek met sterke vergrotingen ook insluitsels van een ander type voor te komen (figuur 66). De insluitsels blijken drie verschillende mineralen te vertegenwoordigen, met afwijkend optische eigenschappen, terwijl ook etsen met HCl en HNO₃ verschillende reacties veroorzaakt. Op grond van het ertsmicroscopisch onderzoek konden deze insluitsels niet worden gedetermineerd. Ze zijn te klein voor andere onderzoekingsmethoden. De waargenomen eigenschappen maken het echter waarschijnlijk, dat het grote lobvormig begrensde insluitsel chalcopyriet is (I).

In dit insluitsel komt, naast silicaatinsluitsels (op de foto zwart) een

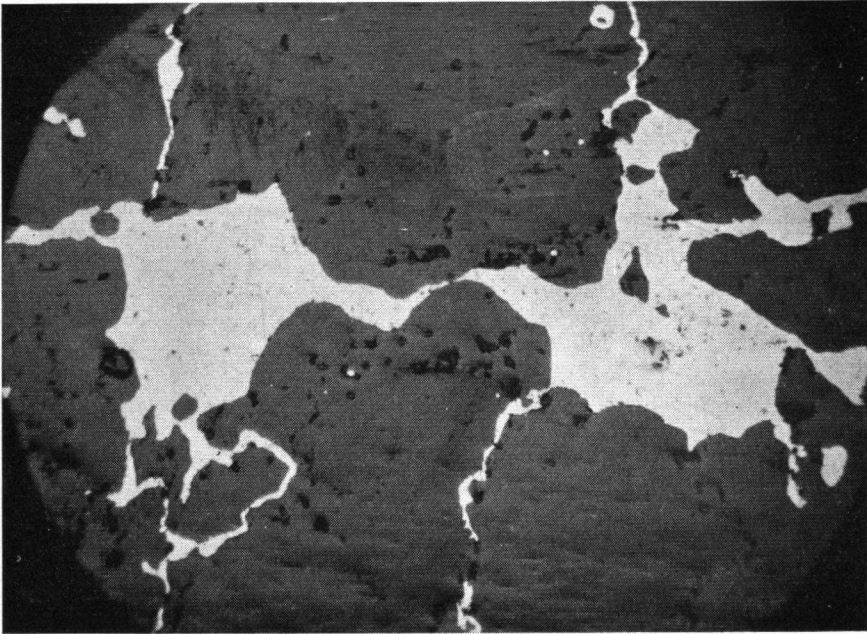


Fig. 65.
 Primair, hypogeen goud uit kwartsader. Haute-Rufin.
 Primary, hypogene gold in quartzvein. Haute Rufin. V. 40 X.

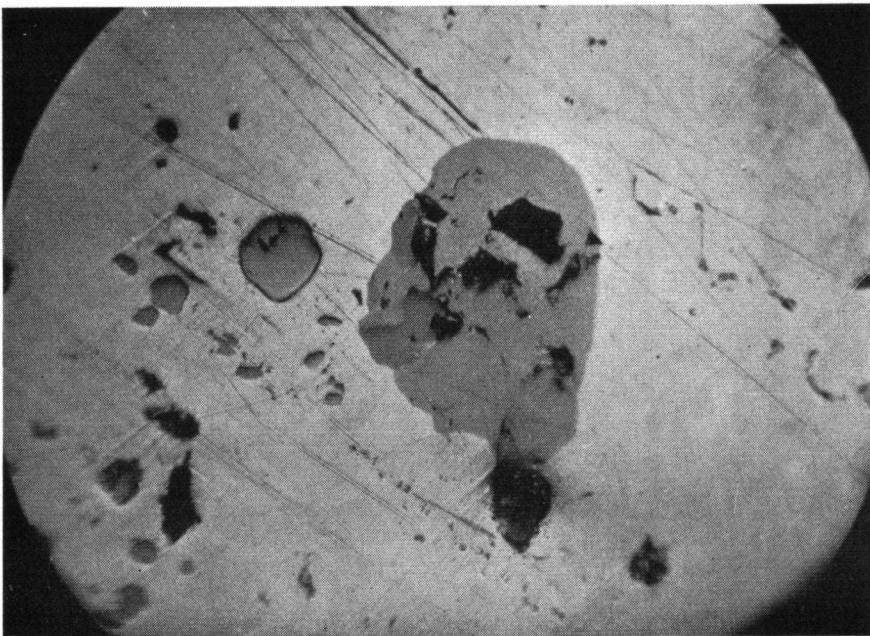


Fig. 66.
 Insluitsels in goud. Haute Rufin.
 Inclusions in gold. Haute Rufin. V. 400 X.

tweede type insluitel voor, dat lobvormig vergroeid is met de „chalcopyriet” (II).

Het type III komt het meest algemeen voor. Het zijn de kleinere en een groter insluitel, naast het grote lobvormig begrensde insluitel van figuur 66.

De eigenschappen onder het ertsmicroscop van deze insluitels blijken niet in overeenstemming met eigenschappen van bekende ingesloten mineralen in goud.

De kleurindrukken die de mineralen geven worden natuurlijk sterk beïnvloed door de overstraling van het omsluitende goud, zodat zij als determinatief kenmerk weinig waarde hebben.

De insluitels hebben de volgende eigenschappen:

Type I. Groot lobvormig insluitel (figuur 66).

Het insluitel vertoont onregelmatige, afgeronde begrenzingen ten opzichte van het omringende goud.

De polijsthardheid is ongeveer gelijk, doch iets groter dan van goud. Het insluitel heeft een onduidelijk hoger relief dan het goud. De polijstgroeven van het goud lopen slechts voor een klein deel door in het insluitel. Het reflecterend vermogen is duidelijk lager dan dat van het goud.

De kleur in lucht is blauwgrijs ten opzichte van het goud. Bij gebruik van olie-immersie is het insluitel niet of zeer zwak pleochroïtisch in blauwgrijs.

Bij gekruiste nicols is het insluitel, in lucht, zwak anisotroop van blauwgroen naar donkerder blauwgroen. Bij gebruik van olie-immersie is het duidelijk anisotroop met een onregelmatige (unduleuse) uitdoving en kleur van licht blauwgrijs naar donker grijsblauw. Het insluitel heeft geen interne reflectie. Etsproeven met HNO_3 geven een onregelmatig verspreid geelbruin vernis; met HCl werd geen reactie waargenomen.

Afgezien van de kleurverschijnselen komen de eigenschappen van het insluitel het meest overeen met die van chalcopyriet.

Type II. Lobvormige insluitels in het type I (figuur 66).

De insluitels van dit type komen vergroeid voor in het insluitel van het type I. Ze hebben een hoger relief ten opzichte van het goud en het omsluitende insluitel. De polijstkrassen van het goud lopen niet door over deze insluitels. Het reflecterend vermogen is kleiner dan dat van goud en ongeveer gelijk, doch iets kleiner dan van het insluiteltype I.

Deze insluitels zijn zwak, doch duidelijk pleochroïtisch in lucht; bij gebruik van olie-immersie zijn ze sterk pleochroïtisch van licht- naar donkerviolet.

Bij gekruiste nicols blijken tweelingvormen voor te komen met ongelijke uitdovingsrichting. De insluitels zijn anisotroop; in lucht van grijs naar violetgrijs; met olie-immersie van donkergrijs naar lichtvioletgrijs.

Etsproeven toonden geen reactie bij het gebruik van HNO_3 en een sterke reactie in de vorm van een zwart neerslag bij gebruik van HCl . Mogelijk is het insluitel valleriet.

Type III. Afzonderlijke kleinere insluitels (figuur 66).

Insluitels van dit type komen algemeen voor in het goud van de onderzochte polijstvlakjes van dit monster. De insluitels hebben een duidelijk hoger relief dan het goud en een lager reflecterend vermogen. Ze zijn lichtvioletgrijs van kleur in lucht en niet pleochroïtisch. In olie-immersie hebben ze een zeer zwak pleochroïsme van witgrijs naar lichtviolet. In lucht zijn ze isotroop

en donker blauwgrijs. In olie-immersie zijn ze anisotroop van donkergrijs naar donkerblauwgrijs. De insluitsels hebben geen interne reflectie. Bij etsproeven met HNO_3 werd een breukpatroon zichtbaar in de insluitsels. HCl gaf een negatieve reactie.

Hoewel de insluitsels niet met zekerheid gedetermineerd konden worden, blijkt uit het voorkomen, dat het goud een hypogene ontstaanswijze heeft. Vergelijking van de morfologie van dit type goud met de morfologie van het goud uit andere kwartsaders vertoont zeer grote overeenkomsten. Ook

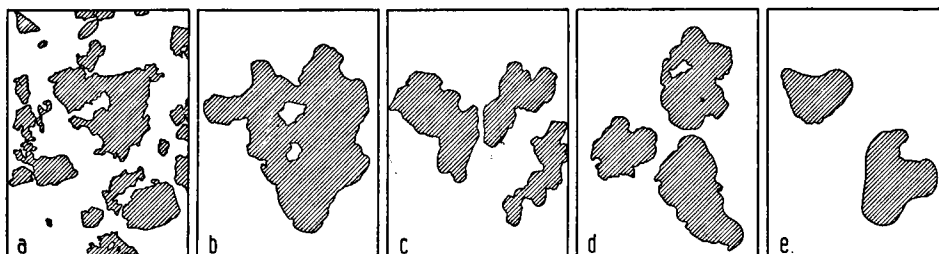


Fig. 67.

Afronding van goud tengevolge van mechanisch transport.

Roundness of gold as a result of mechanical transport.

- | | |
|-----------------------------------|--|
| a. primair goud uit kwartsadertje | primary gold from quartzveinlet (De Jong Zuid) |
| b. colluviaal goud | colluvial gold (De Jong Zuid) |
| c. alluviaal goud | alluvial gold (Bas Rufin) |
| d. alluviaal goud | alluvial gold (Concessie Ettenberg) |
| e. alluviaal goud | alluvial gold (conglomerate, Stonecreek) |
- V. 20 $\times$.

het goud van de secundaire vindplaatsen (placerafzettingen) vertoont grote morfologische overeenkomst met het goud uit de kwartsaders, zodat welhaast zeker is, dat het hieruit afkomstig geacht moet worden. De mechanische afbraakproducten van de goudhoudende kwartsgangen zijn te vervolgen vanaf de kwartsader tot in de alluviale afzettingen. Ze zijn steeds in meerdere of mindere mate goudhoudend. Naarmate de afstand, waarover de afbraakproducten getransporteerd zijn, groter wordt, is het goud meer afgerond (figuur 67).

3. Toermalijnhoudende kwartsgangen

Van toermalijnhoudende kwartsgangen zijn twee structurele typen bekend:

- Dit type komt tezamen voor met de gangassociatie F1 t/m 3. De verhouding toermalijn:kwarts is in deze gesteenten ca. 1:1. Grafische vergroeiing van de toermalijn en kwarts is reeds macroscopisch zichtbaar.

De toermalijn is pleochroïtisch met $\left\{ \begin{array}{l} n_e \text{ licht rosebruin.} \\ n_o \text{ donker groenzwart.} \end{array} \right.$

- Dit is het meest voorkomende type. De verhouding kwarts:toermalijn is sterk wisselend. Toermalijn is over het algemeen ontwikkeld in de vorm van ongeoriënteerde prisma's. De toermalijnnaalden zijn vaak in bepaalde zones van de kwarts veelvuldig, doch paralleltextuur treedt hierbij niet op. De zones zijn gebonden aan korrelbegrenzungen

en barstjes in de kwarts. De toermalijn is steeds van hetzelfde type, met een sterk pleochroïsme van licht rosebruin—donkergroen- of blauw-zwart. Toermalijnzonnen komen veelvuldig voor in de kwartsaders van dit type. De kwarts is meestal wit van kleur, maar blauwe, toermalijnhoudende kwartsen komen eveneens voor. Dit laatste type wordt tot de toermalijnhoudende kwartsen van het type C gerekend.

Een eigenaardige groeivorm van toermalijn met een buisvormige kern, komt voor in de kwarts van het monster WB 114 (figuur 68).



Fig. 68.
Groeivorm van toermalijn met buisvormige kern.
Growing form of tourmalin with tubular nucleus.

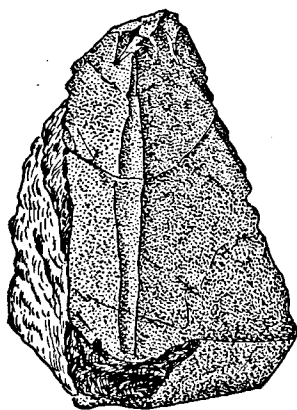
4. Ferberieithoudende kwartsgangen

Het voorkomen van ferberiet in Suriname is slechts bekend van één enkele vindplaats in Suriname, de Pakiraheuvel op De Jong Zuid. De aanwezigheid van dit mineraal werd ontdekt door opzichters van de G.M.D., die het mineraal meebrachten naar het laboratorium van de G.M.D., waar het gedetermineerd werd als ferberiet.

Het mineraal komt waarschijnlijk gebonden aan kwartsgangen voor, doch waargenomen werd dit niet. De afzetting van de ferberiet was gedurende het onderzoek slechts oppervlakkig ontsloten. In deze zone komt de ferberiet voor in nesten, tezamen met kwarts, in een contactmetasomatisch omgezet en later verweerd gesteente, van hetzelfde type als langs de goudhoudende-kwartsaders van het type A voorkomt. In deze zelfde contactzone komen ook enkele zeer rijke goudhoudende kwartsadertjes voor, echter zonder ferberiet (WB 749,

WB 750). De heuvel waarin de ferberiet voorkomt is zeer intensief bewerkt op primair goud. De ferberiet staat bij de onderhuurders bekend als „blak-kaston” en wordt beschouwd als een waardevolle indicatie voor de aanwezigheid van goud. Volgens mededeling van de onderhuurders komt deze blak-kaston op grotere diepte gangvormig voor met kwarts.

De als ferberiet gedetermineerde mineralen zijn zwart van kleur en hebben een hoog soortelijk gewicht. Soms zijn kristalvlakken aan het mineraal waarneembaar, die wijzen op tetragonale kristalvormen. Tetragonale pyramiden zijn in de meeste gevallen het best ontwikkeld (figuur 69). De kristalvlakken



**Ferberite pseudomorphic
after Scheelite**

Fig. 69.

Ferberiet pseudomorph naar scheeliet.
Ferberite pseudomorph after scheelite. V. $1\frac{1}{2} \times$.

zijn dicht en glad, afgezien van plaatselijk voorkomende breukjes. Bij het doorslaan van de kristallen blijkt de kern een poreuse structuur te hebben. De holten in deze kern zijn gescheiden door ferberietlamellen, die door kristallografische richtingen bepaald zijn en een driehoekig patroon vormen.

Röntgen-onderzoek van de kristallen bevestigt de determinatie. In verband met de kristalvorm lijkt het waarschijnlijk, dat de ferberiet een pseudomorphose naar scheeliet is.

Ertsmicroscopisch onderzoek toont aan, dat de ferberiet de kwarts vervangt (figuur 70). Het onderzoek van de G. M. D. toonde aan, dat goud in de vorm van fijne spikkels voorkomt op de ferberiet. Daarnaast komen ook andere mineralen, waarschijnlijk als gevolg van supergene processen, tezamen met de ferberiet voor. De ferberiet is hier verontreinigd door lichtbruine, roodbruine en oranje, aardachtige mineralen.

VAN KOOTEN (G. M. D.) toonde kwalitatief-chemisch de aanwezigheid van wolfram in de oranjekleurige mineralen aan. Röntgen-onderzoek te Leiden toonde aan, dat de lichtbruine en roodbruine aardachtige mineralen bestaan uit goethiet en haematiet.

Het Röntgen-diffractiepatroon van het oranje aardachtige mineraal duidt

op de aanwezigheid van kaoliniet naast een indetermineerbaar mineraal (Tabel 10).

Op het Analytisch-Instituut T.N.O. te Delft werd dit mineraal semi-quantitatief spectrografisch onderzocht (Tabel 10).



Fig. 70.

Ferberiet (wit) vervangt kwarts (grijs).

Ferberite (white) replacing quartz (grey). V. 40 X.

Uit het spectrografisch onderzoek blijkt, dat het onbekende mineraal waarschijnlijk een ijzer-wolframverbinding zal zijn. De hoofdbestanddelen kwarts en aluminium zijn gebonden aan elkaar in de vorm van kaoliniet.

Het D. T. A.-onderzoek van het monster toont echter niet de voor kaoliniet kenmerkende endotherme reactie tussen 500° en 650° C, terwijl ook de exotherme reactie tussen 925° en 1030° ontbreekt. Het mengsel van de beide mineralen geeft een doorlopende, vrij sterke exotherme, reactie, die vermoedelijk veroorzaakt wordt door de bijmenging van het onbekende mineraal.

Röntgen-onderzoek van twee verschillende monsters van het mineraal geeft iets afwijkende Röntgenpatronen, terwijl de kaoliniet in de beide gevallen hetzelfde beeld geeft.

Microchemisch onderzoek toont aan, dat het mineraal door HCl wordt aangetast onder vorming van een kanariegeel neerslag.

Zowel het spectrografisch als het microchemisch onderzoek maken het waarschijnlijk dat het onbekende mineraal ferritungstite is.

In het A. S. T. M.-kaartsysteem 1953 is ferritungstite niet opgenomen, terwijl in de vergelijkingscollectie dit mineraal evenmin aanwezig is.

TABEL 10.

Semiquantitatief-spectrografisch- en Röntgenonderzoek van onbekend
Wolfraammineraal in mengsel met kaoliniet.

De resultaten van het spectrografisch onderzoek in % zijn gegeven
met een speling van 50 % relatief.

Element	%	Röntgenonderzoek van onbekend Wolfraammineraal	
		Opname 1300 $F_{e_{K\alpha}}$ straling d in Å	Intensiteit geschat
Mangaan	0,06	3,39	3
Cobalt	—	2,69	3
Nikkel	0,01	2,24	2
Koper	0,04	2,19	8
Wolfraam	18	1,70	10
IJzer	18	1,62	3
Aluminium	15	1,44	8
Goud	0,002	1,16	2
Vanadium	—	1,10	4
Molybdeen	—	1,05	4
Silicium	15		
Chroom	—		
Magnesium	—		
Zink	—		

Analyst: Dr G. J. VAN KOLMESCHATE.

Analytisch-Instituut voor Toegepast
Natuurwetenschappelijk Onderzoek
(T. N. O.) te Delft.

B. INSLUITSELONDERZOEK VAN DE KWARTSGANGEN

1. Theoretische grondslagen

Alvorens over te gaan tot de beschrijving van de in de onderzochte kwartsen aangetroffen vloeibare en gasvormige insluitels, zal hier eerst een korte inleiding in de tot dusver nog weinig bekende wijze van onderzoek en interpretatie worden gegeven, volgens de methoden en theorieën, die voornamelijk door Dr G. A. DEICHA werden uitgewerkt. De aangehaalde literatuur betreffende het insluitelsonderzoek door DEICHA zal medio September 1955 in boekvorm verschijnen (DEICHA, 1955).

Het voorkomen van vloeibare en gasvormige insluitels in mineralen is reeds in de vorige eeuw beschreven, o. a. door SORBY en VOGELSANG. De laatste decennia is het insluitelsonderzoek echter belangrijk op de achtergrond geraakt. Ten dele moet dit worden toegeschreven aan de vlucht die het onderzoek met gepolariseerd licht heeft genomen en waardoor deze insluit-

sels voor een groot deel aan de aandacht ontsnappen. Niettemin komen deze insluitsels in vele mineralen voor, vaak tot vele miljoenen exemplaren per cm^3 . Hun afmetingen liggen dan uiteraard in de grootte van enkele μ 's. De primaire insluitsels geven een beeld van de rol, die de lichtvluchtige bestanddelen bij de vorming van het mineraal, waarin zij voorkomen, hebben gespeeld. In vele gevallen laat de vormingstemperatuur van het mineraal zich bij benadering afleiden uit het karakter van deze insluitsels.

Bij metamorphose of tectonisatie van het gesteente, waarin het mineraal zich bevindt, zullen de insluitsels veranderingen ondergaan, die resulteren in de uiteindelijke vernietiging van de primaire insluitsels. In hun plaats treden secundaire insluitsels op, die niet meer de omstandigheden van temperatuur en druk bij het ontstaan van de mineralen zullen weergegeven doch slechts de omstandigheden, waaronder ze zelf ontstaan zijn. Vaak zijn de primaire insluitsels niet geheel verdwenen uit de mineralen en vinden we secundaire en primaire insluitsels naast elkaar. In zeldzame gevallen treden meer dan twee generaties van insluitsels op. Het is niet altijd mogelijk te spreken van primaire en secundaire insluitsels. Soms verdient het de voorkeur te spreken van oudere en jongere insluitsels.

Uit het voorkomen van insluitsels laat zich in sommige gevallen een deel van de geschiedenis van het omsluitende mineraal afleiden. Zolang geen betere verklaring voor de aanwezigheid van vloeibare en gasvormige primaire insluitsels in mineralen gegeven kan worden, moet aangenomen worden, dat in de primaire insluitsels de lichtvluchtige bestanddelen bewaard zijn gebleven van de oplossingen waaruit de omsluitende mineralen zich vormden. Deze oplossingen werden ingesloten in het groeiende mineraal. De insluitsels waren tijdens de groei van het omsluitend mineraal in een homogene fase. Bij de groei van het mineraal werd de oplossing, waaruit het mineraal ontstond, gedeeltelijk ingesloten in dit mineraal. Bij de latere afkoeling bleef deze ingesloten oplossing niet in de homogene fase, doch kristalliseerden de hierin opgeloste stoffen gedeeltelijk uit als losse kristallen of tegen de wanden van de insluitsels, terwijl het aanwezige H_2O en CO_2 zich aan de veranderde fysisch-chemische omstandigheden aanpaste en in een nieuw evenwicht kwam.

Dat het systeem $\text{H}_2\text{O}-\text{CO}_2$ bij de vloeibare en gasvormige insluitselinhoud een hoofdrol speelt, blijkt zowel uit de verwarmings- en afkoelingsproeven als uit enkele bekende chemische analyses van de insluitselinhoud van kwartsen.

Hydrothermale insluitsels KÖNINGBERGER Kwartskristallen uit kwarts-adulaar-zeolietgangen. Vormingstemperatuur ca 225° C		Pneumatolietische insluitsels HAWES & WRIGHT Pegmatietische kwarts Brancheville, Connecticut. Vormingstemperatuur ?	
H_2O	85,0 %	CO_2	98,33 %
CO_2	5,0 %	N	1,87 %
Na	2,5 %	H_2S	spoor
(K, Li)	1,5 %	NH_3	spoor
CO_3	3,5 %	F, Cl	spoor
Cl	1,5 %		
SO_4	0,7 %		
	99,7 %		

(LINDGREN, 1928)

Bij de vorming van de mineralen was dit systeem in een homogene phase, die de gehele holte vulde. Na de afkoeling van het mineraal was deze homogene phase in vele gevallen niet langer stabiel en stelde zich een nieuw evenwicht in. Dit nieuwe evenwicht wordt onder het microscoop waargenomen.

Aangenomen moet hierbij worden, dat geen stoftoe- of -afvoer sinds de vorming van het mineraal heeft plaats gevonden. Gezien de nog hoge drukken, die in de insluitels voorkomen (vaak ruim 50 atm.), mag aangenomen worden, dat aan deze laatste voorwaarde is voldaan. Zelfs in de prae-cambri-sche, vaak vrij sterk unduleuse kwartsen van Suriname komen nog primaire insluitels voor, waarin gassen onder deze hoge drukken aanwezig zijn. Naar de aard van de inhoud van de insluitels, omstreeks kamertemperatuur, verdeelt DEICHA (1951) de vloeibare en gasvormige insluitels in drie typen.

Type I. Gasinsluitels (pneumatolietisch type).

Van dit type komen zowel mono- als diphasige insluitels voor. Het gas in deze insluitels staat onder hoge druk. Bij de diphasige insluitels is een geringe verwarming tot maximaal ca 35° C, voldoende om de insluitels monofasig te maken. Insluitels van dit type hebben een zuiver pneumatolietische ontstaanswijze. De inhoud van de insluitels bestaat voornamelijk uit CO₂.

Type II. Waterige insluitels (hydrothermaal type).

Waterige insluitels zijn meestal diphasig. Ze bestaan uit een vloeibare waterige phase en een waterdampphase (bulle de retrait). Bij verwarming wordt deze waterdampphase geleidelijk kleiner. Wanneer de vloeibare phase het gehele insluitel vult, is de vormingstemperatuur van het insluitel bereikt. Verschillende thermometrische methoden berusten op dit principe. De insluitels van dit type hebben een zuiver hydrothermale ontstaanswijze. Vaak is de waterige oplossing verzadigd met zouten.

Type III. Gecombineerd waterige- en gasinsluitels (hydrothermaal-pneumatolietisch type).

Insluitels van dit type bevatten naast een waterige oplossing belangrijke hoeveelheden gas onder druk. De insluitels zijn vaak triphasig, of worden dit bij afkoeling. Bij homogenisatie van dit type insluitels door verwarming kan zowel een gasphase als een vloeibare phase ontstaan bij een homogenisatietemperatuur van dezelfde grootte-orde (250—300° C). De homogenisatietemperatuur van het type III geeft niet, zoals voor het type II wordt aangenomen, de absolute vormingstemperatuur van de insluitels, doch slechts de minimum vormingstemperatuur. Uit de experimenten blijkt, dat bij deze minimum vormingstemperatuur, zowel pneumatolietische al hydrothermale ontstaanswijze mogelijk is. Als criterium voor pneumatolietische, dan wel hydrothermale ontstaanswijze neemt DEICHA dan ook de homogenisatiephase aan. De factor temperatuur speelt hierbij een ondergeschikte rol. De kritische temperatuur van deze hydrothermaal-pneumatolietische insluitels, waarbij een fluide phase bij homogenisatie ontstaat, zoals bij insluitels van het type I veelvuldig voorkomt, werd tot dusverre door DEICHA niet waargenomen. Evenmin is nog een gasvormige of fluide homogenisatie van de insluitels van het type II aangetoond. Het is dus niet met zekerheid bekend, of waterige insluitels met pneumatolietische ontstaanswijze voorkomen.

Naast ingesloten gas en/of vloeistof komen ook vaste stoffen in vele gevallen voor. Voor zover dit geen mechanisch ingesloten stoffen zijn, waren

deze in oplossing bij de vorming van de insluitels. Bij afkoeling geraakte de insluitselinhoud oververzadigd met deze opgeloste stoffen, die daarop uitkristalliseerden hetzij als vrije kristallen, hetzij tegen de wand. De uitgekristalliseerde stoffen in de insluitels zijn proportioneel ten opzichte van het volume van de insluitels van eenzelfde generatie en komen in alle insluitels van deze generatie voor. Vaak zijn het kubische kristallen, waarvan men aanneemt, dat het halogeniden zijn (voornamelijk haliet). Daarnaast komen ook dubbelbrekende kristallen voor, veelal van onbekende samenstelling (figuur 71). Door verwarming zijn deze uitgekristalliseerde stoffen vaak weer in oplossing te brengen. Verschillende soorten kristallen in eenzelfde insluitel kunnen voor-

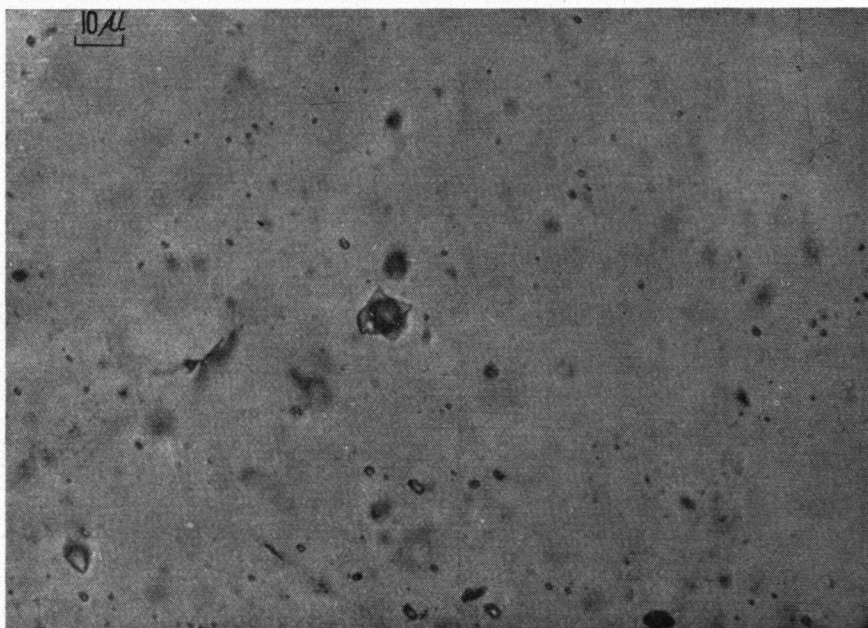


Fig. 71.

Tweefasig (vloeibaar-gasvormig) insluitel met ingesloten dubbelbrekend kristal.
Graniet Km 109 L.S.

Two-phase inclusion (liquid-gas) with enclosed double refracting crystal.
Granite Km 109 L.S.

komen. Soms zijn insluitels gevormd om ingesloten rutiëlnaakden (Venus-haar) in kwarts (figuur 72). Tegen de wanden van de insluitels zijn vaak opake huidjes aanwezig, die eveneens opgevat moeten worden als een neerslag van de insluitselinhoud op de wanden. Vooral bij ertsgangen komt dit verschijnsel voor.

In ons geval werd een neerslag van dit type op de wanden van de insluitels, bij het laboratoriumonderzoek te Leiden gedetermineerd als grafiet (blz. 182).

In sommige gevallen kunnen deze uit de oplossing gekristalliseerde mineralen in de homogenisatieproeven worden betrokken. De homogenisatie-

temperatuur, waarbij deze kristallen volledig opgelost worden, geeft dan een verdere benadering van de vormingstemperatuur van de insluitsels en het omsluitend mineraal, dan de homogenisatietemperatuur van de vloeibare- en gasvormige phase alleen.

Homogenisatietemperaturen voor dit type insluitsels zijn in enkele gevallen bepaald voor NaCl bij ca 500° C, voor KCl bij ca 300° C (BATEMAN 1949). Uiteraard speelt hier de concentratie van de oplossing een hoofdrol.

De morfologie van de insluitsels kan eveneens een waardevol gegeven zijn bij de interpretatie van de insluitsels.

Morphologisch zijn drie hoofdtypen te onderscheiden.

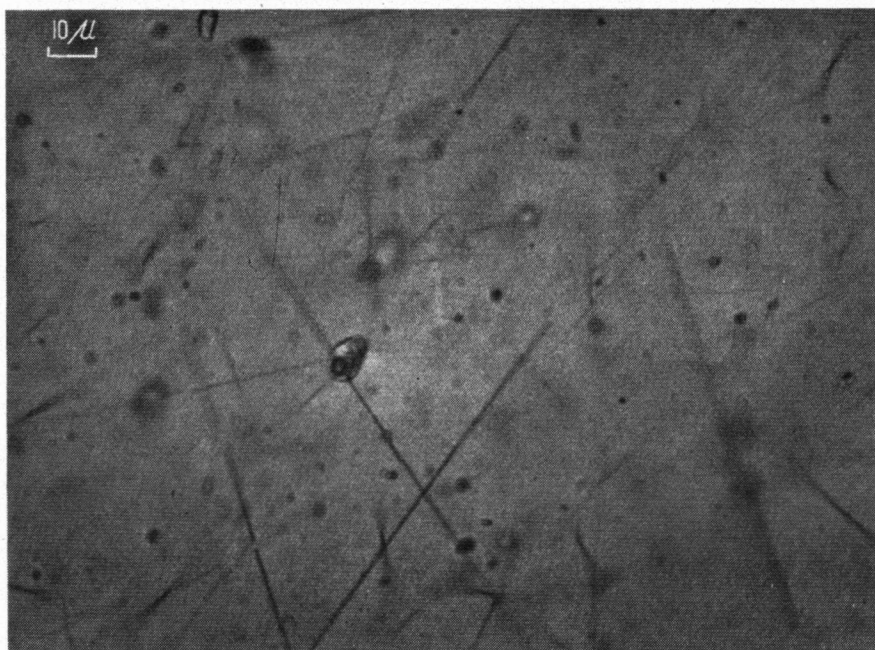


Fig. 72.

Primair tweefasig insluitel (hydrothermaal) om rutiennaald in kwarts. Kwartsdioriet.
Primary two-phase inclusion (hydrothermal) around rutile-needle in quartz. Quartzdiorite.

1. Negatieve kristallen.
2. Enkelvoudige, onregelmatig gevormde insluitsels.
3. Gecombineerde insluitsels.

1. *Negatieve kristallen.*

De insluitsels zijn begrensd door kristalvlakken van het omsluitende mineraal (negatieve kristallen).

Deze negatieve kristallen geven een beeld van de kristalmodificatie van het omsluitende mineraal, gedurende de vorming van het insluitel. De negatieve kristallen zijn georiënteerd volgens de kristallografische assen van het omsluitende mineraal.

GÜBELIN (1953) beschrijft een groot aantal negatieve kristallen van verschillende edel- en sierstenen.

DEICHA (1953) wijst op het voorkomen van negatieve hexagonale bi-pyramiden bij glasinsluitels in kwartspheocristen, als bewijs voor het ontstaan van deze kwarts in de β -modificatie ($> 573^\circ \text{C}$).

2. Enkelvoudige onregelmatig gevormde insluitels.

De begrenzing van de insluitels geeft in vele gevallen een beeld betreffende de verzadiging van de oplossingen met stoffen, waaruit de omsluitende mineralen kristalliseerden (figuur 73).

- De insluitels hebben convexe wanden t. o. v. het omsluitende mineraal (weinig verzadigde oplossingen).
- De insluitels hebben concave wanden ten opzichte van het omsluitend mineraal (verzadigde oplossingen).
- De insluitels hebben onregelmatig concave wanden ten opzichte van het omsluitend mineraal. Vaak zijn kristalletjes van het omsluitend mineraal in de insluitels gegroeid en zijn hierdoor microkristalnesten ontstaan (sterk oververzadigde oplossingen).

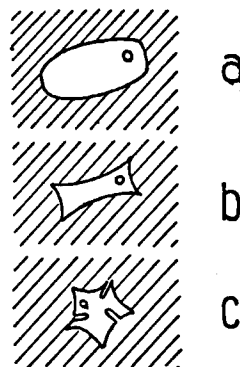


Fig. 73.

3. Gecombineerde insluitels.

Twee of meer insluitels staan hier met elkaar in capillaire verbinding.

De capillaire insluitels kunnen zich in sommige gevallen verenigen tot grote groepen (figuur 74). Indien bij het praepareren van het te onderzoeken monster een deel van zo'n groep ontsloten wordt, gaat de insluitelinhoud ook in de diepere delen van het praeparaat verloren en doet de groep zich voor als een complex van donkergekleurde insluitels.

Soms zijn de capillaire verbindingen afgesnoerd. Insluitels van eenzelfde generatie kunnen in dat geval een totaal verschillende vullingsgraad hebben (figuur 75).

Combinaties van de verschillende morphologische typen 1, 2 en 3 zijn mogelijk, terwijl bij insluitels van eenzelfde generatie de drie typen ook afzonderlijk naast elkaar voorkomen.

Het onderscheid tussen primaire en secundaire insluitels is vaak zeer moeilijk. In vele gevallen is het een ervaringsquestie. Enkele criteria, die bij de bepaling ten dienste staan zijn:

Primaire insluitsels

1. Afzonderlijke, onregelmatig verspreide ligging. Indien in vlakken optredend, dan meestal in kristallografisch bepaalde richtingen. Soms tussen de korrelbegrenzungen.
2. Vaak, indien hydrothermaal, toch enig gas onder druk aanwezig.
3. Vaak uit verzadigde of oververzadigde oplossingen.

Secondaire insluitsels

1. Meestal in vlakken, die door de korrelbegrenzing zijn te vervolgen. Vaak plaatvormige habitus, met lange assen evenwijdig aan de vlakrichting. Orientatie volgens shear-richtingen, waarbij een richting overheerst (TUTTLE 1949).
2. Vaak zuiver hydrothermaal, zonder gas onder druk.
3. Meestal uit weinig verzadigde oplossingen.

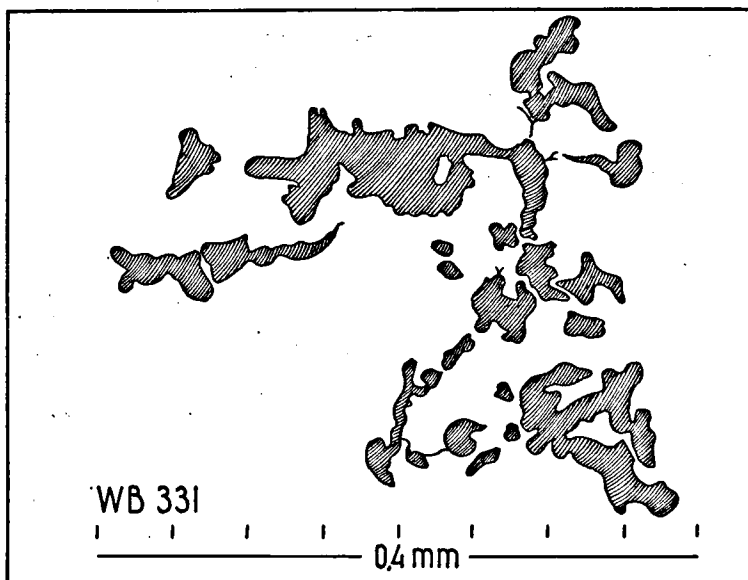


Fig. 74.
Capillaire insluitsels.
Capillary inclusions.

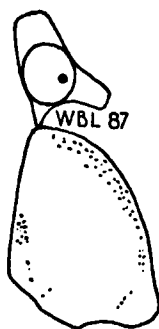


Fig. 75.

2. Methoden van onderzoek

Het bepalen van de inhoud van de insluitsels geschiedt met behulp van een eenvoudig apparaatje, ter bepaling of gas onder druk al dan niet aanwezig is, terwijl de verdere bepaling m. b. v. microscopische onderzoeksmethoden wordt uitgevoerd.

a. De gasproef.

Om te bepalen, of gas onder druk in de insluitsels aanwezig is, heeft DEICHA een eenvoudig apparaat ontwikkeld.

Het principe berust op het verbrijzelen van het te onderzoeken monster in een vloeistof tussen twee glasplaten, waarbij de insluitselinhoud vrijkomt. Indien gas onder druk aanwezig is, zal dit in de vorm van kleine belletjes opstijgen. Het vrijkomen van het gas kan met behulp van het microscoop of met een loupe worden waargenomen. Voor de gebruikte apparatuur zij verwezen naar DEICHA, 1950.

Na enige oefening blijkt het mogelijk een onderscheid te maken tussen veel, normaal, weinig of geen gas. In het laatste geval kunnen we zeker zijn, insluitsels van het type II aan te treffen bij het microscopisch onderzoek.

b. *Microscopisch onderzoek.*

Bij het insluitselonderzoek kan gewerkt worden met een normaal microscoop, dat is toegerust met sterke objectieven ($25\times$, $60\times$ en $100\times$) en oculairen ($15\times$ en $20\times$). Gewerkt wordt met zo sterk mogelijk convergent, in de meeste gevallen lichtblauw gefilterd, licht. De draaitafel van het microscoop wordt zo mogelijk vervangen door een gecombineerde koel- en verwarmingstafel. In vele gevallen kan echter al volstaan worden met te werken in een koel vertrek (ca 15°C) en zo nodig het object te koelen met bepaalde vloeistoffen. Aether voldoet goed als koelvloeistof, maar is schadelijk voor de gezondheid.

Voor verwarming wordt gebruik gemaakt van een gummi-blaasbal met koperen mondstuk, dat boven een gasvlam verhit kan worden.

In verband met de aard van het te onderzoeken praeparaat verdient het aanbeveling, bij sterke vergrotingen, waar het gebruik van immersie nodig is, als immersievloeistof gedestilleerd water te gebruiken, daar immersie-olie het dekglas aan het objectief doet kleven, waardoor een goede scherpstelling onmogelijk wordt.

De vervaardiging van de te onderzoeken praeparaten geschiedt meestal gelijktijdig met het uitvoeren van de gasproef.

Normale dunne doorsneden voldoen over het algemeen minder goed bij dit onderzoek, daar bij het vervaardigen van de dunne doorsneden in de meeste gevallen de grotere insluitsels aangeslepen worden en verloren gaan. Om een indruk te krijgen van de afmetingen van de insluitsels wordt dan ook eerst een klein stukje van het te onderzoeken mineraal verbrijzeld en uit het hieruit verkregen gruis wordt een praeparaat vervaardigd. Drie stukjes van het gruis, van verschillende grootte, worden in driehoeksvorm op een objectglaasje met canadabalsem gebacht en afgedekt met een dekglasje. Het aldus verkregen praeparaat is in de meeste gevallen ruim voldoende om de aard, grootte en morphologie van de insluitsels te bestuderen. Slechts in bijzondere gevallen, wanneer insluitsels in hun verband met de morphologie van de gesteenten worden onderzocht, verdient het aanbeveling dunne doorsneden te vervaardigen, waarvan de dikte aangepast moet zijn aan de afmetingen van de insluitsels. In ons geval zijn van een aantal kwartsmonsters dunne doorsneden vervaardigd met een dikte tot Rood I ($0,06\text{ mm}$). Bij het gebruik van deze aangepaste dunne doorsneden is het mogelijk een insluitselskarakteristiek te geven van gecompliceerde monsters, waarbij het verband tussen de verschillende typen insluitsels beter bestudeerd kan worden dan in de driekorrelpraeparaten.

c. Bepaling van de vormingstemperatuur van de insluitels.

Directe metingen van de vormingstemperatuur van de insluitels kan slechts geschieden aan insluitels van het Type II (hydrothermale insluitels).

De drie ontwikkelde methoden berusten alle op het principe, dat bij de vorming van de insluitels waterige oplossingen de gehele ruimte van de insluitels vullen.

INGERSON (1947) ontwikkelde een methode, waarbij uit het volume van de „bulle de retraite” ten opzichte van het totale insluitelsvolume, de temperatuur waartoe verwarmd moet worden om de bulle de retraite te doen verdwijnen (vormingstemperatuur) bij benadering bepaald kan worden.

SCOTT en SMITH (1948—1949) hebben een methode uitgewerkt en toegepast, die berust op het feit, dat wanneer de insluitels tot boven de vormingstemperatuur worden verwarmd, de druk op de wanden van de dan geheel met vloeistof gevulde insluitels zeer snel en sterk stijgt, waardoor de insluitels barsten. Het geluid van het barsten wordt met behulp van een versterkerinstallatie waargenomen (Decrepitophonie).

DEICHA (1952) ontwikkelde een methode, die op hetzelfde principe berust. Hier wordt echter niet het geluid van het barsten waargenomen, doch het ontwijken van de insluitelinhoud (Decrepitoscopie).

Het bepalen van de vormingstemperatuur van de insluitels van de Typen I en III is tot dusverre onmogelijk gebleken.

Het type I is boven de kritische temperatuur van CO_2 en vaak al eerder gehomogeniseerd. Het Type III heeft veel hogere homogenisatietemperaturen. Het theoretisch maximum is hier de kritische temperatuur van het systeem $\text{H}_2\text{O}-\text{CO}_2$ bij de verschillende mengverhoudingen. Bij het insluitsonderzoek werd deze echter niet waargenomen. Over het algemeen liggen de homogenisatietemperaturen in het gebied tussen 250° en 300°C .

Deze temperaturen geven slechts de minimum vormingstemperatuur.

Homogenisatie van de insluitels van het Type III kan zowel in gasvormige als in vloeibare fase plaatsvinden. DEICHA wijst op het feit, dat dus in bepaalde gevallen de insluitels die bij ongeveer gelijke temperaturen homogeniseren, zowel een pneumatolietische als een hydrothermale ontstaanswijze gehad kunnen hebben en dat deze begrippen elkaar dus gedeeltelijk overlappen, zodra bij hydrothermaal en pneumatolietisch aan een bepaald temperatuurbereik wordt gedacht. DEICHA legt een verband tussen deze begrippen en de fase van homogenisatie. De insluitels van het type III, die in vloeibare fase homogeniseren, worden dan tot de hydrothermale insluitels gerekend, de insluitels, die in gasfase homogeniseren, tot de pneumatolietische.

De homogenisatiefase is in de eerste plaats afhankelijk van de verhouding $\text{CO}_2-\text{H}_2\text{O}$. Hieruit volgt, dat bij de pneumatolietische insluitels CO_2 een belangrijker rol speelt in het systeem dan H_2O . Hydrothermale insluitels zijn die insluitels, waar H_2O overheerst over CO_2 . De werkelijke vormingstemperatuur speelt dus voor de criteria pneumatolietisch of hydrothermaal geen rol. Dit op zichzelf is verwarrend, daar de begrippen pneumatolietisch en hydrothermaal, hoewel per definitie niet aan een bepaalde temperatuur gebonden, vaak gebruikt worden in verband met een bepaald temperatuurgebied.

DEICHA (Neues Jahrbuch, 1951) vond in genetisch bij elkaar behorende gangsystemen (pegmatieten, aplieten en kwartsgangen), overgangen tussen primaire pneumatolietische gasinsluitels van het Type I naar primaire hydro-

thermale insluitsels van het Type II, waarbij de overgangen gevormd werden door hydrothermaal-pneumatolietische insluitsels van het Type III. Dit wijst op toeneming van de belangrijkheid van de waterige oplossing bij lagere temperatuur, in één bepaalde genetische reeks. Dit bewijst niet, dat de verhouding tussen H_2O en CO_2 van verschillende genetische reeksen, bij dezelfde temperaturen steeds dezelfde is. Het is zeer goed denkbaar, dat de verhouding van de lichtvluchtige bestanddelen van het ene magmatype een andere zal zijn dan de verhouding in een ander magmatype. Hoewel de tendens, dat verhoudingsgewijs meer waterige oplossing in de laagthermale insluitsels van een genetisch bij elkaar behorende insluitselreeks voorkomt, algemeen op zal gaan, impliceert dit niet, dat de verhouding $CO_2:H_2O$ bij een bepaalde vormings-temperatuur van de insluitsels van verschillende magmatypen, dezelfde zal zijn.

Gecomplieerder wordt het beeld, wanneer we veronderstellen, dat de als vloeistof homogeniserende insluitsels (waarbij H_2O dus het belangrijkste deel van de insluitselinhoud vormt), een vormingstemperatuur boven de kritische temperatuur van het ingesloten systeem H_2O-CO_2 (+ stoffen in oplossing) kunnen hebben. Gezien het feit, dat homogenisatie als vloeistof of als gas, bij de insluitsels van het Type III bij dezelfde temperaturen van omstreeks $250-300^\circ$ plaats vindt, lijkt het waarschijnlijk, dat de kritische temperatuur van het bedoelde systeem bij een verhouding $CO_2:H_2O$ ca 1:1, niet ver boven deze temperatuur zal liggen en is het dus wel waarschijnlijk, dat vormings-temperaturen van als vloeistof gehomogeniseerde insluitsels, boven de kritische temperatuur voorkomen. In dit geval vond de vorming in fluide phase plaats. Hoewel homogenisatie van de insluitsels van het Type III in fluide phase nog niet werd waargenomen, lijkt het wel mogelijk, dat bij voortgezet onderzoek dit verschijnsel waargenomen zal worden, zoals het ook reeds bekend is bij insluitsels van het type I. De homogenisatietemperatuur, die hier in principe de kritische temperatuur van CO_2 moet zijn, bij homogenisatie in fluide phase, ligt in vele gevallen iets hoger, zodat altijd wel enig H_2O en stoffen in oplossing, die deze verhoging veroorzaken, aanwezig zullen zijn.

Of homogenisatie in gasvormige-, dan wel fluide phase bij insluitsels van het Type II voorkomt, is niet bekend.

Bij het ontstaan van de verschillende typen volgens DEICHA kunnen de lichtvluchtige bestanddelen zich dus in drie verschillende fasen bevonden hebben. De phase van homogenisatie wordt voornamelijk bepaald door de verhouding $H_2O:CO_2$ in de insluitsels en de omstandigheden van temperatuur en druk.

Voor de insluitsels van het Type I mag aangenomen worden, dat deze wel steeds een pneumatolietische ontstaanswijze hebben, daar een liquide phase van CO_2 bij vorming van mineralen in de natuur niet goed denkbaar is.

Insluitsels van het Type II komen, voorzover bekend, slechts voor met een liquide vormingsphase. Theoretisch denkbaar is echter ook een pneumatolietische ontstaanswijze, hetzij in fluide, hetzij in gasvormige phase.

Bij de insluitsels van het Type III bestaan vele, voor een deel theoretische mogelijkheden.

Homogenisatie kan plaatsvinden in liquide phase. Dit bewijst echter niet, dat de vormingsphase eveneens een liquide phase is geweest. Vorming van de insluitsels van dit type boven de kritische temperatuur van het systeem H_2O-CO_2 moet plaatsgevonden hebben in fluide phase. Op grond van het onderzoek van de gasvormige en vloeibare insluitselinhoud kan dit echter niet bepaald worden. Secondaire kenmerken, zoals negatieve kristallen

en homogenisatietemperatuur van kristallijne afzettingen uit de insluitseinhoud, kunnen in dit geval slechts uitsluitseinhoud geven.

Bij insluitseinhoud, die in gasvormige fase homogeniseren, vormt CO_2 het voornaamste bestanddeel. Deze insluitseinhoud hebben zeker een pneumatolietische ontstaanswijze.

Daar uit de praktijk van het onderzoek van DEICHA blijkt, dat de verhouding tussen H_2O en CO_2 in het ingesloten systeem een hoofdrol speelt bij de bepaling, of de insluitseinhoud in liquide, fluide, dan wel gasvormige fase zullen homogeniseren, lijkt het gewenst, deze samenstelling in de naamgeving van de insluitseinhoud te vermelden. Hiertoe kunnen respectievelijk de voorvoegsels hydro- en carbo- worden gebruikt. De grens tussen beide ligt bij de volumeverhouding $\text{H}_2\text{O}:\text{CO}_2$ ca 1:1, bij observatietemperaturen van $16 \pm 15^\circ \text{C}$.

Uit het onderzoek blijkt namelijk, dat de insluitseinhoud van het type III, die bij temperaturen van $15-20^\circ \text{C}$ triphasig zijn, in de vloeibare fase homogeniseren als het volume waterige oplossing groter dan 50 % van het totale insluitseinhoud is, terwijl homogenisatie in gasvormige fase plaats vindt, indien het volume van CO_2 (vloeibaar en gasvormig) meer dan 50 % van het totale insluitseinhoud bedraagt. In het laatste geval hebben de insluitseinhoud steeds een pneumatolietische vormingsfase. In het geval, dat de insluitseinhoud een liquide homogenisatiefase hebben, kan de vormingsfase van de insluitseinhoud echter zeer goed een pneumatolietische (fluide) geweest zijn, hetgeen echter alleen op grond van andere kenmerken bepaald kan worden. Een onderverdeling en aanvullende naamgeving van de typen volgens DEICHA, in een aantal subtypen, wordt hier voorgesteld; waarbij het begrip pneumatolietisch gebruikt wordt in de betekenis die FENNER (BATEMAN 1949) hieraan geeft.

„Gaseous action, pertaining to processes or results effected by gases evolved from igneous magma's or entrained with gases of that origin is called pneumatolitic action.”

Dit houdt in, dat pneumatolietische processen niet gebonden zijn aan bepaalde temperaturen. In ons geval blijken de carbopneumatolietische insluitseinhoud gevormd te kunnen zijn bij temperaturen, die binnen het temperatuurgebied van hydroliquide processen heersen.

De hydropneumatolietische insluitseinhoud sluiten zich in dit geval ongeveer aan bij de heersende opvattingen betreffende het temperatuurbereik van pneumatolietische processen.

Gezien de door DEICHA geconstateerde tendens tot toeneming van de hoeveelheid waterige oplossing in de insluitseinhoud bij dalende temperatuur, komt het er op neer, dat ook de carbopneumatolietische insluitseinhoud over het algemeen onder hoogthermale omstandigheden zijn gevormd. Strikt genomen behoren echter ook de insluitseinhoud van mineralen, gevormd door moffetten en fumarolenwerking tot de pneumatolietische insluitseinhoud. Naast CO_2 spelen andere gassen hier ook een belangrijke rol, zodat insluitseinhoud in dit laatste geval vaak geen carbopneumatolietische insluitseinhoud zullen zijn.

De carbopneumatolietische insluitseinhoud zullen over het algemeen gekenmerkt zijn door een hoge druk en middelbare tot hoge vormingstemperaturen.

Subtypen zijn gekarakteriseerd door hun vormingsfase. Het onderzoek van de vloeibare en gasvormige insluitseinhoud zal echter niet in alle gevallen kunnen leiden tot bepaling van deze vormingsfase, waarvan in enkele

gevallen niet bekend is, of insluitels van dit type in die bepaalde vormings-phase voorkomen.

In dit geval worden de insluitels, die in gasvormige phase homogeniseren pneumatolietisch, de insluitels, die in vloeibare phase homogeniseren hydrothermaal genoemd.

De volgende indeling in subtypen wordt voorgesteld:

Deicha-Type I. Carbopneumatolietische insluitels. (CP)

(gasvormige insluitels van zuiver pneumatolietisch type).

Een onderverdeling in subtypen heeft weinig zin, daar deze insluitels wel steeds een pneumatolietische ontstaanswijze hebben gehad.

De karakteristiek voor dit type insluitel is:

- I CP 2/16° Carbopneumatolietische insluitels van het Deicha-Type I bij waarnemingstemperatuur van 16° C, diphasig (vloeibaar en gasvormig CO₂).
- I CG 1/20° Carbopneumatolietische insluitels van het Deicha-Type I, waarbij homogenisatie in gasvormige phase plaats vindt bij een temperatuur van 20° C.
- I CF 1/35° Carbopneumatolietische insluitels van het Deicha-Type I, waarbij homogenisatie plaats vindt in fluide toestand bij een gemeten temperatuur van 35° C.
- I CL 1/16° Carbopneumatolietische insluitels van het Deicha-Type I, waarbij homogenisatie plaats vindt in liquide toestand bij een gemeten temperatuur van 16° C.

Deicha-Type II. Hydrothermale insluitels (H)

subtype a. Hydroliquide insluitels (HL).

(subtype b. Hydropneumatolietische insluitels (HP).

Van dit type is slechts het subtype a. tot dusverre aangetoond. De homogenisatietemperatuur geeft bij benadering de vormingstemperatuur van dit type insluitel.

De karakteristiek voor dit type is:

- II HL 1/190°, indien de homogenisatietemperatuur is bepaald.

Deicha-Type III. Hydrothermaal-Carbopneumatolietische insluitels.

Hydrothermaal (H) { *subtype a* Hydroliquide insluitels (HL).
 { *subtype b* Hydropneumatolietische insluitels (HP).
 Carbopneumatolietisch *subtype c* Carbopneumatolietische insluitels (CP).

In de practijk van het insluitelsonderzoek zal het in de meeste gevallen niet mogelijk zijn de onderverdeling in de subtypen van het Deicha-Type III door te voeren, daar zelfs indien de homogenisatieproeven gedaan kunnen worden, deze geen verschillen zullen aanwijzen tussen de subtypen a en b. Indien niet op grond van secondaire kenmerken (negatieve kristallen, ingesloten kristallen of de paragenese van de onderzochte mineralen) besloten kan worden tot een vormingstemperatuur van de insluitels boven of onder de critische temperatuur van het ingesloten systeem H₂O—CO₂, wordt de neutrale naam hydrothermaal gebruikt, waarmee slechts bedoeld is, dat de insluitelinhoud voornamelijk uit H₂O bestaat, terwijl de insluitels bij hoge temperatuur werden gevormd ($\geq$ homogenisatietemperatuur).

Op grond van de primaire insluitels van verschillende subtypen kan een onderscheid gemaakt worden tussen verschillende afzettingen, mogelijk met ongeveer dezelfde vormingstemperatuur, doch verschillende verhoudingen van de lichtvluchtige bestanddelen.

De volgende typen afzettingen kunnen worden onderscheiden:

Type afzetting	Omstandigheden van temperatuur en druk		Insluitseltypen
Carbopneumatolietisch	t — laag	p — laag	I CP
			III CP
	t — hoog	p — hoog	I CP
			III CP
Hydropneumatolietisch	t — hoog	p — laag	(II HP)
			(II HP)
	t — hoog	p — hoog	III HP
			III HP
Hydroliquid	t — laag	p — laag	II HL
			III HL
	t — laag	p — hoog	II HL
			III HL

In figuur 76 is het verband tussen de verschillende insluiteltypen, volgens DEICHA, schematisch weergegeven met de gebieden, waarin hij homogenisatie van de vloeibare en gasvormige insluitselinhoud heeft waargenomen.

De genetische insluitelreeks, waarbij de carbopneumatolietische insluitels bij een hogere temperatuur gevormd zijn dan de hydroliquide insluitels en de overgang tussen beide gevormd wordt door insluitels van het type III, werd door hem waargenomen.

De interpretatie van de insluitelreeksen van het Mindrinetti-goudgebied en van het Headley Reef type bij de zeer hoge vormingstemperaturen (boven 573° C) berust op waarnemingen betreffende de morfologie van de insluitels in de kwarts van de gangen uit deze gebieden, waarbij hexagonale bipyramiden als negatieve kristallen in de kwarts voorkomen, met verschillende verhoudingen tussen de lichtvluchtige bestanddelen. Deze duidelijk hexagonale bipyramiden, zonder duidelijk ontwikkelde prismavlakken wijzen op vorming van de kwarts boven 573° C (β -modificatie).

Negatieve bipyramiden met *glasachtige* insluitels in kwarts werden reeds beschreven door DEICHA (1953) en beschouwd als een bewijs dat de kwarts boven 573° C werd gevormd.

3. Resultaten van het onderzoek

Homogenisatie en gasproeven

De insluitels van de onderzochte kwartsen bleken over het algemeen te klein om homogenisatieproeven te doen.

Slechts in één geval kon de proef gedaan worden voor insluitels in kwarts, van een kwartsader uit het granietgebied bij Km 109 L. S. De volume-verhouding $H_2O:CO_2$ bedraagt bij deze insluitels ca. 55:45. CO_2 is bij 16° C in twee fasen aanwezig, waarbij de volumeverhouding CO_2 -gas:vloeibaar- CO_2 ongeveer 50:50 is. Bij homogenisatie ontstaat eerst een fluide CO_2 -phase naast de waterige oplossing. Daarna ontwikkelt de waterige oplossing zich ten koste van de fluide phase. Bij ca 285° C is de fluide phase geheel

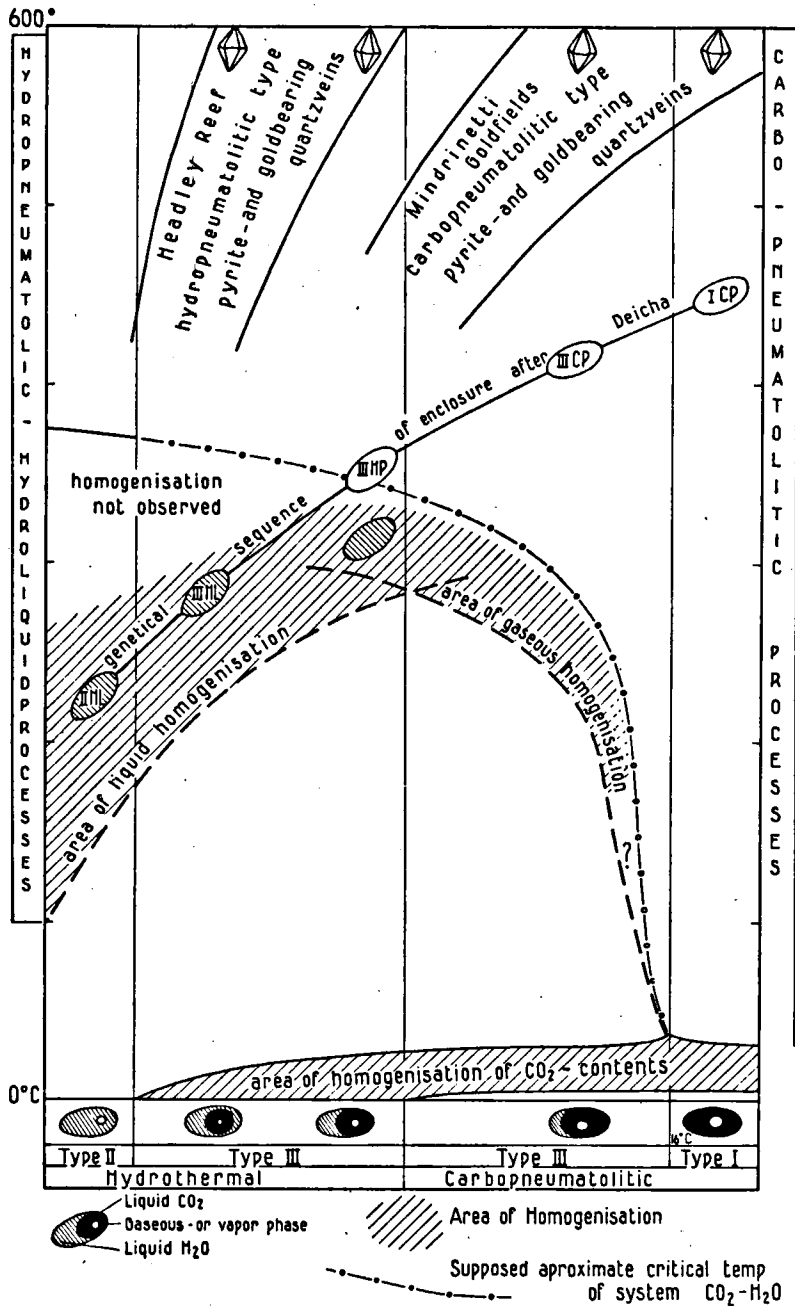


Fig. 76.

Overzicht van de volume-verhoudingen bij lage temperatuur ($16^\circ \pm 15^\circ \text{C}$) tussen CO_2 en H_2O van de insluitseltypen volgens DEICHA, betrokken op hun fase en temperatuur van homogenisatie en hun mogelijke vormingstemperatuur.

Review of the volumetric ratio at low temperature ($16^\circ \pm 15^\circ \text{C}$) between the H_2O and CO_2 contents of the inclusion types after DEICHA, with respect to their temperature and phase of homogenisation and probable temperature of enclosure.

verdwenen of niet meer waarneembaar en is de insluitselinhoud een homogene vloeistof.

Dit type insluitsel heeft dus een hydroliquide homogenisatiephase, doch de werkelijke vormingstemperatuur kan belangrijk hoger liggen. Volgens het onderzoek van de lichtvluchtige bestanddelen alleen wordt het insluitseltype gekarakteriseerd als III HL 1/285°. Door de aanwezigheid van negatieve hexagonale bipyramiden lijkt het waarschijnlijk, dat de insluitsels tot het hydro-carbopneumatolietisch type behoren.

Daar vrijwel alle in Parijs onderzochte monsters met primaire insluitsels bij de gasproef de aanwezigheid van gas onder druk aantoonde, kon slechts in een enkel geval een meting van de vormingstemperatuur met behulp van de decrepitoscoop gedaan worden.

Het betreft hier een kwartsader, WB 970, waarin naast kwarts, wormvormige chloriet (prochloriet) veelvuldig voorkomt. Deze kwarts blijkt uitzonderlijk rijk aan primaire insluitsels van het type II HL. Secondaire insluitsels komen in deze kwarts bijna niet voor. Met behulp van de decrepitoscoop kon hier een vormingstemperatuur van ca 180° worden aangetoond (II HL 1/180°).

De gasproef werd bij alle onderzochte monsters uitgevoerd. Hierbij bleek, dat het merendeel der in Parijs onderzochte monsters normaal tot sterk gashoudend is. Bij het latere onderzoek te Leiden, waar een verbrijzelingsapparaat volgens het model van DEICHA werd gemaakt, werden later verspillende hydroliquide gasloze tot gasarme primaire insluitsels aangetroffen bij de monsters, tussen een meerderheid van gashoudende tot gasrijke.

Vooraf in het concessiegebied van de Sarakreek-Goudvelden N.V. komen deze hydroliquide insluitsels van het type II veelvuldig voor in de kwartsgangen. In het Mindrinetti-goudgebied blijken de kwartsen met primaire insluitsels echter zonder uitzondering gasrijk, hetgeen wijst op insluitsels van het Type I of III met een voornamelijk carbopneumatolietische tot hoogthermale hydroliquide (pneumatolietische) ontstaanswijze. Het microscopisch onderzoek bevestigt de resultaten van de verbrijzelingsproeven.

Het is wel zeer verbazingwekkend, dat in de kwarts, waarvan een praecambriëse ouderdom als vaststaand wordt aangenomen, de insluitsels, waarin zulke hoge gasdrukken heersen, vrijwel volledig geconserveerd zijn gebleven. Dit wijst erop, dat later geen metamorfosen of tectonische processen van plooiing een belangrijke rol gespeeld kunnen hebben in de gebieden waaruit de onderzochte monsters afkomstig zijn. De vorming van de kwartsgangen is hier een van de laatste processen geweest, die in het oude schildgebied hebben plaatsgevonden. Wel heeft latere breuktectoniek plaatsgevonden bij de vorming van de dolerietgangen. Bij de kwartsaders uit de directe omgeving van deze dolerietgangen zijn de primaire insluitsels voor een groot deel vernietigd en overheersen secundaire insluitsels van het type II HL.

b. Morphologisch-microscopisch onderzoek

Het onderzoek van de insluitsels beperkt zich slechts tot de kwartstypen A, B, C, D en E (zie blz. 170).

Op grond van de vindplaats kunnen ze in drie groepen worden verdeeld.

a. De kwartsaders van het Mindrinetti-goudgebied:

α'. de goudkwartszone;

α''. de savannekwartsen;

α'''. de kwartsaders uit het granietgebied bij Km 109 L.S..

β. De kwartsaders ten zuiden van het Mindrinetti-goudgebied:

β'. de hoofdader (N 15 W) van het Headley Reef (Km 124,3 L. S.);

β''. de jonge E—W kwartsadertjes die het Headley Reef doorsnijden;

β'''. kwartsadertje uit het Kabeltonaliet, Beneden-Sarakreek.

γ. De kwartsaders van de concessie van de Sarakreek-Goudvelden N.V.

Het type van de insluitsels is weergegeven in de tabel no. 11.

TABEL 11.

Onderzoek van vloeibare en gasvormige primaire insluitsels.

Carbopneumatolietisch No.	Type ¹⁾	Waarnemings- tempera- atuur	Ingesloten vaste stof	Negatieve kristallen	Gas onder druk ²⁾	Kwarts type
<i>De Jong Noord</i>						
WB 34	?	20			x	A
WB 46	I CL 1	16	opaak	Hex. bipy.	xx	A
WB 122	I CP 2	16	opaak		x	A
WB 367	?	20			x	A
WB 755	I CL 1	16			xx	A
WB 758	I CL 1	16			x	A
WB 760a	I CL 1	16			xxx	A
WB 762	I CP 2	16	} opaak en kristal		xxx	B
WB 763	I CP 2	16			xxx	B
WB 114	?	20	?		x	C
WB 7	?	16	opaak		xx	C
WB 9	III CP 2	20	opaak		xx	C
<i>De Jong Zuid, Mayo</i>						
WB 189	III CP 2	20	opaak		xx	A
WB 230	I CL 1	16			xx	A
WB 234	I CL 1	16	opaak		xxx	A
WB 241	I CP 2	16			xxx	A
WB 242	I CP 2	20		Hex. bipy.	xxx	A
WB 248	I CL 1	16			xx	A
WB 726	III CP 3	20			xxx	A
WB 212	I CP 2	20	opaak	Hex. bipy.	xx	B
WB 215a	III CP 3	20	opaak	Hex. bipy.	xxx	B
WB 748	I CP 2	16	opaak		xx	B
WB 184	I CP 2	20		Hex. bipy.	xxx	C
WB 215	I CP 2	16			xxx	C
WB 80	III CL 2	16			xxx	D
<i>Savannekwartsen</i>						
WB 727	I CP 1	16			x	E
WB 728	?	16			x	E

TABEL 11 (vervolg).

Carbopneumatolietisch No. Type	Waar- nemings- tempera- atuur	Ingesloten vaste stof	Negatieve kristallen	Gas onder druk	Kwarts type
<i>Granietgebied Km 109</i>					
WB 331 III CHL 1	285°	kristal	Hex. bipy.	xx	E
WB 709 III CP 2	16			—	E
WB 713 III CP 2	16			x	C
<i>Stringers Headly Reef</i>					
jonge E—W aders		opaak		xx	B
WB 718 CP 2	16				
<i>Hydrothermaal</i>					
No. Type					
<i>Headley Reef (N 15 W)</i>					
WB 719 III HP 3	16		Hex. bipy.?	x	A
WB 720 III HP 3	16		Hex. bipy.?	x	A
<i>Kabeltonaliet</i>					
WB 602 III H 2	16			xx	AC
<i>Boven-Lawa</i>					
WBL 64 III H 2	16			xxx	B
WBL 27 III H 2	20			xx	B
WBL 66 II HL 2	20			x	E
WBL 19 III HL 2	20			xx	E

¹⁾ Insluitseltype zie blz. 201.

²⁾ x gas onder druk aanwezig
xx normaal gashoudend
xxx sterk gashoudend.

Secondaire insluitsels zijn steeds van het Deicha Type II (Hydroliquide insluitsels met een vormingstemperatuur omstreeks 200° C. Een uitzondering hierop zijn de secundaire insluitsels van WB 215a, die van een carbopneumatolietisch type zijn (zie figuur 79).

a. De kwartsaders van het Mindrinetti-goudgebied

Zoals uit de beschouwing van de tabel blijkt, hebben de primaire insluitsels van de kwartsen uit het Mindrinetti-goudgebied een carbopneumatolietische ontstaanswijze. Het voorkomen van de subtypen I CL 1/16° (carbopneumatolietische insluitsels die bij 16° in vloeibare phase zijn), wijst erop, dat de insluitsels bij hoge druk zijn ontstaan. Insluitsels van het Type I overheersen. In vele gevallen zijn deze insluitsels monofasig bij observatietemperatuur, waarbij de inhoud in liquide phase aanwezig is. Ook komen insluitsels van dit type voor, die bij observatietemperatuur van 16—20° diphasig zijn. Insluitsels van het type III CP komen eveneens voor. Waterige oplossing speelt bij de insluitsels echter steeds een ondergeschikte rol. Bij observatietemperatuur zijn het di- of triphasige insluitsels. Een van de aanwezige

fasen is hier de waterige oplossing. De tweede fase bestaat bij de diphasige insluitsels uit vloeibaar CO_2 , dan wel uit gas onder druk.

Indien drie fasen aanwezig zijn, is naast de waterige oplossing vloeibaar CO_2 en gasvormig CO_2 onder druk aanwezig.

De gasdruk van de diphasige insluitsels van het type I bedraagt bij observatietemperatuur ($16-20^\circ\text{C}$) meer dan 55 atm. Bij de triphasige insluitsels van het type III liggen de drukken in dezelfde orde van grootte.

De monofasige insluitsels van het type I hebben een onbekende gasdruk, die bij de insluitsels met vloeibaar CO_2 hoger ligt dan 55 atm., bij de typen met gas onder druk slechts weinig lager, daar een geringe afkoeling van de monofasige insluitsels de tweede fase meestal direct doet verschijnen.

De kwartsen van de savannengordel zijn van eenzelfde type als de kwartsen uit de goudkwartszones.

In het granietgebied van Km 109 komen insluitsels voor van een iets ander type. Het zijn bij observatietemperatuur triphasige insluitsels met een vrij belangrijke waterige fase. Het zijn insluitsels van het hydro-carbopneumatolietische overgangstype. Homogenisatie van de insluitsels door verwarming toont aan, dat de insluitsels in vloeibare fase homogeniseren bij een temperatuur van 285°C .

De beide andere onderzochte kwartsen uit dit gebied hebben een kleinere waterige oplossing in de insluitsels en zijn tot het carbopneumatolietische type gerekend.

Uit het insluitselonderzoek blijkt, dat alle in het Mindrinetti-goudgebied aangetroffen kwartsgangen genetisch tot eenzelfde groep moeten worden gerekend, zodat de ouderdomsverschillen, die afgeleid kunnen worden uit het kruisen van bepaalde gangen, zich slechts over het kleine tijdsverloop uitstrekken, waarin deze pneumatolietische processen werkzaam waren.

Temperatuurmetingen betreffende de vormingstemperatuur van de insluitsels kunnen niet uitgevoerd worden. De minimumtemperatuur kon in Parijs gemeten worden bij het monster WB 331 en bedraagt 285°C . De werkelijke vormingstemperatuur is waarschijnlijk belangrijk hoger. De insluitsels van het monster vertegenwoordigen het meest waterrijke type van de genetisch verwante insluitsels uit de kwartsaders in dit gebied.

Overeenkomstig, de door DEICHA gevonden tendens van toeneming aan waterige oplossing bij lagere temperaturen in een genetische reeks lijkt het gerechtvaardigd te veronderstellen, dat de carbopneumatolietische insluitsels uit de andere kwartsaders een hogere vormingstemperatuur hebben gehad.

De paragenese van de afzettingen geeft slechts een zeer onvolledig beeld betreffende de vormingstemperatuur van de afzettingen. Het voorkomen van toermalijn in afzettingen van dit type wijst echter op belangrijk hogere vormingstemperaturen dan de door de homogenisatie bepaalde minimum vormingstemperatuur van de insluitsels. Het voorkomen van ferberiet, pseudomorph naar scheeliet wijst op vorming in een pneumatolietisch stadium.

SCHNEIDERHÖHN (1941) geeft voor de vormingstemperatuur van afzettingen van het pneumatolietische type een minimum, omstreeks de critische temperatuur van water ($350-400^\circ\text{C}$).

Als maximum vormingstemperatuur voor pegmatiet-pneumatolietische afzettingen geeft hij een temperatuurbereik tot ca 600°C , waarbij de pegmatieten voornamelijk in het temperatuurbereik tussen 600° en 500°C gevormd zouden zijn. Als belangrijkste lichtvluchtig bestanddeel beschouwt hij H_2O .

De morfologie van de insluitsels van de onderzochte kwartsaders geeft

een verdere aanwijzing betreffende de vormingstemperatuur van de insluitsels. Negatieve kristallen komen bij de insluitsels veelvuldig voor. Zowel de primaire, carbopneumatolietische insluitsels, als de secundaire hydroliquide insluitsels van het type II tonen negatieve kristalvormen. In het eerste geval hebben de negatieve kristallen de habitus van hexagonale bipyramiden, zonder prismavlakken of met zeer kleine, hetgeen een aanwijzing is voor het ontstaan van de insluitsels in kwarts in de β -modificatie ($> 573^\circ$). Naast volledig ontwikkelde hexagonale bipyramiden, die met hun kristallografische c-as evenwijdig georiënteerd zijn aan n_o van de omsluitende kwarts, komen ook gedeformeerde vormen voor, naast bipyramiden met appendices en vormen, waar

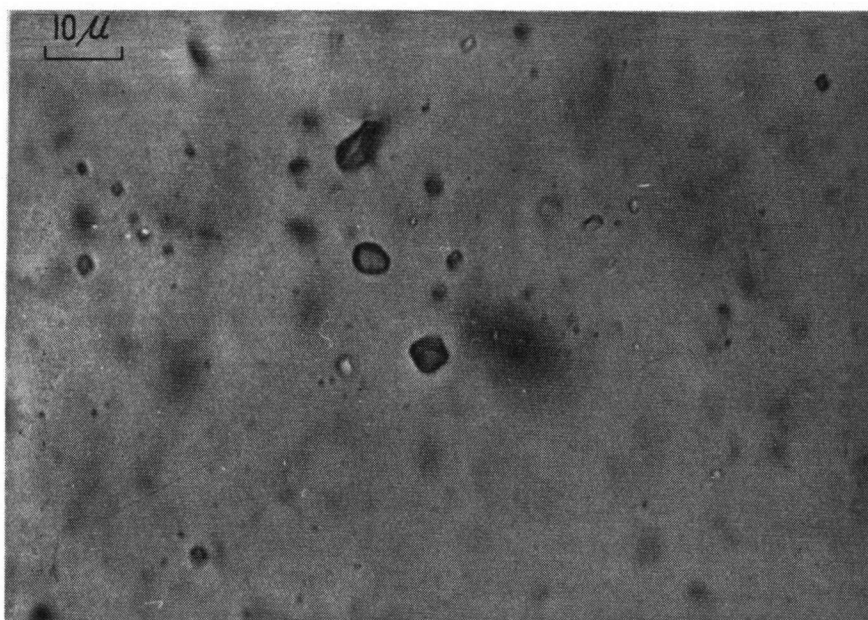


Fig. 77.
Negatieve hexagonale bipyramiden van het type I CP 2/20°.
Negative hexagonal bipyramids of type I CP 2/20°.

slechts één of meer vlakken met dezelfde orientatie ten opzichte van n_o van de omsluitende kwarts, optreden. Grote voorzichtigheid is geboden bij de interpretatie van deze morphologie, temeer daar ook de vullingsgraad van de insluitsels met deze negatieve kristalvormen niet steeds gelijk is. Naast negatieve hexagonale bipyramiden met een carbopneumatolietische ontstaanswijze van het type I CP 1 of 2/16° en van het type III CP 3/16°, komen ook insluitsels van het type III HL 3/16° voor in de kwartsader N 15 W bij Km 124,3 L. S., met een belangrijk volume waterige oplossing. Voorzover kon worden nagegaan, zijn de volledig ontwikkelde negatieve hexagonale bipyramiden echter steeds van het type III CP 3, terwijl waarschijnlijk ook monofasige insluitsels van het type I CL 1/16° (WB 184), en diphasige van het type I CP 2/16° (fig. 77) voorkomen. De waterige oplossing speelt hier geen

of een zeer ondergeschikte rol. Figuur 78 geeft een beeld van de verschillende waargenomen typen.

Bij de insluitels van het type II HL komen eveneens negatieve kristalvormen voor. Deze hebben echter steeds zeer goed ontwikkelde prismavlakken, terwijl de toppyramiden veel minder goed ontwikkeld zijn. Het is de kenmerkende vorm van kwarts in de α -modificatie ($< 573^\circ \text{C}$).

Volgens de schattingsmethode van INGERSON (1947) is de vormingstemperatuur van deze insluitels ca $180\text{--}200^\circ \text{C}$. Hieruit blijkt, dat negatieve kristalvormen zeker niet als bewijs mogen worden beschouwd voor de primaire

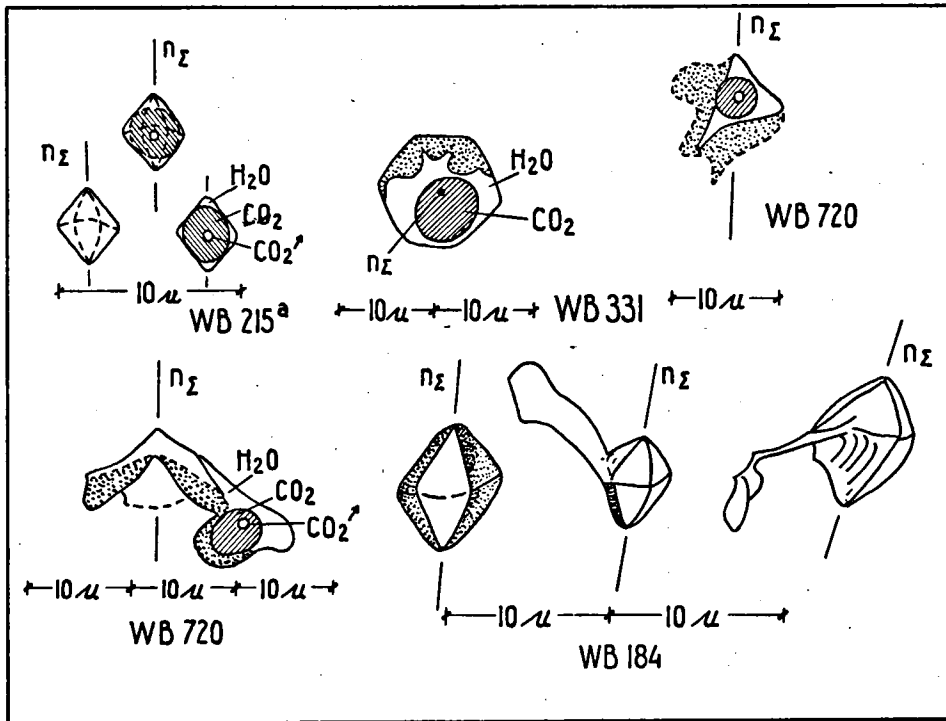


Fig. 78.

Overzicht van de verschillende waargenomen insluiteltypen met negatieve hexagonale bipyramiden.

Review of several observed types of negative hexagonal bipyramids.

ontstaanswijze van de bijbehorende vloeibare en gasvormige insluitels. Ook TUTTLE (1949) wijst hier op.

In één geval zijn zelfs negatieve hexagonale bipyramiden van waarschijnlijk secundaire ontstaanswijze aangetroffen. Het kwartsmonster WB 215a bestaat uit twee sterk door elkaar gemengde kwartstypen. Het voornaamste bestanddeel is een grijsblauw kwartstype. Hierin komen onregelmatig begrensde partijen voor van een melkwhite kwarts. Het microscopisch onderzoek toont aan, dat de korrelbegrenzungen van de kwarts niet overal geheel overeenkomen met de kleurbegrenzing van de beide kwartstypen. De grijsblauwe

kwarts is uitzonderlijk rijk aan primaire insluitsels van het type III CP 3/16°. Hierbij overheersen onregelmatig gevormde insluitsels, maar negatieve hexagonale bipyramiden komen, zij het schaars, eveneens voor. De insluitsels hebben een onregelmatige ligging ten opzichte van elkaar. De hexagonale bipyramiden zijn georiënteerd met $c//n_e$. De bipyramiden zijn volledig ontwikkeld. In de melkwhite kwarts komen eveneens insluitsels van het type III CP 3/16° voor, met dezelfde vullingsgraad als die van de insluitsels in de blauwe kwarts. Ze zijn voornamelijk ontwikkeld in de vorm van hexagonale bipyramiden en hebben behalve de orientatie $c//n_e$, eveneens een duidelijk georiënteerde ligging in vlakken. Deze laatste georiënteerde ligging in vlakken, die niet kristallografisch bepaald lijken, wijst op een secundaire ontstaanswijze van de insluitsels in de melkwhite kwarts.

Daar zij echter van hetzelfde type zijn als de primaire insluitsels van de grijsblauwe kwarts, lijkt het welhaast zeker, dat zij synchroon met deze laatste zijn ontstaan. Primaire insluitsels ontbreken in de melkwhite kwarts. Door de kwartsen van beide typen lopen vlakken met insluitsels van het type II HL 2, vaak eveneens met negatieve kristallen. Deze kristalnegatieven hebben goed ontwikkelde prismavlakken, hetgeen wijst op α -modificatie van de kwarts bij het ontstaan van deze secundaire insluitsels. Figuur 79 geeft een karakteristiek van de insluitsels in dit monster.

β . De kwartsaders ten zuiden van het Mindrinetti-goudgebied.

β' . De hoofdader (N 15 W) van het Headley Reef (Km 124,3 L.S.).

De kwarts uit het Headley Reef behoort mineralogisch tot het type van de goud- en pyriethoudende kwartsaders van het type A (blz. 170). De insluitsels van deze kwartsader behoren tot een ander genetisch type, dan de insluitsels van het Mindrinetti-goudgebied.

De insluitsels zijn van het type III H 3, met een zeer grote waterige oplossing. De kwarts van het Headley Reef is uitgesproken rijk aan secundaire insluitsels van het type II HL. In de kwarts komen vermoedelijk hexagonale bipyramiden voor, waarvan zich slechts enkele kristalvlakken hebben ontwikkeld. Mogelijk wijst dit toch op een hoge vormingstemperatuur en zijn de insluitsels van het hydropneumatolietische type.

Over het algemeen hebben de insluitsels grotere afmetingen dan de insluitsels van het Mindrinetti-goudgebied.

β'' . De kwartsadertjes die het Headley Reef doorsnijden.

Deze kwartsadertjes behoren mineralogisch tot het goudhoudende blauwe kwartstype. Ze zijn zeer licht grijsblauw van kleur. De insluitsels van deze kwartsadertjes zijn van hetzelfde type als de insluitsels in het Mindrinetti-goudgebied (I CP 2). Secundaire insluitsels komen in deze kwartsadertjes wel voor, doch in geringere mate dan in de hoofdader van het Headley Reef. Gezien de algemene tendens, dat de CO₂-rijke insluitseltypen bij hogere temperaturen ontstaan in eenzelfde genetische reeks en gezien het feit dat zij jonger zijn dan het Headley hoofdrif, lijkt het waarschijnlijk, dat de insluitsels van het hoofdrif en van de jongere kwartsadertjes geen genetische reeks vormen, daar over het algemeen de temperaturen in een genetische reeks zullen afnemen met de tijd.

Op grond hiervan lijkt het waarschijnlijker, dat de jongere adertjes in

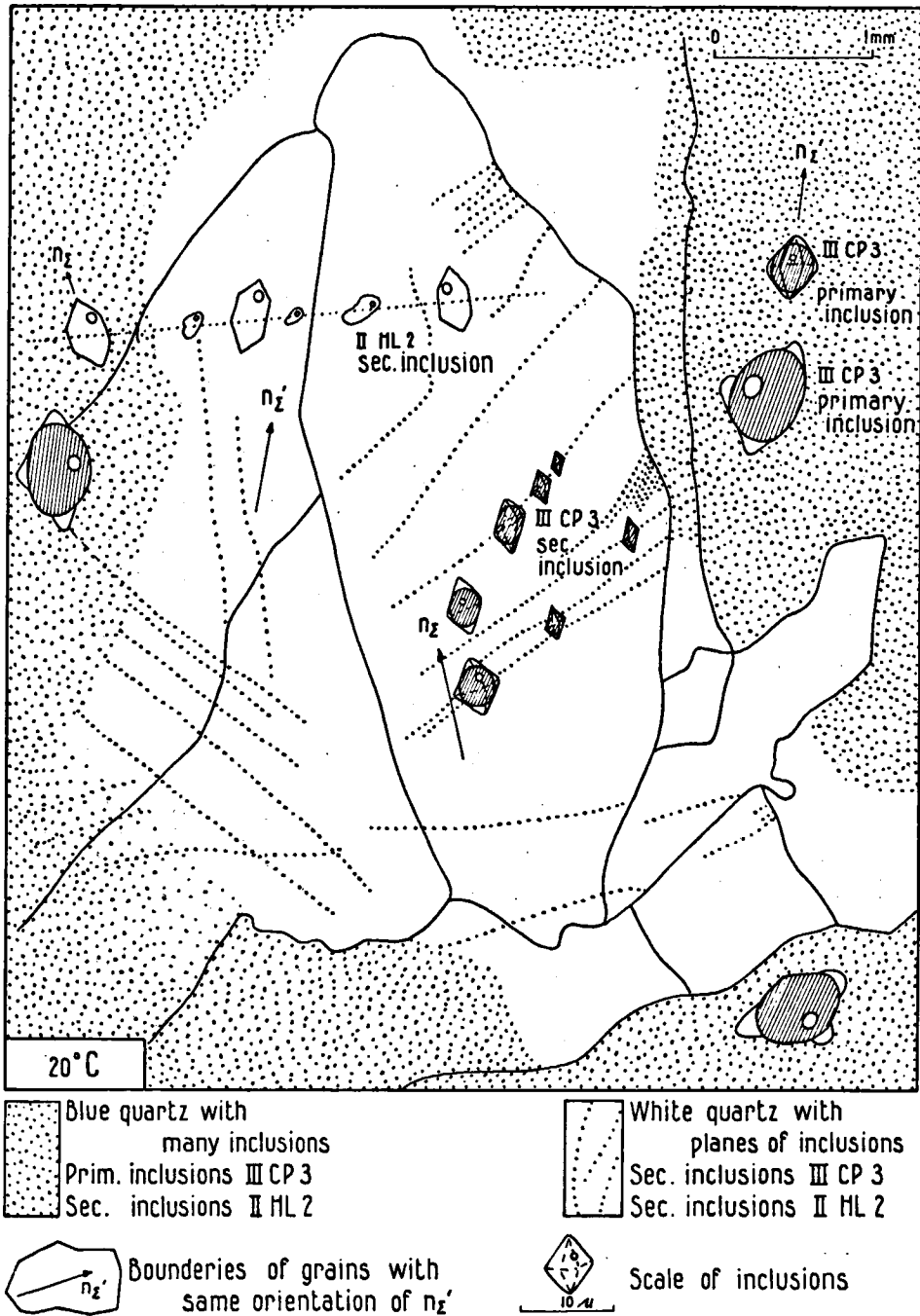


Fig. 79.

Insluitselkarakteristiek van het monster WB 215a, De Jong Zuid.
Characteristic of inclusions of the sample WB 215a, De Jong Zuid.

verband staan met de genetische reeks in het Mindrinetti-goudgebied, terwijl het Headley hoofdrif genetisch in verband staat met de oudere kwartsdioriet-intrusies van de Kabeltonaliet. Het Headley Reef bevindt zich in de contact-zone van deze kabeltonaliet. Op grond van het feit, dat in het Headley Reef de secundaire insluitels veel talrijker aanwezig zijn dan in de jongere kwartsadertjes, moet aangenomen worden, dat er een vrij belangrijk verschil in ouderdom tussen het Headley Reef (N 15 W) en de jongere kwartsadertjes bestaat.

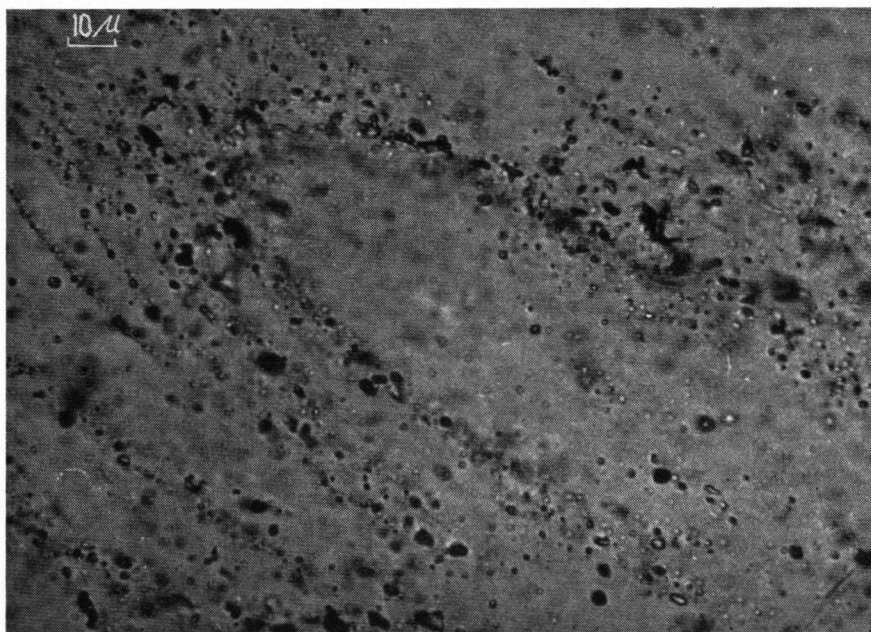


Fig. 80.
Vermoedelijk primaire insluitels met fluidaaltexuur in kwarts.
Supposed primary inclusions with fluidalstructure in quartz.

β'''. Kwartsadertjes uit het Kabeltonaliet-gebied.

Een kwartsadertje, dat ingesloten in de kwartsdioriet van dit gebied voorkomt, heeft de kwartsdioriet in de omgeving gepyritiseerd en getoermaliniseerd, terwijl de veldspaat van de kwartsdioriet volledig geserecitiseerd is.

Het insluitelsonderzoek van de kwarts toont de aanwezigheid van een afwijkend morphologisch type insluitels. Betreffende hun inhoud en vullingsgraad behoren de insluitels tot het type III HL 2/20°. De waterige oplossing speelt een belangrijke rol in de insluitels. Negatieve kristalvormen komen niet voor. De insluitels liggen in vlakken georiënteerd met een fluidale textuur (figuur 80). Mogelijk geven deze insluitels het gefixeerde beeld van een in plastische toestand binnengedrongen kwartsmassa, daar de insluitels waarschijnlijk een primaire ontstaanswijze hebben.

γ. De kwartsaders van de concessie van de Sarakreek-Goudvelden N.V.

Van de kwartsaders uit dit gebied zijn slechts enkele monsters te Parijs onderzocht. Daar het bij het onderzoek te Leiden niet mogelijk was met zekerheid een onderscheid te maken tussen de insluitsels van het type III HL 2 en ICP 2 zijn de later onderzochte monsters niet in de tabel opgenomen. Het ontbreken van insluitsels van het type ICP 1 maakt het waarschijnlijk, dat de onderzochte diphasige insluitsels alle van het type III HL 2 zijn, temeer daar ook insluitsels van het type III HL 3 regelmatig voorkomen. Ook de verschillen in brekingsindices tussen de aanwezige fasen ten opzichte van

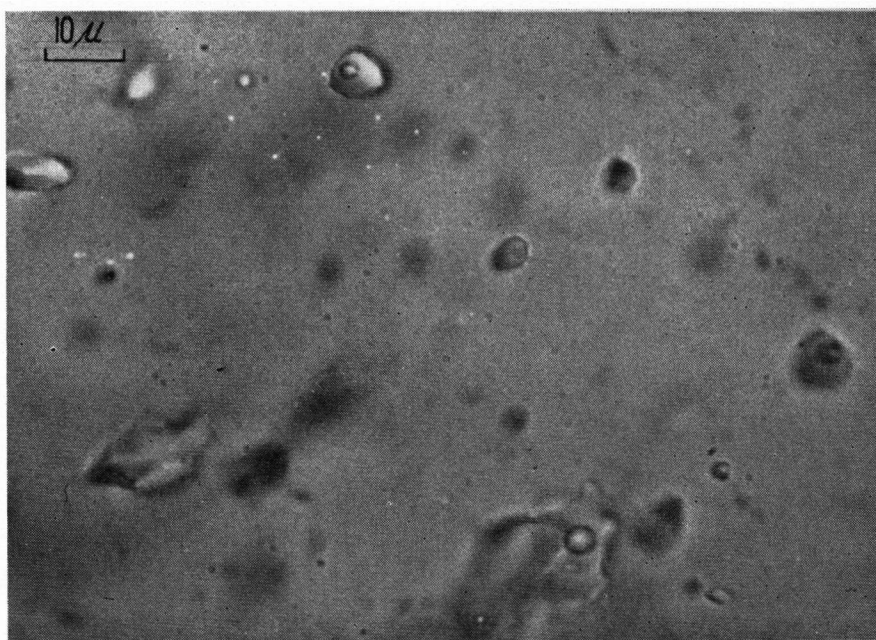


Fig. 81.
Primaire hydroliquide insluitsels van het type II HL 2.
Primary hydroliquid inclusions of the type II HL 2.

elkaar en de omsluitende kwarts wijzen niet in de richting van het voorkomen van insluitsels van het type ICP.

De onderzochte insluitsels zijn alle van het hydrothermale type. De waterige oplossing speelt steeds een belangrijker rol dan CO_2 . Insluitsels van het type III HL 3 komen echter veelvuldig voor, zodat toch rekening gehouden moet worden met hoge temperaturen en drukken bij de vorming van de insluitsels. De gasproeven tonen altijd duidelijk de aanwezigheid van gas bij de insluitsels van het type III HL 2 (3).

Daarnaast komen echter ook insluitsels voor van het type II HL 2 en van primaire ontstaanswijze (figuur 81). Meestal blijkt ook bij deze insluitsels nog weinig gas onder druk aanwezig. De kwartsaders met dit type insluitsels zijn zonder uitzondering niet goudhoudend. De vormingstemperatuur van een van

deze kwartsaders kon in Parijs bepaald worden met behulp van decrepitoscopie op ca 180° C.

Genetisch zijn de insluitsels in dit gebied verwant aan de insluitsels van het Headley Reef (N 15 W) bij Km 124,3 L. S. en van het kwartsadertje uit het Kabeltonaliet-gebied.

Ook in het geval van de kwartsen van het Boven-Lawagebied wordt gedacht aan een genetisch verband tussen kwartsdiorieten en de kwartsaders.

4. Samenvatting en conclusies van het insluitselonderzoek

1. De goudhoudende kwartsaders behoren op grond van hun primaire insluitsels tot twee verschillende genetische typen.

a. De goudhoudende kwartsaders van het Mindrinetti-goudgebied en de jonge kwartsaders, die het Headley Reef doorsnijden, hebben een carbopneumatolietische ontstaanswijze. De temperaturen en drukken waren bij de vorming van deze insluitsels zeer hoog, mogelijk bij een deel van de kwartsaders boven 573° C.

Naast goudhoudende kwartsaders van dit carbopneumatolietische type komen ook niet-goudhoudende kwartsaders voor met dezelfde typen insluitsels.

Misschien is het bij voortgezet statistisch onderzoek mogelijk, op grond van de typen insluitsels, goudhoudende en niet-goudhoudende kwartsen van elkaar te onderscheiden; bij de huidige stand van het onderzoek is dit nog niet mogelijk. Het onderscheid tussen goudhoudende en niet-goudhoudende kwartsen blijkt echter wel mogelijk op grond van hun paragenese en vindplaats, waarbij als regel de toermalijnhoudende kwartsen niet goudhoudend zullen blijken, evenmin als kwartsen uit de savannengordel en het granietgebied bij Km 109 L. S.

b. De kwartsen van het Boven-Lawa-gebied en van het Headley-Reef zijn van het hydrothermale type, voor zover dit aan de hand van het onderzoek van de lichtvluchtige bestanddelen valt te bepalen. De morphologie van de insluitsels en de paragenese van de gangen toont echter zeer veel overeenkomst met die van het Mindrinetti-goudgebied. Het waarschijnlijk voorkomen van hexagonale bipyramiden, in de vorm van sterk gedeformeerde negatieve kristallen, wijst op ongeveer gelijke temperaturomstandigheden bij de vorming van een deel van de kwartsen (goudhoudend), terwijl het voorkomen van vloeibaar CO₂ in de hydrothermale insluitsels van het type III op hoge drukken wijst bij de vorming.

Waarschijnlijk zijn de insluitsels dus gevormd onder hydropneumatolietische omstandigheden.

Een onderscheid tussen mogelijk goudhoudende kwartsen en niet-goudhoudende kwartsen kan op grond van de insluitsels wel gemaakt worden. De gasproef geeft hier in vele gevallen direct uitsluitsel. De kwartsen, waar weinig of geen gas onder druk in voorkomt, zijn van het type II HL en zijn niet goudhoudend. De kwartsen van het type III H tonen steeds de aanwezigheid van belangrijke hoeveelheden gas onder druk en zijn in vele gevallen goudhoudend. Microscopisch onderzoek moet echter steeds samengaan met de gasproef om te bepalen, of het ontbreken van gas onder druk primair is, dan wel veroorzaakt wordt door het ontbreken van primaire insluitsels, tengevolge van latere metamorphe of tectonische processen.

2. De goudkwartsassociatie in het Mindrinetti-goudgebied staat in verband met een granietische intrusie (graniet no. 2) die op grote schaal contact-metasomatische werking op het nevengesteente heeft uitgeoefend. De insluitsels in de goudkwartsassociatie zijn van het carbopneumatolietische type.

Ook de beryl-toermalijn-muscoviet-kwartsassociatie in de contactzone van de graniet in de Beneden-Marowijne heeft insluitsels van eenzelfde type als die van het Mindrinetti-goudgebied.

De goudkwartsassociatie uit het gebied aan de Boven-Lawa staat in genetisch verband met kwartsdiorietische intrusies, evenals waarschijnlijk de N 15 W kwartsader van het Headley Reef. Zowel de goudkwartsaders van het eerstgenoemde gebied, als die van het tweede zijn gekenmerkt door hydroliquide insluitsels van het type III H 3, die in vloeibare fase homogeniseren, doch zeer waarschijnlijk in hydrofluide fase zijn ontstaan en dienengevolge van het hydropneumatolietische type zijn.

3. Het insluitselonderzoek bevestigt dus nogmaals de veronderstelling, dat de goudmineralisatie in Suriname door twee verschillende genetische typen is gekenmerkt.

a. de goudhoudende kwartsassociatie, die in genetisch verband staat met granietische intrusies (graniet no. 2). Deze associatie zal voornamelijk overeenkomen met de ca E—W goudzone in Suriname (figuur 4). De kwartsaders van het Mindrinetti-goudgebied en de jonge kwartsadertjes van het Headley Reef zijn de bestudeerde typen van deze associatie.

b. De goudhoudende kwartsassociatie, die in genetisch verband staat met kwartsdiorietische intrusies (graniet no. 1). Deze associatie zal voornamelijk voorkomen in de NW—SE goudzone in Suriname (figuur 4).

De goudhoudende kwartsen van het Headley Reef (N 15 W) en de kwartsen uit het Boven-Lawagebied vertegenwoordigen de onderzochte typen van deze associatie.

Het voorkomen van twee verschillende genetische insluitselassociaties in de goede chronologische volgorde bij het Headley-Reef (Km 124,3 L. S.) suggereert een snijpunt van de beide goudzones, dat ook volgens de statistische bepaling van de verspreiding van het goud in Suriname (figuur 4) ongeveer in deze omgeving verwacht kan worden.

5. In verband met het voorkomen van primaire insluitsels in deze zeer oude kwartsaders kunnen in het algemeen en in het bijzonder betreffende de ouderdom van de twee granieten ten opzichte van elkaar nog enkele conclusies worden getrokken.

a. Het feit dat in de kwartsassociatie van de graniet no. 2 nog een belangrijke hoeveelheid primaire insluitsels voorkomt, wijst er op, dat metamorphe of tectonische processen, waarbij hoge temperatuur en drukken voorkomen, niet zijn opgetreden in de gebieden waar kwartsgangen met deze insluitsels worden gevonden. Dit is een van de belangrijkste argumenten om de Bonnidoroserie, waarin granaat-biotiet-staurolietschisten optreden, niet meer te rekenen tot de Orapu-Formatie, doch tot de Balling-Formatie. De Orapu-Formatie kenmerkt zich door laag-epimetamorphe gesteenten (grauwacken, subgrauwacken, chloriet en chloritoidschisten).

De veronderstelling van VAN KOOTEN (1954), dat grote overschuivingen en mogelijk dekbladstructuren in het Mindrinetti-goudgebied kunnen optreden,

lijkt, eveneens op grond van het voorkomen van de primaire insluitels in de oudere kwartsgangen van het hiervan slechts op korte afstand ten zuiden liggende gebied, zeer onwaarschijnlijk.

Uit het microscopisch onderzoek van de granieten en kwartsdiorieten (IJZERMAN 1931) blijkt een genetische verwantschap tussen de granietische en kwartsdiorietische gesteenten.

Bij het onderzoek van de goudkwartsgangen blijkt de paragenese van de genetisch verwante kwartsgangen in verband met kwartsdiorieten grote overeenkomst te hebben met de paragenese van de kwartsgangen in verband met de granieten. Slechts de inhoud aan lichtvluchtige bestanddelen in de insluitels van de kwartsgangen van de beide typen maakt een onderscheid mogelijk.

Hieruit lijkt het waarschijnlijk, dat de opvatting van IJZERMAN (1931), dat de granieten en kwartsdiorieten de differentiatieproducten van eenzelfde magma vertegenwoordigen, de juiste is. De ouderdomsverschillen tussen de beide differentiatieproducten zullen dus zeker niet zeer groot zijn. Ook in dit verband gezien lijkt het waarschijnlijk, dat de Bonnidoro-serie dus tot de Balling-Formatie zal behoren, zodat slechts de Rosebel-serie tot de Orapu-Formatie gerekend mag worden.

Na de vorming van de goudkwartsgangen hebben geen metamorphe of belangrijke tectonische processen meer plaatsgevonden. Slechts breuktectoniek, gepaard aan de vorming van de dolerietgangen en sill's, is opgetreden. De primaire insluitels zijn in de kwartsen uit de omgeving van deze dolerietgangen meestal voor het merendeel verdwenen.

C. ENKELE ANDERE TYPEN VAN GOUDAFZETTINGEN

Hoewel bij het veldonderzoek het verband tussen het voorkomen van goud gebonden aan kwartsaders in de door contactwerking beïnvloede nevangesteenten van intrusieve granieten ondubbelzinnig blijkt, mogen een aantal afwijkende typen van goudafzettingen niet geheel onbesproken blijven.

Het zijn die typen, waar het goud in de granieten zelf of in de gesteenten van de Balling- of Orapu-Formatie voorkomt, niet zichtbaar aan kwartsaders gebonden.

Een onderscheid moet gemaakt worden tussen het voorkomen van goud in sterk verweerde gesteenten en goud in weinig of niet verweerde gesteenten.

1. Het voorkomen van goud in niet of weinig verweerd gesteente

Bij het essaieeroven-onderzoek van een aantal gesteenten kan een duidelijk aanwezig goudgehalte worden geconstateerd. De monsters zijn niet representatief voor de gehele groep van gesteenten, doch zijn voorkeur-monsters, in gebieden waar in het algemeen goud ook gebonden aan kwartsaders voorkomt. Tabel 12 geeft een overzicht van de geessaieerde gesteenten van dit type.

Het voorkomen van, zij het in geringe mate, goudhoudende doleriet schijnt te wijzen op de mogelijkheid van een primair goudgehalte van de basische gesteenten, zoals dit in de oudere beschrijvingen van de Surinaamse vindplaatsen van goud (DUBOIS, MIDDELBERG) herhaaldelijk aangehaald wordt als de verklaring voor de algemene verspreiding van de alluviale goudafzettingen in Suriname.

Bij het veldonderzoek is reeds gewezen op de aard van het verband tussen het voorkomen van goud en oudere basische gesteenten, andere dan de dolerieten, dat alleen een topochemisch verband blijkt, tengevolge van granietische

TABEL 12.

Essaais van onverweerd gesteente.

		g Au/ton	g Ag/ton
VAN KOOTEN 1953	doleriet	0,15	—
" "	tonaliet van de Jandekreek	6,00	—
" "	gesteente van de Albinaheuvel	2,00	—
" "	idem, ander monster	0,2	—
TER MEULEN (intern rapport G. M. D.)			
MQ 3	omgeving Tafelberg, biotietgraniet, met aplietisch en pegmatietisch bandje. Au microscopisch zichtbaar	2,0	8,8
MQ 10	omgeving Tafelberg. Para-biotietgraniet. Het goud komt als onregelmatig begrensde blaadjes tussen de andere mineralen voor	0,8	9,2
WB 857	Rosebelconglomeraat van Corantijn	nihil	—
WB 889	Rosebelconglomeraat van Stonekreek	0,25	—
WB 889	fractie kleiner dan 20 mesh (120 g analyse)	nihil	—
WB 889	20 mesh < fractie < 10 mesh (120 g analyse)	0,2	—
WB 889	10 mesh < " < 1/4 inch (120 g analyse)	0,1	—
WB 889	1/4 inch " (120 g analyse)	0,5	—

Essaai van sterk verweerd gesteente.

VAN KOOTEN 1953	Ferriet van Pakiraheuvel Km 105,5 L.S.	2,9	—
-----------------	--	-----	---

Essaieur: Ir C. VAN KOOTEN

Laboratorium van de Geologisch Mijnbouwkundige Dienst te Paramaribo.

intrusies in basische gesteenten. Daar de dolerietgangen echter jonger zijn dan de intrusieve granieten, kan hier geen topochemisch verband bestaan. De verklaring moet hier mogelijk gezocht worden in het feit, dat de geëssaieerde doleriet afkomstig is uit het Mindrinetti-goudgebied en de goudhoudende afzettingen doorsnijdt. Mogelijk is aan dit intruderen in goudhoudende afzettingen het goudgehalte van de doleriet toe te schrijven. De afbraakproducten van de dolerietgangen in de niet-goudhoudende gebieden (graniet-migmatiet-complex) bleken bij het onderzoek met de batea geen spoor goud te hebben.

Betreffende de tonaliet van de Jandekreek blijkt uit de beschrijving van het voorkomen (BLEYS 1950) dat deze tonaliet afkomstig is uit een contactzone, overeenkomstig aan de contactzone op de zuidhelling van het Nassaugebergte (blz. 36, Deel I).

Het blijkt dus, dat in deze contactzones ook de intruderende gesteenten zelf goudhoudend kunnen zijn.

Van de gesteenten van de Albinaheuvel staan geen gegevens ter beschikking.

Het voorkomen van goud in de gesteenten MQ 3 en MQ 10 kan wijzen op de aanwezigheid van een contactzone met pegmatietische en aplietische gesteenten. Hiervoor geldt hetzelfde als voor de gemineraliseerde tonaliet. Opmerkelijk is echter de geïsoleerde ligging van de vindplaats ten opzichte van de overige vindplaatsen van goud in Suriname. Het is een uitzonderlijk

type, dat geen algemene verspreiding schijnt te hebben, daar elders nergens in het graniet-migmatiet-complex goud in de afbraakproducten van de granieten werd aangetroffen.

Ook het goud in de Rosebelconglomeraten van de Stonekreek vertegenwoordigt een uitzonderingstype, dat geheel geïsoleerd van de belangrijke vindplaatsen in Suriname ligt.

Hoewel in dit gebied ook enkele kwartsadertjes met zeer laag goudgehalte worden aangetroffen, blijkt uit het feit, dat het goud in de bijna in situ gevormde afbraakproducten van het conglomeraat voorkomt, doch niettemin sporen vertoont van transport over grote afstanden, dat het afkomstig gedacht moet worden van het conglomeraat, waarin het reeds als sediment aanwezig was (figuur 67 e). Natuurlijk bestaat de mogelijkheid dat de sterke afronding van het goud niet mag worden toegeschreven aan mechanische oorzaken.

2. Het voorkomen van goud in sterk verweerde gesteenten

Een onderscheid moet gemaakt worden, of het gesteente een verweringsproduct van contactmetasomatisch gesteente, dan wel van niet contactmetasomatisch beïnvloed gesteente is.

a. Het voorkomen van goud in contactmetasomatisch beïnvloede gesteenten langs goudhoudende kwartsgangen in de vorm van goudhoudende pyriet is reeds besproken op blz. 175 e. v. Essais van deze verweringskleien buiten de aanwezigheid van goudhoudende aderkwarts of goudhoudende gelimonitiseerde pyrietkuben staan niet ter beschikking.

De aanwezigheid van goud in het met ijzerverbindingen geïmpregneerde nevangesteente rondom de verwerende pyrietkuben (limonietringen) wijst op secundaire vorming van goud tengevolge van supergene processen in het contactmetasomatisch beïnvloede nevangesteente.

Of het gesteente primair goudhoudend is ten gevolge van hypogene processen, die ook de goudhoudende kwartsgangen vormden, is dus niet met zekerheid bekend.

Het batea-onderzoek van de verweringskleien buiten aanwezigheid van gelimonitiseerde pyriet of aderkwarts wijst er echter op, dat dit waarschijnlijk niet, of in zeer geringe mate het geval is. In de bateamonsters waar goud in voorkomt in de vorm van zeer fijne spikkeltjes komt steeds ook limonietgruis in de zware fractie voor. De afmetingen van de schaars aangetroffen goudspikkels bedragen 10—50 μ .

De korreltjes hebben een heldergele kleur en een ruw oppervlak.

b. Het voorkomen van gedegen goud in de verweringsproducten van gesteenten, die niet contactmetasomatisch beïnvloed zijn, is niet met zekerheid bekend. Gezien de aanwezigheid van goud in bepaalde onverweerde gesteenten, moet dit echter wel mogelijk zijn.

Enkele voorbeelden van goudafzettingen in verweerde bedrock, waarvan het contactmetasomatisch karakter niet duidelijk is, worden aangetroffen in de residuaire ferrieten, die als Fe-rijk eindproduct van de laterietische verwerking gevormd zijn.

Goudhoudende ferrieten zijn bekend van het Mindrinetti-goudgebied. Een essai van ferriet, voorkomend op de Pakiraheuvel bij Km 105,5 L. S. toont

een goudgehalte van 2,5 g Au/ton (VAN KOOTEN 1953). De vindplaats ligt echter in een sterk contactmetasomatisch beïnvloed gebied. Daar de lateritisatie een proces van chemische concentratie van bepaalde elementen is en afvoer van andere, lijkt het waarschijnlijk, dat het goud, dat over het algemeen weinig gevoelig is voor chemische verwerking, in deze residuaire verweringsgronden in het residu geconcentreerd wordt.

Een ander type van goud in verweerd gesteente is aangetroffen op de concessies van de Sarakreek-Goudvelden N.V.

De kaolienachtig verweerde bedrock onder de alluviale, goudhoudende afzettingen is hier over een afstand van enkele cm's eveneens vaak in belang-

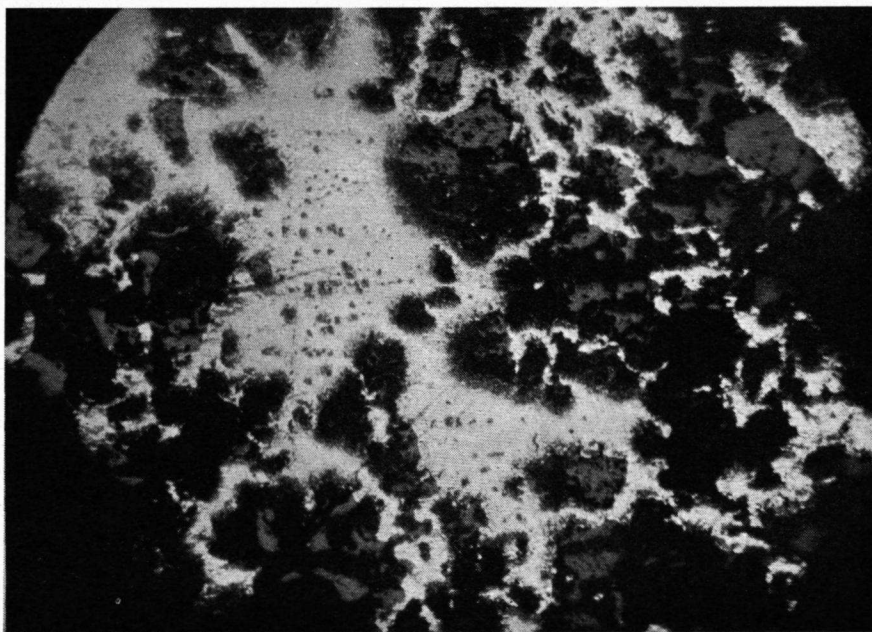


Fig. 82.
Vermoedelijk supergeen gevormd goud (wit) in verweerde bedrock.
Gold (white) of probably supergene origin in weathered bedrock. Rufin.
V. 30 X.

rijke mate goudhoudend. Het uit deze verweerde bedrock afkomstige goud onderscheidt zich in de meeste gevallen niet van het normaal in het gravel voorkomende alluviale goud. Het is waarschijnlijk door mechanische oorzaken in deze bodemklei gekomen.

In enkele gevallen komt in deze bodemklei echter goud voor van een totaal afwijkend type. Door de Sarakreek-Goudvelden N.V. werd een monster geschonken voor het onderzoek. Bij vluchtige beschouwing onderscheidt het monster zich nauwelijks van een stukje verharde klei. Het heeft een geelbruine kleur en lijkt wat verontreinigd door limoniet. Bij nauwkeurige beschouwing zijn zeer fijne snoertjes goud zichtbaar, als een fijn netwerk in de klei.

Opvallend is het hoge soortelijk gewicht van het monster.

In vochtige toestand blijkt het monster zich sponsachtig, veerkrachtig te

gedragen. Onder druk is het deformeerbaar, doch wanneer de druk weggenomen wordt, herstelt het zich in de oude vorm.

Figuur 82 geeft een beeld van het monster in een polijstvlakje. De witte, hoogreflecterende delen bestaan uit goud, de donkere uit silicaatmineralen.

Het goud bevindt zich als een fijnvertakt netwerk, met onregelmatige haarvormige begrenzingen in de klei en vormt als het ware een skelet in de klei. Bij sterkere vergroting blijkt het goud sterk verontreinigd door ingesloten silicaatmineralen. De morfologie maakt het zeer onwaarschijnlijk, dat het goud hier mechanisch in de verweerde bedrock is binnengedrongen. De mogelijkheid bestaat, dat het goud, dat zich door deze structuur kenmerkt, in het onverweerde gesteente primair aanwezig was. Waarschijnlijker is echter, dat het goud zich secundair in deze verweringsklei heeft afgezet, als een gevolg van supergene processen, in verband met de verwerking.

D. SAMENVATTING VAN DE TYPEN VAN GOUDHOUDENDE AFZETTINGEN

De goudertsen, die in Suriname voorkomen, kunnen op grond van het type afzetting waarin zij voorkomen in de volgende groepen worden onderverdeeld.

A. Secondaire afzettingen

1. Afzettingen die gevormd zijn als een gevolg van voornamelijk mechanisch transport (placerafzettingen).
 - a. Alluviale afzettingen.
 - b. Colluviale afzettingen.
2. Afzettingen die gevormd zijn als een gevolg van voornamelijk chemisch transport door supergene oplossingen.
 - a. Residuaire afzettingen.
 - b. goudhoudende, sterk verweerde gesteenten.

B. Primaire afzettingen als een gevolg van hypogene processen

1. Goudhoudende kwartsgangen en -lenzen.
 - a. goud- en pyriethoudende kwartsgangen;
 - b. goudhoudende blauwe kwartsgangen;
 - c. genetisch verwante toermalijnhoudende kwartsgangen;
 - d. goud en ferberiethoudende kwartsgangen;
 - e. genetisch verwante niet-goudhoudende witte kwartsgangen.
2. Goudhoudende gesteenten.
 - a. contactmetasomatisch veranderd nevengesteente van goudhoudende kwartsgangen, waarin goudhoudende pyrietkuben voorkomen;
 - b. goudhoudend, niet contactmetasomatisch veranderd gesteente:
 - α. dolerietgangen en oudere basische vulkanische gesteenten;
 - β. granieten;
 - γ. conglomeraten.

In verband met exploiteerbare vindplaatsen zijn de typen A 1, B 1 a, b en d, en B 2 a van belang. Of de andere typen exploiteerbare goudhoudende afzettingen kunnen vormen is niet bekend.

HOOFDSTUK IV

DE GENESE VAN HET GOUD

INLEIDING

Om een volledig overzicht te geven van de genese van het goud, vanaf de bron tot het stadium, waarin de economisch ontginbare afzettingen zich bevinden, valt verre buiten het bestek van het onderzoek. Een dergelijk overzicht zal misschien na jaren mogelijk zijn, wanneer meer begrip is verkregen van de processen, die zich op grote diepte afspelen en waarbij het granietprobleem bij benadering zal zijn opgelost.

Tot dusverre is het niet mogelijk over het verband tussen het voorkomen van goud en bepaalde granietische gesteenten meer te zeggen, dan dat er een genetisch verband met bepaalde granieten bestaat, terwijl andere granieten geen goudmineralisatie hebben veroorzaakt. Op grond van veldwaarnemingen is het enigszins mogelijk een beeld te geven van de wijze, waarop de granieten, die al dan niet goudmineralisatie met zich meebrachten, zich in de ontsluitingen voordoen; een genetisch vaststaande verklaring voor de verschillende verschijnselen is er nog niet te geven.

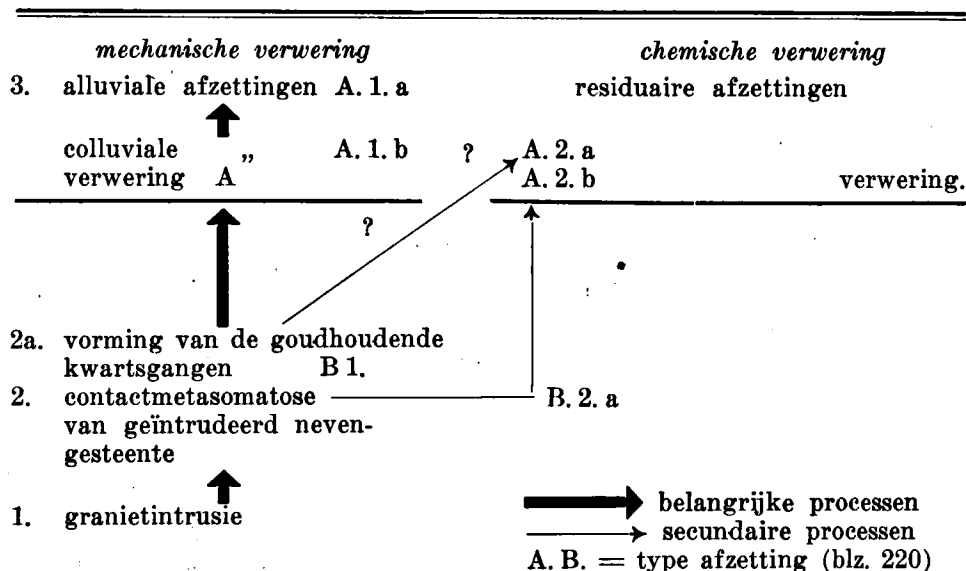
Uit het onderzoek blijkt, dat het voorkomen van goudafzettingen steeds gebonden is aan een contactzone tussen de granietische gesteenten en een geïntroduceerd nevengesteente, waarbij het goud zich bevindt in het geïntroduceerde nevengesteente, voornamelijk gebonden aan kwarts in kwartsaders. Daarnaast komt echter ook in belangrijke hoeveelheden goud voor in goudhoudende pyriet in deze kwartsaders en in het contactmetasomatisch veranderde nevengesteente langs deze kwartsaders. Een genetisch verband tussen de kwartsaders, het goud en de goudhoudende pyrieten enerzijds en het contactmetasomatisch veranderde nevengesteente anderzijds lijkt wel zeer waarschijnlijk. In het Mindrinetti-goudgebied kon de aard van dit verband enigszins bestudeerd worden. Van het onverweerde gesteente in dit gebied staan slechts twee boorkernen ter beschikking, waarin wel de contactmetasomatische verschijnselen bestudeerd kunnen worden, doch niet het gedrag van de goudhoudende kwartsgangen op deze diepte. Hier ontbreken dus een aantal belangrijke gegevens over de processen, die in het onverweerde gesteente plaats hebben gevonden.

Betreffende het verband tussen de goudhoudende kwartsaders en de eluviale, colluviale en alluviale goudafzettingen staan positievere gegevens ter beschikking. Uit het veldonderzoek blijkt duidelijk het genetisch verband, dat bestaat tussen de goudhoudende kwartsaders en het goud, dat als afbraakproduct van de goudhoudende kwartsgangen in de placerafzettingen voorkomt. De rol, die de chemische verwerking gespeeld heeft bij de vorming van de ertsafzettingen in de verweringszone, is niet met zekerheid bekend. Het is welhaast zeker, dat goud in de goudkwartsgangen op secundaire

Morphologisch kenmerkt het grovere en fijne goud van de placer-afzettingen zich op dezelfde wijze als deze pepieten.

Slechts het voorkomen van sponsachtig goud in de tot kaolienachtige klei verweerde ondergrond van de alluviale graven wijst op de mogelijkheid, dat supergene processen een onbelangrijke rol hebben gespeeld bij de vorming van de placerafzettingen.

De chronologische volgorde van de processen, die een rol gespeeld hebben bij de uiteindelijke vorming van de placerafzettingen en het type goudafzetting (blz. 220) dat hierbij werd gevormd, kan door combinatie van de gegevens uit de verschillende onderzoeken als volgt schematisch worden weergegeven. (Hierbij is verondersteld, dat de contactmetasomatische processen bij de kwartsdiorietintrusies een soortgelijke, hoewel niet even belangrijke rol spelen als de contactmetasomatische processen bij de granieten van het Mindrinetti-goudgebied.)



De processen die van invloed zijn geweest op de verschillende stadia van concentratie van het goud tot ertsafzetting zullen in de volgorde van nummering worden besproken.

1. Granietische intrusie

De aanwezigheid van een granietintrusie in nevengesteente van de Balling- of Orapu-Formatie schijnt een eerste voorwaarde voor het ontstaan van goudmineralisatie. Niet alle granieten gaan echter gepaard met deze mineralisatie in hun contacthof.

Op grond van het veldonderzoek kan een verschil gemaakt worden tussen de contacten van goudbrengende granieten en niet-goudbrengende granieten.

- a. Goudbrengende granieten in Suriname kenmerken zich over het algemeen door schollencontacten met het nevengesteente, dan wel door krachtige contactmetasomatische werking op het nevengesteente, dat meestal door een oorspronkelijk laagmetamorphe facies (epizone) is gekenmerkt (epipsammischisten of epibasalten en -andesieten). De granietische gesteenten kunnen zowel een granietische tot granietaplietische als een kwartsdiorietische samenstelling hebben. In het laatste geval komen soms porfierieten voor. Dit wijst op typisch intrusieve granieten. Het topografisch verband tussen deze granietintrusies en het voorkomen van goud kon bij het veldonderzoek in alle gevallen, uitgezonderd bij Concessie Bonaparte a/d Tapanahoni (blz. 40) worden vastgesteld.
- b. Niet-goudbrengende granieten zijn gekenmerkt door zeer brede contactzones, die ontwikkeld zijn als migmatietzones, terwijl migmatieten ook in de voornamelijk granietische gebieden veelvuldig voorkomen, ingeschakeld in de graniet. De granieten hebben zowel chemisch als mineralogisch een zeer inhomogene samenstelling.

Over het algemeen zijn de granieten en kwartsdiorieten (-porfierieten), die aansprakelijk worden gesteld voor de goudmineralisatie in hun contacthof, zelf sterk omgezet tengevolge van autometamorphe hydrothermaal-pneumatolietische processen.

In het geval deze gesteenten zelf goudhoudend zijn (kwartsdioriet van de Jandeekreek (blz. 217), is hun goudgehalte waarschijnlijk aan deze processen te danken.

De granieten hebben een sterke contactmetasomatische werking op het geïntrudeerde nevengesteente uitgeoefend, waarbij belangrijke stoftoevoer kan voorkomen in dit nevengesteente.

Dit laatste constateerden we in het Mindrinetti-goudgebied, doch het bestaat in mindere mate en waarschijnlijk met andere verschijnselen eveneens bij de contacten van de kwartsdiorieten met het geïntrudeerde nevengesteente, doch kon hier niet onderzocht worden. De ontwijkende oplossingen uit het kwartsdiorietisch magma moeten echter een andere verhouding van de voornaamste lichtvluchtige bestanddelen hebben gehad dan de uit het granietisch magma ontwijkende oplossingen. In het eerste geval speelde

H₂O de belangrijkste rol onder de lichtvluchtige bestanddelen en werden hydrothermale, waarschijnlijk zelfs hydropneumatolietische, goudhoudende kwartsgangen gevormd. In het geval van de graniet uit het Mindrinetti-goudgebied, speelde CO₂ de belangrijkste rol onder de lichtvluchtige bestanddelen en werden carbopneumatolietische goudhoudende kwartsgangen gevormd. De resultaten van deze processen in het Mindrinetti-goudgebied konden voor een deel worden bestudeerd en maken het mogelijk een benaderde reconstructie van de processen, die aanleiding gaven tot de vorming van de goudhoudende kwartsgangen, te geven.

2. Contactmetasomatische verschijnselen en de vorming van de goudhoudende kwartsgangen

Dat er een nauw genetisch verband bestaat tussen de contactmetasomatisch beïnvloede gesteenten en de goudhoudende kwartsgangen, bewijst het veelvuldig samen voorkomen van beide. Daarnaast zijn echter ook contactmetasomatisch beïnvloede gesteenten bekend zonder goudhoudende kwartsgangen en eveneens goudhoudende kwartsgangen, zonder waarneembaar contactmetasomatisch veranderde gesteenten.

De gesteenten van de Grosgroep (blz. 71, ???) zijn een voorbeeld van contactmetasomatische gesteenten zonder belangrijke goudhoudende kwartsgangen, terwijl de blauwe kwartsgangen van De Jong Noord (blz. 81) een voorbeeld zijn van goudhoudende kwartsgangen zonder waarneembare contactmetasomatische beïnvloeding van het nevingesteente.

De volgende belangrijke veranderingen ten opzichte van de normaal regionaal-metamorphe gesteenten van de Rosebel-serie hebben plaatsgevonden in de contactmetasomatische gesteenten (Hoofdstuk II, Deel II).

- a. Natriumtoevoer uit de oplossingen in het nevingesteente zich kenmerkend door de vorming van albiet.
- b. Calciumtoevoer uit de oplossingen in het nevingesteente, aanvankelijk gepaard met de vorming van epidoot, later met de vorming van calciet. (In dit laatste geval werd eveneens CO₂ toegevoerd.)
- c. Geringe desilificatie gedurende de vorming van albiet en epidoot, gevolgd door silificatie tijdens de vorming van calciet.

Tot hier zijn de metasomatische omzettingen in de gesteenten van de Grosgroep te vervolgen.

In de contactmetasomatisch veranderde nevingesteenten van de goudhoudende kwartsgangen heeft ook weer albitisatie en epidotisatie plaatsgevonden, doch calciet ontbreekt in het onderzochte gesteente van de boorkern uit deze afzetting. Daarnaast is echter biotiet als nieuwvorming in het gesteente aanwezig, hetgeen wijst op hogere temperaturen bij de vorming.

Het gesteente is zeer arm aan kwarts, hetgeen wijst op desilificatie. In grote lijnen is het proces van contactmetasomatose door oplossingen van hetzelfde type veroorzaakt.

Uit de verweringsproducten van de contactmetasomatisch omgezette gesteenten en de verweringsproducten van de gesteenten in de contactzones van de goudhoudende kwartsaders blijkt, dat de onverwerde gesteenten in

de contactzones van de goudkwartsaders dezelfde metasomatische veranderingen hebben ondergaan, zij het niet steeds in dezelfde mate.

Uit de verweringsproducten blijkt eveneens, dat een belangrijke hoeveelheid goudhoudende pyriet in deze contactzones optreedt, terwijl ook de kwartsaders zelf in verschillende mate goudhoudende pyriet hebben. Een later stadium kenmerkt zich dus door pyritisatie en de vorming van goudhoudende kwartsaders, terwijl in een enkel geval daarnaast eveneens silificatie in het contactmetasomatisch omgezette gesteente heeft plaatsgevonden (WB I, Hoofdstuk II C). In dit stadium is waarschijnlijk de witte goud- en pyriethoudende kwarts ontstaan.

Op grond van het tezamen voorkomen van witte goud- en pyriethoudende kwarts met blauwe kwartsen, waarvan sommige jonger blijken dan een ingesloten witte kwarts (figuur 79) op De Jong Zuid en het voorkomen van blauwe kwartsen zonder contactmetasomatisch veranderde contactzone in het nevengesteente op de Jong Noord, naast het feit dat de blauwe kwartsen eveneens goudhoudend zijn, lijkt het waarschijnlijk, dat deze blauwe kwartsen een later stadium vertegenwoordigen in de genese, dan de witte goud- en pyriethoudende gangen.

De niet-goudhoudende witte, toermalijnhoudende kwartsen zijn door toermalijnhoudende blauwe kwartsen verbonden met de blauwe kwartsen. Ze zijn zeker jonger dan de witte goud- en pyriethoudende kwartsaders, die zij op verschillende plaatsen doorsnijden.

De toermalijnhoudende kwartsgangen hebben in enkele waargenomen gevallen op hun beurt de reeds contactmetasomatisch beïnvloede nevengesteenten van de witte goud- en pyriethoudende kwartsgangen getoermaliniseerd.

Betreffende de fysisch-chemische toestand, waarin de respectievelijke processen hebben plaatsgevonden, geeft ook het insluitselonderzoek nog belangrijke aanwijzingen. In de contactmetasomatisch veranderde nevengesteenten komen gasvormige en vloeibare insluitsels practisch niet voor, terwijl de kwartsaders in dit gebied juist gekenmerkt zijn door een geweldige insluitselrijkdom aan vloeibare- en gasvormige insluitsels. De kwartsaders zijn van een carbopneumatolietisch type (blz. 206 e. v.).

De mineralisatie in het gebied kan gezien worden als een gevolg van eenzelfde proces, waarin duidelijk twee fasen onderscheiden kunnen worden.

De eerste fase is gekenmerkt door de contactmetasomatische processen, waarbij de geïntrudeerde nevengesteenten respectievelijk gealbitiseerd, geepidotiseerd en gedasilificeerd werden, terwijl de gesteenten mogelijk eveneens ontijzerd werden door de passerende restoplossingen van het magma.

Uit de calcium- en natriumtoevoer in de geïntrudeerde nevengesteenten en de silicium- en mogelijke ijzerafvoer blijkt, dat de ontweken restoplossingen van het magma een alkalisch karakter gehad zullen hebben. Bij het passeren van de restoplossingen door het voor een belangrijk deel uit kwarts bestaande nevengesteente vond uitwisseling van natrium en calcium plaats voor kwarts (en ijzer), zodat de samenstelling van de oorspronkelijke restoplossing zich veranderde door reactie met het nevengesteente.

LINDGREN (1928) neemt aan, dat transport van moeilijk vluchtige bestanddelen zoals K, Na, Ca en Mg wijst op transport in vloeibare toestand.

Het voorkomen van twee fasen bij een mineralisatie is een normaal verschijnsel, waarbij de oudste fase, al dan niet gepaard aan stoftoevoer, geen, de jongere fase wel ertsen heeft gebracht (BATEMAN 1949).

De contactmetasomatische verschijnselen in het Mindrinetti-goudgebied behoren tot deze eerste phase. Het ontbreken van vloeibare- en gasvormige insluitsels bewijst niets omtrent de oorspronkelijke aard van de oplossingen, die deze contactmetasomatische processen hebben veroorzaakt. De aard van het proces, waarbij de vervanging zeer geleidelijk plaats vindt, is niet gunstig voor het ontstaan van insluitsels van restoplossing.

Het is dus zeer goed mogelijk en zelfs waarschijnlijk, dat het H_2O en CO_2 in deze restoplossingen reeds aanwezig waren, al kunnen deze lichtvluchtige bestanddelen gedurende het proces wel geconcentreerd zijn.

Door de chemische veranderingen, die in de restoplossing plaats hebben gehad, tengevolge van de stofuitwisseling met het gepasseerde nevangesteente, zal de restoplossing veel meer geconcentreerd zijn geraakt met silicium en lichtvluchtige bestanddelen, terwijl ook het goud hierin werd geconcentreerd.

De tweede phase van de mineralisatie kenmerkt zich door silificatie, carbonatisatie en de vorming van goudhoudende pyriet en gedegen goud in de kwartsaders.

Het insluitselonderzoek van de kwarts maakt het waarschijnlijk, dat pneumatolietische processen dit stadium hebben gekenmerkt. Het lijkt niet onwaarschijnlijk, dat deze tweede phase een gevolg was van de eerste.

Het in de oplossing aanwezige ijzer verbindt zich met zwavel en goud uit de restoplossing en vormt de goudhoudende pyriet, terwijl in een later stadium de oplossing nog vrijwel alleen silicium en lichtvluchtige bestanddelen bevat, zodat geen metasomatische omzettingen in het nevangesteente meer plaatsvinden.

Grafiët zet zich in dit stadium af in de gasvormige en vloeibare insluitsels in de blauwe kwarts. Of de koolstof, waaruit deze grafiët gevormd werd, afkomstig is van de oorspronkelijke oplossing, of dat deze gedurende de weg van deze oplossing door de nevangesteente opgenomen werd uit de nevangesteenten, is niet te zeggen.

Ook in dit stadium vindt afzetting van goud in de kwartsaders plaats. In het eindstadium wordt dan tenslotte de toermalijnhoudende kwarts afgezet uit de uiteindelijke restoplossing.

De verschillende waargenomen afzettingen in het veld vormen evenzoveel eindstadia van dit proces, waarvan plaatselijk niet alle stadia zullen zijn ontwikkeld.

Deze lange genetische reeks, waarbij differentiatie en concentratie aan bepaalde stoffen, waaronder het goud, buiten het granietische magma plaats vindt, inplaats van in de afkoelende magmakamer, verklaart beter de genetische overeenkomst en geleidelijke overgangen tussen de verschillende goudhoudende kwartsgangen onderling en de verschillende graad van contactmetasomatische omzetting in de nevangesteenten, dan de veronderstelling, dat steeds opnieuw injecties vanuit de magmakamer plaats vonden in het nevangesteente, steeds van een iets andere chemische samenstelling. Ook de hoge vormingstemperaturen van de kwartsaders zijn beter te verklaren uit pneumatolietische processen tengevolge van differentiatie van de restoplossing en concentratie aan lichtvluchtige bestanddelen buiten de magmakamer. Dit blijkt ook uit het ontbreken van goudmineralisatie in de directe contactzone van de graniët, evenals in de graniët zelf. De werkelijk pneumatolietische processen speelden zich af, nadat de uit de graniët afkomstige oplossingen reeds een deel van hun materiaal hadden afgegeven aan de nevangesteenten.

Op grond van het voorgaande, moeten de goudhoudende kwartsgangen

beschouwd worden als hoogthermale carbopneumatolietische afzettingen, waarvan het hypogene karakter wel zonder enige twijfel bewezen kan worden geacht. Dit geldt echter alleen voor de goudhoudende kwartsgangen van het Mindrinetti-goudgebied.

Of de goudhoudende kwartsgangen, die in verband staan met de kwartsdiorieten, eenzelfde genese hebben is twijfelachtig. Uit het insluitselonderzoek van de kwartsaders van dit type blijkt duidelijk een genetisch verschil met de hiervoor besproken kwartsgangen.

H₂O speelt bij de lichtvluchtige bestanddelen van dit type een veel belangrijker rol. Waarschijnlijk zijn ook deze afzettingen van een pneumatolietisch type, doch te weinig is hieromtrent bekend om met zekerheid conclusies te trekken. Het insluitselonderzoek van de kwartsen maakt het waarschijnlijk, dat de goudhoudende kwartsgangen een hoogthermale hydropneumatolietische ontstaanswijze hebben. De processen, waardoor de goudhoudende kwartsgangen werden gevormd, zijn echter niet bekend. Er bestaat wel een verband met kwartsdiorietische intrusies. In enkele gevallen komen de goudhoudende kwartsaders voor in de contactzone van de kwartsdioriet en het geïntrudeerde nevengesteente. In de belangrijke concessieterreinen van de Boven-Lawa komen goudhoudende kwartsgangen over het gehele gebied verspreid voor, vaak op grote afstanden van de ontsloten kwartsdiorieten en -porfierieten (tot ca 1500 m).

3. De afbraak van de primaire goudhoudende afzettingen en de vorming van de placerafzettingen

De huidige vindplaats van de bestudeerde goudhoudende afzettingen ligt steeds in de verweringszone.

De colluviale en alluviale afzettingen zijn een gevolg van de mechanische verwerking van de goudhoudende kwartsgangen. Uit het veldonderzoek blijkt duidelijk het topografisch verband tussen alluviale en colluviale goudafzettingen enerzijds en goudhoudende kwartsaders anderzijds. Illustratief is het voorbeeld van de goudhoudende zones op De Jong Zuid en De Jong Noord (figuur 25).

De chemische verwerking oefent ook invloed uit op de primaire goudafzettingen. Het duidelijkst is deze invloed gedemonstreerd bij de limonietische verwerking van de goudhoudende pyriet en bij de tjapvorming langs goudhoudende kwartsadertjes (blz. 175 e.v.).

Geringe verplaatsing van het goud tengevolge van supergene processen is hiervan het gevolg. Het lijkt echter niet waarschijnlijk dat de goud- en pyriethoudende afzettingen als geheel gezien, tengevolge van deze processen rijker aan goud zijn geworden.

De vorming van goudhoudende ferriet, als eindproduct van de laterietische verwerking van goudhoudende afzettingen is het enig waargenomen geval, waarbij goudhoudende afzettingen, tengevolge van de chemische verwerking werden gevormd.

SUMMARY

THE GOLD DEPOSITS IN SURINAM AND THE DISTRIBUTION OF CONCESSIONS THROUGH THE COUNTRY

The fieldwork on the occurrence of primary and secondary gold deposits in Surinam on which this thesis is based was carried out by order of the Welfare Fund Surinam (Welvaarts Fonds Suriname) during the periods December 1950—September 1952 and September 1953—January 1954. The regions investigated form part of Surinam (formerly Dutch Guiana), South America. These regions are indicated by heavy lines on the enclosed geological survey map of Surinam, after SCHOLS and COHEN (1953) and IJZERMAN (1931). As participant of a medical scientific expedition to the southern borderlands of Surinam, I made investigations on the occurrence of gold in this part of Surinam. The trail of the expedition is indicated on the survey map of Surinam (enclosed map).

As was stated by statistical (figure 4) and by field evidence, the goldfields of Surinam occur in the northern and eastern part of the country, south of the coastal plain. The goldfields are geo-topografically connected with an area of metamorphic sedimentary schists (Orapu-Formation and Bonnidoro-series) and, mainly epimetamorphic, basic to intermediate volcanic rocks (Balling-Formation without Bonnidoro-series). Two belts of relative concentration of goldconcessions can be constructed from the distribution of the goldconcessions through the area where the goldfields are found. Most of the workable deposits are alluvial or colluvial placer deposits, but in some places in Surinam, primary deposits of hypogene origin are worked. Here the gold is found in gold-bearing quartz veins, -veinlets and -lenses, and in gold-bearing pyrite, which is limonitised as a result of weathering, and which occur in the metasomatically altered wall rock along, as well as in, some of the gold- and pyrite-bearing quartz veins and -lenses. These primary deposits, being the result of hypogene processes which are genetically related to intrusive quartzdiorites and granites, occur in the invaded bedrock of the Balling-Formation (Headley-Reef, Km 124,3 L. S., figures 21 and 22) and the Orapu-Formation (Mindrinetti goldfields, Km 93—106 L. S., figures 22 and 25). The placer gold in the alluvial and colluvial deposits of the mentioned areas must be considered to be the concentrated debris of the gold-bearing quartz veins and -lenses, as a result of mechanical transport from chemically weathered, enclosing bedrock. This is in contradistinction with earlier theories of MIDDELBERG (1908), who thinks the placer deposits a result of mainly chemical transport by the help of supergene solutions. Transport of gold by supergene solutions as a result of weathering under most favourable conditions (BATEMAN, 1949) in the presence of limonitising pyrite, has occurred in some cases over short distances only, from the pyrite to the surrounding matrix. Mostly however the limonitised gold-bearing pyrites are still gold-bearing (table 9). As

a process of concentration of placer gold those supergeneous processes are very unimportant. As was stated earlier by GRUTTERINK and DE HAAN (1940, 1950, 1952) and as could be reascertained during our fieldwork in the concessions of the Sarakreek Goudvelden N.V. on the upper course of the Lawa river, the placer gold is also the concentrated debris of quartz veins and -veinlets. The same holds good for most of the other investigated areas, i. e. the concession Ettenberg opposite Stoelmanseiland (survey map) and probably the concession Doorson on the southern slope of the Nassau mountains (figure 12). On the other hand in the investigated area of the Kabalebo river near Stone creek (figure 35) the conglomerates of the Orapu-Formation must be regarded as the possible source rock of the scarcely scattered gold in the gravels, mostly formed by quartz pebbles from the conglomerate outcrop, at a distance of some tens of metres upstream the creek. This gold shows signs of long-distance transport, because of its roundness (figure 67 e). Workable deposits of this type are not known in Surinam.

The gold from the workable placer deposits was not transported over long distances from its source deposit. Therefore the geology of the underlying bedrock of the placer deposits is an important source of information with respect to the genetic relationship between the occurrence of gold and the processes of primary mineralisation, even if the primary gold deposits are not known or hidden by the result of chemical decay of the deposits and their enclosing bedrock. The genetic relation between gold in placer deposits and gold bearing quartz veins is proved by the occurrence of gold-bearing quartz pebbles in the gravels, whereas the geological processes that caused the mineralisation are detected by the coincidence of the distribution of the placer deposits and contact zones between the Balling-Orapu-Formations and younger intrusive granites and quartzdiorites. The primary deposits have already been found or must be sought for in the invaded bedrock of the Balling- and Orapu-Formation, in the direct contact aureoles of the quartzdiorites and granites (figure 12) or at a certain distance from the outcrops of the contacts, but seldom further than 2000 m (figure 16). In the case of the Mindrinetti-goldfields (figure 25), the placer and primary deposits are concentrated on both sides of a savannah area. This savannah area consists of the weathered products of contact metasomatically altered schists and conglomerates of the Orapu-Formation (Grosgrout). The contact metasomatically altered schists and -conglomerates are here considered as the contact aureole of a hidden granitic intrusion, comparable to the granite of Km 109 L. S. (figure 26).

The gold-bearing hypogene deposits don't occur in the direct contact zone, but at a short distance from there, not exceeding 2000 m, along shear planes and minor faults. Study was made of the type of granites and quartzdiorites that caused mineralisation, because igneous rocks of the same mineralogical composition are found in the southern and western part of Surinam, where as far as known, workable gold deposits are not found. The granites and quartzdiorites in this part of Surinam are formed as large migmatite-granite complexes of an inhomogeneous mineralogical composition over short distances (DE MUNCK 1953, IJZERMAN 1931). Because most of the Surinam granites belong to this type, the chemical analyses of the granites represent mostly granites of this migmatite-granite type. In the QLM-diagram (P. NIGGLI 1945) it can be seen that they belong to the pacific province (calc-alkali magma), but they are very irregularly distributed in this diagram (figure 44). There is a shifting of the plotted analyses to the side of sedimentary rocks, probably meaning

that the analyses represent igneous rocks which assimilated a lot of material from the invaded rocks of a different chemical composition. These granites are interpreted as being formed by granitisation. The granitic and quartz-dioritic magmas which caused gold mineralisation are characterised by their homogeneity, chemically as well as mineralogically, over short and long distances. Their contacts are well marked, either by xenolith's (figure 12) or by zones of marked contact-metasomatism (Grosgroup, figures 22 and 26). Four chemical analyses of quartzdiorites which are genetically related to gold mineralisation were made. The result of the analyses are published in table 2. The analyses are plotted against the analyses of other quartzdiorites (figure 45). The same has been done for the granites. The granite of Km 109 L. S. represents an extremely acid granite (granitaplite).

These granites and quartzdiorites are interpreted as real intrusive granites. As the quartzdiorites from the concessions on the upper course of the Lawa river are porphyritic, they have a double sequence of crystallisation. The gold deposits of the SE—NW goldbelt of Surinam (figure 4) and those of the concessions Ettenberg (survey map) and Doorson (figure 12) are genetically related to the intrusive quartzdiorites.

The same quartzdioritic complex that causes mineralisation on the concession Doorson has been found discordantly covered by the Orapu-Formation (SCHOLS and COHEN 1953). The conglomerates and schists of the Orapu-Formation were never seen to have been intruded by quartzdiorites. The granites of Km 109 L. S. are intrusive into the Orapu-Formation. This proves that granites and quartzdiorites of different age do occur and makes it probable, that both can have caused gold mineralisation. The quartzdiorites (granites no. 1) are supposed to be older than the granite of Km 109 L. S. (granites no. 2).

The SE—NW goldbelt of Surinam is genetically related to the granite no. 1 (quartzdiorites); the E—W goldbelt of Surinam to the granite no. 2 (granite of Km 109 L. S.).

For both goldbelts we can give the same sequence of events causing workable gold deposits. Only in the Mindrinetti-goldfields and near Km 124,3 L. S. (Headley-Reef) workable primary deposits, as a result of hypogene processes, are known and here have been studied especially, whereas the placer deposits on the upper course of the Lawa river and in the alluvial deposits of this river and the Marowijne have been studied especially there.

As a result of the fieldwork and laboratory investigations we can subdivide the different types of gold-bearing deposits into the following groups.

A. Secondary deposits

1. Deposits formed as a result of mainly mechanical transport.
 - a. Alluvial deposits.
 - b. Colluvial deposits.
2. Deposits formed as a result of mainly chemical transport.
 - a. Residual deposits.
 - b. Gold-bearing, deeply weathered bedrock.

B. Primary deposits as a result of hypogene processes

1. Gold-bearing quartz veins, -veinlets and -lenses.
 - a. Gold- and pyrite-bearing quartz veins.
 - b. Gold-bearing blue quartz veins.

- c. genetically related, not gold-bearing tourmaline-quartz veins.
- d. Gold- and ferberite-bearing quartz veins.
- e. genetically related, not gold-bearing white quartz veins.
- 2. Gold-bearing bedrock.
 - a. Gold-bearing pyrite in metasomatically altered wall rock of the gold- and pyrite-bearing quartz veins.
 - b. Gold-bearing bedrock.
 - α . dolerites.
 - β . granites.
 - γ . conglomerates.

The workable gold deposits in Surinam must be considered to be the result of a genetic sequence of events from intrusive granites or quartzdiorites which intruded older rocks of the Balling- or Orapu-Formation, causing gold-bearing quartz veins and gold-bearing pyrites in the wall rock, which has often been altered contact-metasomatically. The placer deposits are formed from the debris of these primary deposits, mainly as a result of mechanical transport.

A. SECONDARY DEPOSITS

1. Deposits formed as a result of mainly mechanical transport

Most of the workable gold deposits in Surinam are of this type. The gold occurs in these placer deposits as flour gold (up to 0,1 mm), dust gold (0,1—0,5 mm) and coarse gold (more than 0,5 mm). Nuggets too occur and are called "pepieten".

The gold is marked by irregular forms, flakes and fine specks.

GRUTTERENK (1940) described some large nuggets from the concession area on the upper course of the Lawa river and states a hypogene origin of these nuggets, because chalcopyrite was found as inclusions in the gold. Morphologically the gold from the placer deposits is sharp-angular to subrounded (figure 67). Gold-bearing quartz pebbles often occur in this type of deposits.

These pebbles are also sharp-angular to subrounded. More seldom fully rounded quartz pebbles occur. This proves that the transport of the gold and the gold-bearing quartz did not occur over long distances.

a. *Alluvial deposits*

The alluvial deposits can be subdivided into

- α . recent alluvial deposits;
- β . terrace deposits.

α . *Recent alluvial deposits* are the most common type of workable gold deposits in Surinam. The gold occurs in one or more layers of the deposits, mostly concentrated in the gravel-bottomlayer, on a kaolinitic-weathered bedrock. Examples of this type of deposits are illustrated by the figures 15, 17, 18, 23.

Figure 15 represents an alluvial deposit of the Lawa river, opposite Stoelmanseiland. The deposit consists of gold-bearing sands and gravel on a kaolinitic-weathered quartzdioritic bedrock. Fine and coarse gold occurs in the gravel layer. The gold has irregular subrounded forms. Nuggets do not occur in this place. Gold-bearing quartz pebbles are found in the gravel layer. Some 1500 m. upstream the river, the contact between quartzdiorite and the Balling-

Formation is hidden by swampy lands and the Lawa river. In the Balling-Formation many quartz veins occur. According to the concessionair, nuggets (0,5—10 grams) have been found in the area of the Balling-Formation, which is marked by more accidentated lands and ferritic weathering.

So the primary deposits must be sought in this area of the Balling-Formation.

Figures 17 and 18 illustrate the morphology of the gravel-covered bedrock and the distribution of gold concentrations in the Bas Rufin (figure 16). Here the gold occurs in a gravel-layer of an average of 70 cm, resting on a kaolinitic-weathered bedrock and covered by layers of sands and clays of 2—3 m. The workable deposits are found in the bottom layer of the gravel and the first 2 or 3 cm of the weathered bedrock. Here the gold is found as fine and coarse gold, together with gold-bearing quartz pebbles and irregularly formed nuggets with rounded and subrounded forms and platy sharp-angular nuggets weighing up to several tens of grams and not showing any results of transportation. In the weathered bedrock under these gravel layers, gold-bearing quartz veins occur. This proves that the gold from these deposits has partly been transported over short distances, whereas some of the gold has to be considered as eluvial.

Figure 23 shows a section, situated on the borderline of the savannah area and the hills of the gold bearing zone of De Jong Zuid and Gros Placer (figure 25). Here the gold-bearing deposits consist mostly of material of the gold-bearing zone, whereas the colluvial deposits of the savannah area prove to be barren of gold. The morphology of the gold, found in these deposits, is subrounded.

B. Terrace deposits, in Surinam prospection, is the name given to all gravel deposits above creek- or river level. Deposits of this type are illustrated by figures 5, 6, 7, 17, 18.

Figures 5, 6, 7 reproduce a type of terrace deposit found in the Marowijne river. At main waterlevel, in the river and along the banks of the river we find cemented riverconglomerates, which rise up to 2 meters above waterlevel. The quartz pebbles of the conglomerates (2—20 cm) are perfectly rounded. Along the banks they are covered by sands and clays. Some of the islands (tabbetjes) in the river are the remains of older riverbank terraces (Nason).

The conglomerates proved to bear a small amount of gold.

The fine gold has irregular rounded forms. Deposits of this type are not worked in Surinam. Another type of terraces is found in the valleys along the creeks on the upper course of the Lawa river. This type is illustrated by figures 17 and 18. The gold in these terraces has the same morphology as the gold in the recent alluvial deposits. The terraces represent an earlier stage of the creek, which carved a valley in preexisting rocks. The terrace deposits are characterised by their topographical height above creek level and by their more ferritic appearance as a result of weathering processes above water level.

Sometimes the gold in this type of deposits occurs together with limonite.

b. *Colluvial deposits*

The colluvial deposits link together the alluvial deposits of the type A. 1. a and the primary deposits of the type B. They are characterised by yellow and reddish sandy granular clays with angular gold and quartz fragments and often ferritic iron stones. The deposits represent the slightly transported debris which resulted after the lateritic weathering of the underlying bedrock. They

are transported as a result of creep and of the removal of large volumes of pelitic-weathered bedrock by erosion. The occurrence of quartz fragments and free gold with angular morphology in this type of deposits proves that in most instances the chemical weathering did not affect the gold to an important degree. In some cases gold-bearing limonitised pyrite is found in this type of deposits.

Sometimes the colluvial deposits form a foothill plain. The colluvial deposits are affected by chemical weathering, resulting in the formation of so called "kraskouw" layers. This kraskouw, being a stage of ferritic weathering of transported material above water level, occurs in the clays of the terrace deposits too. Kraskouw is characterised by its irregular reticulated ferritic enrichment and pore-space filling by clay matter.

Figures 19 a. b. c. illustrate some types of colluvial deposits.

Figure 19 a represents the most common type of colluvial deposit.

The clay matrix of the upper layer is washed out by erosion, by which the layer has undergone enrichment in quartz fragments and iron stones. The lower layer has more pelitic contents but also belongs to the colluvial deposit transported by creep, because quartz-fragments and gold occur, whereas the underlying bedrock does not show quartz veins.

Figure 19 b illustrates colluvial deposits which cover an older terrace deposit. Kraskouw has been formed in the colluvial layers.

Figure 19 c represents a deposit that has been considered as a result of filling of a creek valley with residual quartz boulders, by mainly colluvial deposits. The quartz boulders, measuring up to several cubic feet, are sub-rounded to angular. In this type of deposit, nuggets have been found with sharp-angular platy forms, which prove that the nuggets were formed as a result of fissure filling from gold-bearing solutions of hypogene origin (GRUTTERINK 1940).

2. Deposits formed as a result of mainly chemical supergene processes

Deposits of this type have not yet been carefully studied in Surinam. Some random observations prove the existence of this type of deposits but nowadays no workable deposits of this type are known in Surinam. These deposits seem to be a consequence of the weathering processes in primary and secondary gold deposits. They result into:

- a. Residual deposits.
- b. Gold-bearing, deeply weathered bedrock.

a. *Residual deposits*

Residual concentration of gold in the ferritic final members of the lateritic weathering of gold-bearing deposits in the form of gold-bearing quartz fragments and free gold, belongs to the type already discussed as colluvial deposits.

Beside this type of residual concentration there is also another type which probably is a result of the above mentioned processes. Here the ferrites themselves are gold-bearing as was proved by VAN KOOTEN (1953). Assays of ferrites above the gold-bearing deposit of Pakira Hill (De Jong Zuid) showed a grade of 2,5 g Au/ton.

b. *Gold-bearing, deeply weathered bedrock*

Probably a piece of gold-bearing clay, which was found in the kaolinitic-weathered bedrock under the gravel layers of the Rufin (figure 82), belongs

to this type. The morphology of the gold and the distribution through the clay prove it perfectly impossible that this gold is placer gold, which penetrated mechanically into the clay. There is always a possibility that the gold was already formed in the unweathered bedrock by hypogene processes but this doesn't explain the clayey-weathered bedrock that is enclosed in the gold. To a certain degree some results of the limonitic weathering of gold-bearing pyrites in the quartz veins and in the contact-metasomatically altered wall rock along these veins also belong to this type, which will be treated together with B.1. a., because the deposits formed in this way are mainly formed by hypogene processes.

B. PRIMARY DEPOSITS, AS A RESULT OF HYPOGENE PROCESSES

Primary deposits are only worked in the environment of the country railroad between Km 93 and Km 133.

These deposits were studied especially, although here too, placer deposits of the same types which have already been discussed, are more important as contributors to the gold production of Surinam than the primary deposits.

Two types of primary deposits can be distinguished.

The first type is that of the Mindrinetti-goldfields and can be found in several zones on both sides of the savannah area of figure 25, between Km 99,5 and Km 105,5 L. S. (country railroad).

The second type occurs near the contact of the Kabeltonalite (figure 22). The primary deposits of the Mindrinetti-goldfields lie in deeply-weathered, contact-metasomatically altered wall rock which consists of (sandy-) kaolinite-sericite-quartz-bearing clays (figure 31). Often limonitised pyrite occurs in the contact zones along gold-bearing quartz veins.

The kaolinitic-weathered contact-metasomatically altered wall rock is distinguished from the normal regional-epimetamorphic schists and conglomerates of the Orapu-Formation, by its colour, which is often white or a pastel shade of rose, violet, yellowbrown and redbrown; by its often high kaolinite percentage (table 5, column VI); by its unconsolidated pelitic character (table 6 and figure 50), conglomeratic relicstructure and its topographic position along gold-bearing quartz veins. The normal epimetamorphic conglomerates and schists of the Orapu-Formation are weathered to a smaller degree and are still consolidated rocks. Lateritic weathering of these rocks results in the formation of ferrites which occur in the colluvial deposits on the tops and the slopes of the hills.

The weathering products of the Grosgrout (figure 22) are characterised by the same weathering features as the contact-metasomatically altered rocks along the gold- and pyrite-bearing quartz veins, but here limonitised pyrite, nor gold occur.

The unconsolidated sandy kaolinite-sericite-quartz clays change into the consolidated conglomerates and schists of the Orapu-Formation, losing their pelitic character and later on their non-ferritic weathering. As was proved by two drillings into the unweathered parts of this contact-metasomatically altered bedrock, which were located by reason of the results of the laboratory investigations on the weathering products, the contact-metasomatism resulted in important changes of the mineralogy and chemistry with respect to the epimetamorphic schists and conglomerates of the Orapu-Formation.

Mineralogically the contact-metasomatically altered rocks of the Grosgrupp (figure 25, WF I) consist of chlorite- and calcite-bearing epidote-sericite-albite-quartz schists, whereas the regional-metamorphic schists of the Orapu-Formation consist only of (chlorite-, chloritoid- and plagioclase-bearing) sericite-quartz schists and -conglomerates.

The contact-metasomatically altered wallrock of the gold-bearing zone of Pakira Hill (De Jong Zuid, LB 65) consists of a biotite-bearing quartz-sericite-epidote-albite rock. Table 4 shows the estimated mineralogical changes caused by the contact-metasomatism. The process of contact-metasomatism mineralogically results in the formation of albite and epidote mainly and also of calcite in the rocks of the Grosgrupp and of biotite in the rock of the Pakira Hill.

Chemically the contact-metasomatism is characterised by the supply of soda and lime into the schists and conglomerates of the Orapu-Formation, which form albite and epidote in a first stage, synchronous with desilicification of the pre-existing conglomerates and schists; whereas in a later stage carbonatisation and silicification occurred. This stage of silicification was found in the drilling WF I. Here small quartz and calcite veins cut through the newly formed albite (figure 46). In the drilling LB 65 only the first stage was found. Possibly the equivalent of the second stage of the contact-processes here can be found in the gold-bearing quartz veins. It seems very probable that the processes, which caused contact-metasomatism and those which caused gold mineralisation and quartz veins, are genetically related and that both result from the intrusion of a hidden granitic intrusion which exists under the savannah-area (figure 26). It is probable that the residual solutions which escaped from the intruding magma, reacted with the invaded bedrock. As a result of the reactions with the invaded bedrock an exchange of elements occurred, whereby the residual solution became more concentrated with SiO_2 , whereas the invaded rock became enriched in sodium and calcium. The contact-metasomatism of the Grosgrupp is here interpreted as a result of diffuse processes, whereas the gold-bearing quartz zones are the results of more concentrated solutions, which acted along shear planes and minor faults.

The figures 51 and 52 illustrate the relative supply and removal of the elements, joined into groups si, al, fm, c and alk after P. NIGGLI (1945). In figure 51 the removal and relative concentration of elements from contact-metasomatically altered rocks to their weathering products is shown and in figure 52 the relative supply and removal from the epimetamorphic subgraywacke (WB III) to the contact-metasomatically altered rocks of the drillings WF I and LB 65 and then to the weathering product of LB 65 is shown.

Figure 53 illustrates the same supply and removal of the elements on the supposition that Al_2O_3 was supplied nor carried off during the processes. The analyses are compared by the same calculated atom equivalent of 282 for $\frac{1}{2}(\text{Al}_2\text{O}_3)$.

1. Gold-bearing quartz veins, veinlets and lenses

Figures 25 and 26 show the relations between granites, zones of contact-metasomatism and the gold-bearing and related quartz veins, as they were interpreted by field evidence and laboratory studies.

Along the northern boundary of the savannah-area (De Jong Noord) five zones of gold-bearing and genetically related quartz veins are found. Each

zone is characterised by its own paragenesis of the quartz veins which usually strike in a similar direction and occupy a certain area. The gold-bearing deposits occur as separated groups of quartz veins and -lenses, called reefs (figures 27, 28, 29 and 30). Thus a zone has several reefs, characterised by the same paragenesis. Every reef consists of several quartz veins and -lenses either with the same paragenesis (De Jong Noord) or of more types of quartz veins and -lenses each with their own paragenesis (De Jong Zuid).

Five types of paragenesis are distinguished, being:

- a. Gold- and pyrite-bearing quartz veins.
- b. Gold-bearing blue quartz veins.
- c. genetically related, non-gold-bearing tourmaline-quartz veins.
- d. Gold- and ferberite-bearing quartz veins.
- e. genetically related, non-gold-bearing white quartz veins.

This subdivision is made of the quartz veins in the Mindrinetti-goldfields but holds good for the other concession areas too, i.e. the concessions on the upper course of the Lawa, the concession Ettenberg opposite Stoelmanseiland, Headley-Reef near Km 124,3 L.S. and Concession Doorson on the southern slope of the Nassau mountains. Some other types of paragenesis are found on these concessions but they are of secondary importance with respect to the gold-bearing primary deposits. Not all types occur on the same concession. Type d was found only at one place in Surinam (Pakira Hill, De Jong Zuid).

a. *Gold- and pyrite-bearing quartz veins*

The gold- and pyrite-bearing quartz veins are the most common and most easily discovered type of primary gold deposit of the Mindrinetti-goldfields. Here they are characterised by contact zones of metasomatically altered wall rock, as was described before. This wall rock has been altered by weathering into kaolinitic-clay and often shows schistose- or conglomeratic relicstructures. Gold-bearing, limonitised pyrite often occurs in this wall rock. Figures 27, 30 and 31 show sections through the gold-bearing primary deposits of this type, whereas figure 25 shows the distribution of the zones where reefs of this type occur (reefs marked P.).

Assays of the quartz are given in table 8. Table 9 shows assays of gold-bearing, limonitised pyrite from the wall rock of the quartz veins of this type.

The gold occurs scattered through the quartz between the boundaries of grains and in cracks of the quartz. Gold also occurs in the surrounding matrix of the limonitised pyrite, which has been impregnated by iron oxides and hydroxides (figures 57 and 58). Here it appears as fine specks or sometimes as flaky gold in the crystal-negatives of completely-weathered pyrite. Figures 59 and 60 show the stages of weathering of the pyrite. The white parts of figure 60 are the non-weathered pyrite, surrounded by low reflecting material (limonite I). The dark grey parts further away from the pyrite also consist of limonite (limonite II). The light-grey parts represent the final stage of the weathering of the pyrite. They consist of hematite.

Macroscopically visible gold is seldom encountered in these gold-bearing limonitised pyrites. One sample of the last mentioned type was presented to me by the Sarakreek Goudvelden N.V. for laboratory investigations. The figures 61 and 62 show the morphology of the gold (white) in the limonitised pyrite (grey). This morphology is considered to originate from the weather-

ing processes of the limonite and as a result of transportation of the gold by supergene solutions.

Beside gold-bearing, limonitised pyrites and gold-bearing quartzes which result from the weathering of the pyrites, primary gold of hypogene origin occurs in the gold-bearing quartz veins of this type of deposits. Figure 64 shows the outlines of primary gold from these quartz veins. As a result of limonitic-weathering of gold-bearing pyrites in the wall rock of these quartz veins, limonite and hematite walls occur which enclose the veins. Secondary enrichment has occurred on the boundary between the limonite-hematite and the quartz. Here the gold has been concentrated as a result of supergene processes. These gold-bearing limonite-hematite walls along the quartz veins are known as "tjaps" in Surinam. The supergene processes however didn't contribute to the amount of gold of the gold-bearing deposits as a whole. Only slight transport and concentration over a distance measurable in cm's, resulted from these supergene processes. Of course it is possible that relative concentration occurred by carrying off of other formerly existing minerals.

b. *Gold-bearing blue quartz veins*

Gold-bearing greyblue, blue and blueblack quartz veins occur in the gold-fields of Surinam. They were studied especially on De Jong Noord (figure 25), De Jong Zuid and on the concessions on the upper course of the Lawa river. One specimen of an extremely deep blueblack colour proved to enclose millions of semi-opaque inclusions. The walls of the inclusions are coated by particles of solid matter, whereas the content of the inclusions consists of liquid- and gaseous CO_2 . By concentrating the solid matter from the inclusions, through treatment of the quartz with HF , and by X-ray analyses of the thus obtained concentrate, the solid matter which causes the colour of the blue quartz was proved to be graphite.

Primary gold of hypogene origin was studied in a specimen of bluegrey quartz from the concessions on the upper course of the Lawa river. The gold is irregularly distributed through the quartz (figure 65) and contains inclusions of three different minerals beside quartz, which is replaced by the gold (figure 66).

One of the included minerals is probably chalcopyrite, which possibly encloses valleriite.

The blue quartz veins on De Jong Noord are not characterised by contact-zones of kaolinitic-weathered, metasomatically altered wall rock. On De Jong Zuid this type of quartz vein occurs together with the gold- and pyrite-bearing type of quartz veins in a zone of strongly contact-metasomatically altered and later weathered wall rock. Here they are probably younger than the gold- and pyrite-bearing quartz veins because they change into tourmaline-bearing blue quartz veins as a transition between the gold-bearing blue quartz veins and the non-gold-bearing tourmaline-bearing white quartz veins.

c. *Genetically related, tourmaline-bearing white quartz veins*

On De Jong Zuid the quartz veins of this type are certainly younger than the gold- and pyrite-bearing quartz veins, because they cut through these veins. On De Jong Noord two zones of non-gold-bearing tourmaline-quartz veins border the zones of gold-bearing quartz veins.

d. *Gold- and ferberite-bearing quartz veins*

Ferberite was found at only one place on De Jong Zuid. The deposit occurs on Pakira Hill in a zone of contact-metasomatically altered wall rock of the same type as was found along the gold- and pyrite-bearing quartz veins. Quartz veins of the last-named type also occur in this zone, often with high-grade gold-bearing quartz veinlets.

The ferberite sometimes shows idiomorphic tetragonal pyramids (figure 69) and is probably a pseudomorph after scheelite. The ferberite replaces quartz, as is illustrated by figure 70. Sometimes the mineral is coated by earthy minerals with brown, reddish-brown and yellowish-orange colours. X-ray examination of the reddish-brown and brown minerals proves these minerals to be mixtures of goethite and hematite, whereas the yellowish-orange mineral is a mixture of kaolinite and probably ferritungstite (Table 10). Semiquantitative spectrographical analyses show that the main components are Si and Al (kaolinite) and Fe and W (ferritungstite).

Sometimes gold occurs as fine specks on the ferberite.

e. *Genetically related, non-gold-bearing white quartz veins*

Quartz veins of this type were studied especially in the savannah area between De Jong Noord en De Jong Zuid and in the granite area of Km 109 L. S. (figure 25).

It was proved by assays, that they are sometimes ores of a very low grade but that they are mostly barren veins.

Reefs of this type are also found in the granite area near Km 109 L. S. and on other concession areas.

Laboratory studies on the liquid and gaseous inclusions of the quartz veins

Studies were especially made on the liquid and gaseous inclusions in the quartz of the quartz veins of different types and from different places. These liquid and gaseous inclusions were studied after the methods that have been developed by Dr G. A. DEICHA. We therefore paid a fortnight's visit to Dr G. A. DEICHA at the "Laboratoire de Géologie Structurale et Appliquée de la Sorbonne" at Paris, where some forty samples of Surinam gold-bearing and other quartz veins were studied under his personal guidance. I thank Dr G. A. DEICHA for his kind interest in my work and for his willingness to introduce me into a very interesting branch of petrology of which too little is known nowadays but which can not be neglected by anybody who studies petrogenetic problems.

These liquid and gaseous inclusions, which have already been described by VOGELSANG, SORBY and ROSENBUSCH and which occur in many minerals, sometimes up to several millions per cubic cm, consist of mixtures of H_2O and CO_2 principally, together with dissolved and crystalline matter. Sometimes the inclusions are bordered by crystallographically determined planes, dependent on the crystal-phase of the enclosing mineral at the time of the formation of the inclusions (negative crystals). If the inclusions are formed synchronous with the enclosing minerals they are called primary inclusions and represent the part which CO_2 and H_2O took in the solution from which the enclosing mineral was formed. Inclusions which have been formed after the formation of the enclosing mineral are called secondary inclusions.

As the enclosure happened when the solutions were one-phase solutions (i. e. melts, fluids, liquids or gases) which were not stable at ordinary temperature ($16^{\circ} \pm 15^{\circ} \text{C}$) the system $\text{CO}_2\text{—H}_2\text{O}$ found a new equilibrium at cooling. This equilibrium is observed at ordinary temperature. If the enclosed system was saturated with the matter of which the enclosing mineral was formed (primary inclusions), supersaturation and crystallisation of this matter resulted which deformed the walls of the inclusions.

Beside this, deposition of other mineral matter from such included solutions occurs. Often these crystals are halogenides of alkalies.

The temperature of the homogenisation of the contents of the inclusions by heating on a heating stage can be utilised to indicate the minimum temperature of enclosure.

DEICHA (1951) distinguishes three types of inclusions, depending on their character at ordinary temperatures ($16^{\circ} \pm 15^{\circ} \text{C}$).

Type I Two-phase gaseous inclusions which become one-phase inclusions by heating a few degrees Celcius. The inclusions consist principally of CO_2 under high pressure.

Type II Two-phase aqueous inclusions of which the first phase consists of liquid H_2O , the second phase of H_2O -vapor (bulle de retrait) principally.

When heated the vaporphase slowly diminishes as a result of the expansion of the liquid phase.

Several thermometric methods are based on the total filling of the inclusion by the expanding liquid, indicating the temperature of enclosure (SORBY, INGERSON, DEICHA).

Sometimes the enclosed solutions are saturated with salts.

Type III Inclusions consisting of two immiscible liquids (CO_2 and H_2O) beside an amount of gas under pressure (CO_2 and H_2O). These inclusions are often three-phase inclusions at ordinary temperatures or turn into these after cooling of a few degrees Celsius.

Inclusions of type III are the most common whereas inclusions consisting of 100 % H_2O or CO_2 will probably never occur.

By heating the three-phase inclusions a few degrees they become two-phase inclusions. Continued heating results in homogenisation of the $\text{H}_2\text{O—CO}_2$ contents at temperatures between ca $250\text{—}320^{\circ} \text{C}$; either in a liquid- or in a gaseous phase. The phase of homogenisation depends not only on the temperature and pressure but also to an important degree on the ratio between H_2O and CO_2 of the observed inclusion. In most cases the minimum temperature of enclosure is fixed by the homogenisation of the $\text{H}_2\text{O—CO}_2$ contents of the inclusions. If crystals of salts are enclosed, which have been crystallised from the solutions, the temperatures of formation of the inclusions can be approximated more closely, by calculating the temperature of homogenisation of these salts and the $\text{H}_2\text{O—CO}_2$ content of the inclusions. Figures of 500°C for NaCl and 350°C for KCl have been arrived at (BATEMAN 1949). The temperature of homogenisation of these salt crystals with the $\text{H}_2\text{O—CO}_2$ contents of the inclusions will be dependent on the saturation of the solution. Another thermometer is given by the crystal-phase of negative-crystals bordering the inclusions. Thus quartz transits at 573°C from the $\alpha \rightleftharpoons \beta$ -phase. The occurrence of negative-crystals of the β -phase of quartz (hexagonal-

bipyramide, without prism-zones) points to temperatures of enclosure of the $\text{H}_2\text{O}-\text{CO}_2$ solutions at more than 573°C . This was found in several specimen of Surinam gold bearing quartzes. Both primary and secondary inclusions of this type occur.

DEICHA found a decrease of the CO_2 -contents in a genetical sequence of enclosure at decreasing temperatures. This doesn't mean that the ratio of $\text{CO}_2:\text{H}_2\text{O}$ will be the same at the same temperatures of non-genetically related sequences, as was proved by the fact that different ratio's of $\text{CO}_2:\text{H}_2\text{O}$ were found in inclusions of different gold-bearing quartz veins of Surinam, which showed negative hexagonal-bipyramids, indicating temperatures of enclosure at more than 573° .

Figure 76 illustrates the relationship between the volumetric ratio's of H_2O and CO_2 at ordinary temperatures ($16^\circ \pm 15^\circ\text{C}$), their temperature and phase of homogenisation and their probable temperature of enclosure. Based on these temperatures of enclosure a subdivision of the Deicha Types is proposed, being:

Deicha Type I Carbopneumatolitic inclusions (CP)

A subdivision of this type makes no sense, since inclusions of this type will always be formed by pneumatolitic processes.

Deicha Type II Hydrothermal inclusions (H)

Although a subdivision can't be made on a base of observations, a theoretical subdivision is possible.

subtype a. *Hydroliquid inclusions (HL)*

Homogenisation occurs in the liquid phase and approximates the temperature of enclosure.

(subtype b. *Hydropneumatolitic inclusions (HP)*)

Homogenisation occurs in the gaseous or fluid phase. Inclusions of this type have not been observed.

Deicha Type III Hydrothermal-Carbopneumatolitic inclusions

The inclusions of Type III can be divided on the volumetric ratio $\text{CO}_2:\text{H}_2\text{O}$ into Hydrothermal and Carbopneumatolitic inclusions.

Hydrothermal inclusions (H)

Based on the phase of homogenisation and probable temperature of formation these inclusions can be subdivided into:

subtype a. *Hydroliquid inclusions (HL)*

The inclusions were formed in the liquid phase.

subtype b. *Hydropneumatolitic inclusions (HP)*

The inclusions were formed above the critical temperature of the enclosed system, either in the fluid or gaseous phase. Those that were formed in the fluid phase can homogenise in the liquid phase and than can't be distinguished from the subtype a. In this case the subdivision can be made only on the base of secondary marks like homogenisation of enclosed salt crystals or by the occurrence of negative-crystals which indicate a high-temperature crystalphase of the enclosing mineral.

Carbopneumatolitic inclusions

subtype c. Carbopneumatolitic inclusions (CP)
 Here a subdivision makes no sense. The inclusions of this type can be formed either in the fluid- or gaseous phase. They always have a pneumatolitic origin.

If the temperature of homogenisation of the inclusions is observed, this can be noted with respect to the phase of homogenisation, as follows:

- I CF 1/35°. Carbopneumatolitic inclusion of the Deicha Type I, which homogenises at a temperature of 35° C into the fluid phase.
- III CG 1/275°. Carbopneumatolitic inclusion which homogenises into the gaseous phase at a temperature of 275° C.
- III CP 3/16°. Carbopneumatolitic inclusion consisting of two immiscible liquids (CO₂ and H₂O) and a gaseous phase at observation temperature of 16° C.

If the inclusions are of a primary type, the enclosing minerals are formed by processes indicated by the inclusion-subtypes.

Thus the minerals with primary inclusions of the Type I are formed by carbopneumatolitic processes, which means that CO₂ played the most important part of the volatile components of the residual "solutions".

By the same reasoning the minerals with primary inclusions of the subtypes III CP, III HP, (II HP), III HL and II HL are formed respectively by carbopneumatolitic, hydropneumatolitic and hydroliquid processes, whereas minerals with primary vitreous inclusions, as were already described by VOGELSANG and later especially studied by DEICHA (1954, 1955) have to be considered as having been formed from magmatic melts.

Secondary inclusions occur in the minerals if these have been influenced by metamorphism or tectonical disturbance.

Often the primary inclusions are destroyed by these processes but sometimes some of the primary inclusions have been preserved.

The secondary inclusions are mostly of the hydroliquid type (II HL) but they can be of all the other types as is proved by figure 79, which shows a characteristic of the inclusions of a gold-bearing quartz vein of Surinam.

Here the secondary inclusions of a pre-existing white quartz are of the same type as the primary inclusions of a younger bordering blue quartz (carbopneumatolitic inclusions of the Deicha Type III with negative hexagonal bipyramids).

Figure 78 shows some observed negative hexagonal-bipyramids of Surinam quartz veins. Many of the negative crystals have been deformed.

From the investigation of the quartz veins of the Mindrinetti-goldfields it can be concluded that the five types of paragenesis (A, B, C, D, E) are genetically related by the same types of primary inclusions, which are of a carbopneumatolitic type (I CP and III CP) so that these veins have been formed by carbopneumatolitic processes (Tabel 11).

The quartz vein of the Headley-Reef (Km 124,3 L.S.) has inclusions of the hydropneumatolitic type as is indicated by the volumetric ratio of H₂O:CO₂ and the occurrence of deformed negative hexagonal-bipyramids. Younger veins of a carbopneumatolitic type cut through the N15 W vein of the hydropneumatolitic type. These younger carbopneumatolitic veins are probably related to the quartz veins of the Mindrinetti-goldfields.

The primary inclusions of the quartz veins of the concession area on the upper course of the Lawa river are of a hydrothermal character too, possibly also of the hydropneumatolitic type, as far as gold-bearing quartz veins are concerned. Beside gold-bearing quartz veins of this type, barren veins with primary hydroliquid inclusions of the types II HL and III HL occur in this area.

As a result of the examination of the liquid- and gaseous inclusions of the gold-bearing quartz veins we can conclude that the mineralisation of the SE—NW goldbelt of Surinam (figure 4), which is genetically related to quartzdioritic intrusions, is a result of hydrothermal, probably hydropneumatolitic processes, whereas the mineralisation of the E—W goldbelt of Surinam, which is genetically related to granitic intrusions, is a result of carbopneumatolitic processes. High temperatures occurred during both mineralisations, probably partly above 573° C as is indicated by the negative hexagonal-bipyramids in the quartz veins.

2. Gold-bearing bedrock

- a. Gold-bearing pyrites in metasomatically-altered wall rock of the gold- and pyrite-bearing quartz veins. Unweathered pyrites of this type were not encountered during the fieldwork. The occurrence of gold in slightly or completely limonitised pyrite has been mentioned together with the gold- and pyrite-bearing quartz veins.
- b. Gold-bearing bedrock.

a. Gold-bearing dolerites were not found during the fieldwork, although in many places the debris of these doleritic dikes was panned, in the southern part of Surinam in the migmatite-granite area where no gold deposits occur, as well as in the concession areas. VAN KOOTEN (1953) however publishes an assay of gold-bearing dolerite (0,15 g/ton). No reference is given to the place where the dolerite was found, but it probably concerns a dolerite from the environment of Savannah Mine No. 1.

It seems highly improbable that a primary gold content of doleritic dikes contributes to any degree to the occurrence of placer deposits, as the distribution of the placers doesn't correspond to the distribution of the doleritic dikes. The dolerites are supposed to be much younger than the primary gold deposits.

β. Some granites and quartzdiorites are known which have a certain gold content, as was proved by assays and microscopical examination (VAN KOOTEN and TER MEULEN). It seems probable that granites and quartzdiorites of contactzones have a primary gold content. As a rule however, the granites are barren of gold.

γ. Conglomerates from Stone creek (Kabalebo river) show a very low gold content as was proved by assays. Panning showed that the debris of these conglomerates too is gold-bearing. The gold has rounded forms which indicates that the gold was transported over long distances. It seems highly probable that this gold occurs as a clastic component of the gold-bearing conglomerate, which originally has been formed as a very low-grade placer deposit.

C. CONCLUSIONS

1. Primary gold deposits of a hypogene origin as well as placer gold deposits in Surinam occur in the northern and southeastern part of the country. Three groups of relative concentration of goldconcessions form two goldbelts.
An east—west goldbelt is probably younger than a southeast—northwest goldbelt (figure 4).
The relative concentration of goldconcessions always occurs together with rocks of the Balling- or Orapu-Formation.
2. There is a genetic relationship between primary gold deposits and granites and quartzdiorites. The primary gold deposits occur in the contactzones of intrusive granites and quartzdiorites with the rocks of the Balling- and Orapu-Formations. The gold ores are gold-bearing quartz veins, and gold-bearing pyrites in these veins and in the contactzones along them. The gold-bearing primary deposits sometimes border the direct contacts of the granites and quartzdiorites (Nassau mountains), but sometimes they are situated at a certain distance from the direct contacts, not exceeding 2000 m (Concessions on the upper course of the Lawa river). An exception to this rule is found in the primary gold-bearing zone of Guiana Gold Placer and De Jong Noord, but here contact-metasomatism in the bordering savannah area in the south is evident, so that a hidden granitic intrusion under the savannah area is extrapolated from this fact.
3. The granites no. 2 (post-Orapu-Formation) as well as the granites no. 1 (pre-Orapu-Formation, post-Balling-Formation) are accompanied by a gold mineralisation. The gold deposits of the east—west goldbelt of Surinam are genetically related to granites no. 2, the gold deposits of the southeast—northwest goldbelt to granites no. 1.
4. Not all granites in Surinam have caused a gold mineralisation. The granites which caused one are characterised as intrusive granites, which show contact-metamorphism or contact-metasomatism, whereas the granites which are not accompanied by a gold mineralisation have broad migmatite contact-zones and a composition which is very inhomogeneous over short distances.
5. The contact-metasomatism of the granites no. 2 (Mindrinetti-goldfields) was studied. Two phases of mineralisation are distinguished.
The first phase is barren of gold and is found in the savannah area and along gold- and pyrite-bearing quartz veins. This phase is characterised by supply of sodium and calcium and removal of silicon, resulting in the formation of albite and epidote in the regional-epimetamorphic, invaded schists and conglomerate of the Orapu-Formation. The weathering products of the contact-metasomatically altered schists are marked by their kaolinitic, unconsolidated clayey appearance and their lack of ferritic weathering. The percentage of kaolinite in these weathering products is a graduator of the degree of contact-metasomatism in the unweathered underlying rocks. The second stage of the mineralisation was found in the drilling WF I in the savannah area. In this stage silicification and carbonatisation occurred. Probably the gold-bearing and genetically related quartz veins of the gold-bearing zones of De Jong Noord and De Jong Zuid are the equivalents of this second stage.

6. Laboratory investigation on the liquid and gaseous primary inclusions of these quartz veins prove that the veins are formed by carbopneumatolitic processes, probably at a very high temperature (above 573° C). Based on the results of the microscopical examination of the liquid and gaseous primary inclusions of the quartz veins, two different gold mineralisations can be distinguished.
The gold-bearing and genetically related quartz veins of the Mindrinetti-goldfields are formed by carbopneumatolitic processes, whereas the gold-bearing quartz veins of the concession area on the upper course of the Lawa river are formed by hydrothermal processes, which are probably of a hydropneumatolitic type and of a very high temperature too. The N 15 W gold-bearing quartz vein of the Headley-Reef (Km 124,3 L. S.) is of the same hydropneumatolitic type. Younger, also gold-bearing quartz veins of a carbopneumatolitic type cut this vein.
The gold-bearing quartz veins which are formed by carbopneumatolitic processes are genetically related to intrusive granites no. 2; the hydrothermal (probably hydropneumatolitic) gold-bearing quartz veins, to intrusive quartzdiorites (granites no. 1).
7. The placer deposits of Surinam result from the mechanical transport of the gold and quartz from the primary gold deposits, which lay in a chemically weathered wall rock which sometimes contains gold-bearing pyrites. Some of this free gold results from the chemical weathering of these pyrites. The gold was not transported over long distances.
8. Supergene solution and precipitation of gold do occur in the deposits, but these processes are of secondary importance and probably do not contribute much to the genesis of the gold-bearing deposits as a whole.
9. The doleritic dikes in Surinam are not genetically related to the primary gold deposits. They are much younger than the primary deposits and if they are gold-bearing this must be considered a mere coincidence, which does not contribute to any important degree to the genesis of the placer deposits.
10. The relation between the occurrence of gold and older basic to intermediate volcanic rocks is a topochemical one. This relation only exists if mineralising solutions from a granitic or quartzdioritic intrusive magma penetrated into these rocks.

LITERATUUR

- BROWN, C. B., 1875 Reports on the physical, descriptive, and economic geology of British Guiana. London 1875.
- MARTEN, K., 1885 Reise nach den Niederländischen-Westindischen Besitzungen. *Revue Coloniale Internationale* 1875, I, p. 72.
- MARTIN, K., 1888 Bericht über eine Reise nach Niederländisch West-Indien und darauf gegründete Studien II.
- BOIS, G. C. DU, 1901 Geologisch-bergmännische Skizzen aus Surinam. Freiburg 1901.
- CAPELLE, H. VAN, 1903 De Binnenlanden van het District Nickerie. Baarn 1903.
- LOON, C. J. VAN, 1904 Rapport over de exploratie van het Lawagebied. Koloniaal Verslag 1904 Do. 's Gravenhage.
- CAPELLE, H. VAN, 1907 Essai sur la constitution géologique de la Guyane Hollandaise. Baarn. Paris 1907.
- MIDDELBERG, E., 1907 Verslag van het onderzoek naar goud in het Lawagebied. Koloniaal Verslag (suppl.) 1907.
- MIDDELBERG, E., 1908 Geologische en technische aantekeningen over de goud-industrie in Suriname. Amsterdam 1908.
- POLAK, J. A., 1908 Historisch overzicht van de goud-industrie in Suriname. 's Gravenhage 1908.
- HARRISON, J. B., 1908 The Geology of the Goldfields of British Guiana. London 1908.
- DUYFJES, G., 1910 Onderzoek van gesteenten, verzameld bij den dienst der mijnexploratie van Gouvernementswege in Suriname en beschouwingen over het verband tussen het voorkomen van het goud en van bepaalde gesteenten etc. Koloniaal Verslag 1910.
- VERLOOF, J. H., 1911 A brief outline of the Surinam Gold Industry. Geology, Technique, Hygiene. Description of the gold placer and the prospects at the Guiana Gold Placer. Amsterdam 1911.
- VOIT, F. W., 1922 Die Eisenertzlagerstätte des Donderbary und die Möglichkeit einer Hochofen- bzw. Eisenindustrie in Surinam. (Niederl. Guyana). Zeitschrift prakt. Geol. 1922.
- LINDGREN, W., 1928 Mineral Deposits. New York, 1928.
- SCHNEIDERHÖHN, H., 1931 Lehrbuch der Erzmikroskopie. Berlin, 1931.
- IJZERMAN, R., 1931 Outline of the Geology and Petrology of Surinam (Dutch Guiana). Proefschrift Utrecht 1931.
- VAN LYNDEN, A. J. H., 1939 Op zoek naar Suriname's Zuidgrens. T. K. N. A. G. (2) dl. 56, 1939.
- GRUTTERINK, J. W., 1940 Merkwaardige Pepieten. Geologie en Mijnbouw. Tweede Jaargang, Mei 1940.
- SCHNEIDERHÖHN, H., 1941 Lehrbuch der Erzlagerstättenkunde I. Jena, 1941.
- BUREI, C. und NIGGLI, P., 1945 Die jungen Eruptiefgesteine des Mediterranen Orogens. Zürich 1945.
- INGERSON, E., 1947 Liquid inclusions in geologic thermometry. *Am. Mineralogist*, 32, 1947.
- SCOTT, H. S., 1948 The decrepitation method applied to minerals with fluid inclusions. *Econ. Geology*, 42, 1948.
- NIGGLI, P., 1948 Gesteine und Minerallagerstätten I. Basel, 1948.
- BRANJNIKOV, B., 1948 Les grandes unités structurales du Brésil. *Bull. Soc. Géol. Fr.* 1948.
- Reference Clay Minerals, 1949 Reference Clay Minerals A. P. I. Research project 1949.
- ZONNEVELD, J. I. S., 1949 Suriname en de luchtkartering: Publ. 1, Centraal Bureau Luchtkartering.
- G. M. D., 1949 Jaarverslag van de Geologisch Mijnbouwkundige Dienst te Paramaribo. 1950.
- SMITH, F. G. and PEACH, 1949 Apparatus for the recording of decrepitation in minerals. *Econ. Geology*, 44, 1949.
- TUTTLE, O. F., 1949 Structural petrology of planes of liquid inclusions. *Journ. of Geology*, 57, 1949.
- BATEMAN, A. M., 1949 Economic mineral deposits,

- CHOUBERT, B., 1949 Géologie et Pétrographie de la Guyane française. Office de la Recherche Scientifique Outre Mer, Paris 1949.
- GRUTTERINK, J. A., 1950 De wijze van ontstaan der Surinaamse goudafzettingen (bewerkt door W. DE HAAN). (Summary: The origin of the residual gold deposits of Surinam, Dutch Guiana). Geologie & Mijnbouw. Nw S., Vol. 12, 1950.
- Jaarverslag G. M. D., 1950 Jaarverslag van de Geologische Mijnbouwkundige Dienst te Paramaribo 1950.
- BLEYS, C., 1949, 1950 Kaartblad D 7; Jaarverslag van de G. M. D. te Paramaribo. Paramaribo 1950.
- D'AUDRETSCH, F. C., 1950 Corantijntocht; Jaarverslag van de G. M. D. te Paramaribo. Paramaribo 1950.
- DOEVE, G., 1950 Kleingoudbedrijf; Jaarverslag van de G. M. D. te Paramaribo 1950.
- DEICHA, G. A., 1950 Zie DEICHA 1955.
- SCHOLS, H., 1950 A few data about kaolins in Surinam. Mededelingen no. 3 van de Geol. Mijnb.k. Dienst te Paramaribo, 1950.
- DEICHA, G. A., 1951 Zie DEICHA 1955.
- ARENS, P. L., 1951 A study on the d. t. a. of clays and clay-minerals. Proefschrift, Wageningen.
- G. M. D., 1951 Jaarverslag van de Geologisch Mijnbouwkundige Dienst te Paramaribo, 1951.
- G. M. D., 1952 Jaarverslag van de Geologisch Mijnbouwkundige Dienst te Paramaribo, 1952.
- NGGLI, P., 1952 Gesteine und Minerallagerstätten II. Basel, 1952.
- HAAN, W. DE, 1952 De goudafzettingen in het Lawagebied (Suriname) (with summary). Geologie & Mijnbouw, Nw S., 14e Jr, 1952.
- DEICHA, G. A., 1952 Zie DEICHA, 1955.
- KEITH, M. L. and TUTTLE, O. F., 1952 Significance of variation in the high-low Inversion of Quartz. Bowen Volume, Amer. Journ. Sci.
- MILNER, H. B., 1952 Sedimentary Petrography. London 1952.
- SCHOLS, H. en COHEN, A., 1953 Ontwikkeling van de geologische kaart van Suriname. Geologie & Mijnbouw, 15e Jr, 1953, Suriname nummer. Med. v. d. Geol. Mijnb.k. Dienst.
- MUNCK, V. C., 1953 Voorlopige geologische resultaten van de medisch wetenschappelijke expeditie naar de zuidgrens van Suriname. Geologie & Mijnbouw, Nw S., Jr 15, 1953.
- DEICHA, G. A., 1953 Zie DEICHA, 1955.
- G. M. D., 1953 Jaarverslag van de Geologisch Mijnb.k. Dienst te Paramaribo, 1953.
- CHUDoba, K. F. und GÜBELIN, E. J., 1953 Schmuck- und Edelsteinkundliches Taschenbuch. Bonn, 1953.
- ELJK, J. J. VAN DER, 1954 De landschappen van Noord Suriname. Publicatie no. 15 van het Centraal Bureau Luchtkartering. Paramaribo 1954.
- KOOTEN, C. VAN, 1954 Eerste onderzoek op diamant. Med. no. 11 van de Geol. Mijnb.k. Dienst. Paramaribo, 1954.
- BRUYN, C. M. A. DE en VAN DER MAREL, H. W., 1954 Mineralogical analysis of soil clays. Geologie & Mijnbouw, Jr 16, 1954.
- GANSSEER, A., 1954 The Guiana Shield (S. America) geological observations. Eclogae Geologicae Helvetiae. Vol. 47, no. 1, 1954.
- BOYLE, B. W., 1955 The Geochemistry and Origin of the Gold Bearing Quartz Veins and Lenses of the Yellowknife Greenstone Belt. Econ. Geology, Vol. 50, 1955.
- DEICHA, G. A., 1955 Les lacunes des cristaux et leurs inclusions fluides, signification dans la genèse des gîtes minéraux et des roches. Masson et Cie, Sept. 1955.

