

DIE PETROLOGIE VAN DIE KIMBERLIET VAN
BELLSBANK, MITCHEMANSKRAAL, DOORNKLOOF
EN SOVER, DISTRIK BARKLY-WES

deur

J.L. Bosch, Honns-B.Sc.

Verhandeling ter gedeeltelike voltoening aan die
vereistes vir die graad

Magister Scientiae

aan die

Potchefstroomse Universiteit
vir
Christelike Hoër Onderwys

Junie 1963.

I N H O U D

	Bladsy
ABSTRACT	1
INLEIDING	2
Metodes van ondersoek	3
Veldwerk	3
Laboratoriumwerk	3
GEOLOGIESE OORSIG VAN DIE GEBIED	5
VOORKOMS, VERSPREIDING EN STRUKTURELE VER- HOUDINGS VAN DIE KIMBERLIETGANGE	6
Bellsbank	6
Hoofgang	7
Bobbejaangang	11
Mitchemanskraal-Sovergang	12
PETROGRAFIE EN MINERALOGIE VAN DIE KIMBER- LIET	14
Definisie van kimberliet	14
Petrografiese beskrywing	16
Mineralogie van die kimberliet	20
Essensiële primêre bestanddele	20
Flogopiet	20
Kalsiet en ander karbonate	22
Bykomstige primêre bestanddele	24
Apatiet	24
Perofskiet	24
Ilmeniet en/of magnetiet	25
Xenokriste	25
Clivien	25
Flogopiet	29
Granaat	30
Diamant	30

Sekondêre minerale	31
Serpentyn	31
Kalsiet	34
Kwarts	34
Piriet	34
 PETROGRAFIE EN MINERALOGIE VAN XENOLIETE IN DIE KIMBERLIET	 36
Xenoliete afkomstig uit ^{die} mantel	36
Olivien	37
Granaat	37
Ortopirokseen	38
Klinopirokseen	38
Flogopiet en kalsiet	40
Oorsprong van die xenoliete ..	41
Xenoliete afkomstig uit die kors ..	43
 CHEMIESE ANALISES	 44
 PETROGENETIESE ASPEKTE VAN KIMBERLIET	 48
Geschiedkundige agtergrond	48
Inplasing van kimberliet	50
Ontstaan van diamante	58
Die probleem van die ontstaan van kimberliet	60
 MOONTLIKE VERBAND TUSSEN KIMBERLIET EN KARBONATIET	 66
 OPSOMMING	 68
 BEDANKINGS	 70
 VERWYSINGS	 71

ABSTRACT

The emplacement of kimberlite dykes and pipes were controlled by pre-existing fracture systems brought about by tectonic disturbances in the earth's crust.

The composition of the matrix of kimberlite indicates that the rock is composed essentially of phlogopite and carbonate (mainly calcite) with xenocrysts of olivine, garnet, phlogopite and diamond, and in some instances ortho- and clinopyroxene, which were derived from the shattering and incorporation of rocks of peridotitic and eclogitic composition.

The textural and structural features of kimberlite and the absence of thermal metamorphism in the country rock indicate that emplacement was effected at low temperature and in a fluid condition. These textural, structural and mineralogical features are best explained in terms of a mechanism by means of which kimberlite, as a supercritical two-phase system, consisting of gas-liquid and solid, was emplaced along pre-existing zones of weakness.

The different hypotheses proposed for the origin of primary kimberlitic fluid are in a speculative state, but if it can be proved that differential melting of mantle rocks could give rise to a fluid from which phlogopite could crystallize, and ^{if} the carbonate is accepted as being of magmatic origin, as in the case of carbonatites, then a generally acceptable hypothesis for the origin of kimberlite could be propounded.

INLEIDING

In die distrik Barkly-wes kom verskillende groepe kimberlietgange en -pype voor, waarvan sommige reeds aan die begin van hierdie eeu deur pri-vaatondernemings ontgin was, maar waar mynbedrywig-hede lank reeds tot stilstand gekom het, terwyl ander so kort gelede as 1954 ontdek en as delwery geproklameer is.

Die huidige ondersoek is toegespits op twee voorkomste, onderskeidelik 42 en 25 myl noord van Barkly-wes, waar ontginning en produksie tans in volle swang is, te wete die groep gange en pype op gedeelte N.W. 48 van die Bellsbanklandgoed ($24^{\circ}23'0$, $28^{\circ}3.5'S$) en die gang op die plase Mitchemanskraal (H.V. 37), Doornkloof en Sover (H.V. 35), suidwes van Mount Rupert ($24^{\circ}30'0$, $28^{\circ}10'S$), wat in die vervolg die Mitchemanskraal-Sovergang genoem sal word (plaat I).

Volgens gegewens wat deur die kantoor van die Mynkommissaris te Barkly-wes verskaf is, was die totale opbrengs van die groep gange en pype op Bellsbank sedert proklamasie in 1954 en tot Maart 1962 ongeveer 260,000 karaat met 'n totale waarde van ongeveer R5,350,000, terwyl die Mitchemanskraal-Sovergang sedert 1938-39 'n totaal van ongeveer 322,700 karaat ter waarde van ongeveer R4,080,000 opgelewer het.

In 1958 het twee lede van die Geologiese Opname van Suid-Afrika, mnre. L.N.J. Engelbrecht en M.E. Hauger, respektiewelik die kimberlietgange op Bellsbank met lugfoto's gekarteer en elektromagneties opgeneem. Alhoewel hierdie ondersoek nie gepubliseer is nie, is goedgunstiglike verlof van die Direkteur van die Geologiese Opname ontvang om die beskikbare gegewens te gebruik.

Metodes van onderscek

Veldwerk.

Kartering van die kimberlietgange is met behulp van lugfoto's op 'n skaal van 1:15000 gedoen, terwyl grondkontrolepunte vanaf plaasbaken- en skagtoring-koördinate afgelei is.

Ondergrondse monsterneming is so deeglik as moontlik uitgevoer met intervalle soms so klein as 10 voet en op dieptes wat gewissel het vanaf 150 tot 700 voet in die verskillende myne.

Laboratoriumwerk.

Mikrometriese opnames is volgens die punttelmetode van Chayes (1949, 2 - 3) gemaak.

Die ^{optiese konstante} ~~samestelling~~ van flogopiet is verkry deur 2V en β te bepaal. Die samestelling van olivien is verkry deur α , β en γ met die immersiemetode te bepaal en die waardes op die diagram van Poldervaart (1950, 1073) af te lees; as kontrole is 2H en 2V met behulp van die Fedorow universele draaitafel bepaal, en dieselfde diagram is vir die vasstelling van die samestelling gebruik.

Om uit modale analyses van kimberlietmonsters vas te stel of daar enige betekenisvolle verskille tussen die verskillende variëteite bestaan, is van die standaard variansie-analisemetode gebruik gemaak.

Met die oog daarop om verteenwoordigende monsters van suiwer grondmassamateriaal vir chemiese analise voor te berei, is mineraalskeidings soos volg met die Frantz isodinamiese skeier en bromoform uitgevoer; Ongeveer 150 gm. van die kimberlietmonster is in 'n vysel gestamp, deur 'n +32-maas sif gestuur en op 'n +60-maas sif opgevang. Hierdie groottefraksie is toe deur die isodinamiese skeier, met 'n stroomsterkte van 0.25 amp., gestuur, om die olivien en serpentyne van die magnetiese fraksie af te sonder. Die magnetiese fraksie is in suiwer bromoform (s.g. = 2.87) in 'n skeitregter geplaas om enige olivien en granaat wat nie deur die Frantz isodinamiese skeier verwyder is nie, af te skei. Die ligte fraksie is met alkohol gewas en

gedroog, en in 'n bromoform- en alkoholemengsel met 'n soortlike gewig van 2.6 - 2.65 geplaas om serpentyn af te skei. Die swaar fraksie is toe weer met alkohol gewas en gedroog, en in 'n staalvysel fyngestamp sodat dit deur 'n +80-maas sif kon gaan. Teoreties behoort hierdie fraksie die kimberlietgrondmassa te verteenwoordig.

Nadat die chemiese analyses, wat deur bemiddeling van die Geologiese Opname deur die afdeling Grondnavorsing van die Departement Landbou gedoen is, ontvang en bestudeer is, is vasgestel dat die serpentyn in werklikheid slegs ten dele uit die kimberlietmonsters afgeskei is, omdat die soortlike gewig van die serpentyn so na aan dië van flogopiet en kalsiet is. 'n Vloeistof met 'n hoër soortlike gewig sou egter noodwendig ook 'n gedeeltelike afskeiding van flogopiet en kalsiet teweegbring het.

Hierdie laaste fraksie wat afgeskei en ontleed is, verteenwoordig dus nie presies die grondmassa van die kimberliet, soos aanvanklik gemeen is nie.

GEOLOGIESE OORSIG VAN DIE GEBIED

Die geologiese omgewings van die Bellsbank- en Mitchemanskraal-Sovergange verskil aansienlik, want waar eersgenoemde groep gange in Campbellranddolomiet van die Transvaalsisteen ingeplaas is, dagsoom laasgenoemde gang in onder-Karooskalie (plaat I). Die twee groepe gange word geskei deur 'n breë, plat vallei van kalkerige toefa, waarin die Hartsrivier met 'n lae gradiënt kronkel. Aan die westekant word die vallei begrens deur die eskarp van die Kaapplato van Campbellranddolomiet, wat vanaf hierdie grens vir myle weswaarts uitstrek. Die eskarp ~~definieer~~ ^{uiterste} egter nie die uiterste oostelike grens van Campbellranddolomiet nie, want vensters hiervan word suid van die samevloeiing van die Harts- en Vaalrivier (nie op plaat I aangedui nie) aangetref. Hierdie kenmerk is volgens Du Toit (1906) die gevolg van erosie in voor-Dwykatye waartydens 'n diep kloof bestaan het, wat met die huidige rivierlope sou saamgeval het. Hierdie kloof is deur Karoolae opgevul en word nou weer deur die huidige riviere blootgestel.

Aan die oostelike grens van die Campbellranddolomietplato word bande oëlitiese en stromatolitiese dolomiet aangetref wat oor groot afstande langs die strekking gevolg kan word. Die dolomiet is op plekke ingelaag met dun skaliebande, en het 'n gemiddelde helling van 5°W.

In die omgewing van Mount Rupert kom 'n aantal geronde en afgeplatte heuwels en koppe voor wat bestaan uit skalie met 'n dekking van doleriet. Hier is 'n dolerietplaat, wat vroeër die hele gebied moes bedek het, in onder-Karooskalie ingedring, maar dit is grotendeels deur erosie verwyder sodat slegs loslappe daarvan oorgebly het.

In die myne wat op die Mitchemanskraal-Sovergang geleë is, word Ventersdorplawa op dieptes van 300 tot 600 voet aangetref. Die skalie en die dun band Dwykatilliet by die basis daarvan, wat in hierdie gebied in dikte van 2 tot 30 voet wissel, word dus deur 'n onreëlmatige golwende oppervlak van Ventersdorplawa onderlé.

VOORKOMS, VERSPREIDING EN STRUKTURELE
VERHOUDINGS VAN DIE KIMBERLIETGANGE

Ten spyte van 'n afstand van meer as 10 myl tussen die gange op Bellsbank en dié op Mitchemanskraal, Doornkloof en Sover, is die strekking van hierdie twee groepe gange min of meer ewewydig, wat moontlik daarop dui dat daar 'n regionale breukpatroon in hierdie gebied vòòr indringing van die kimberliet moes bestaan het. Hierdie breukpatroon is skynbaar veroorsaak deur deformatsie wat moontlik gekoppel kan word aan die na-Waterbergse diastrofisme, waarvan die invloed 100 myl wes van Barklywes in die Postmasburggebied duidelik is (plaat II A en B).

Bellsbank

Op Bellsbank kom daar 'n groot aantal kimberlietgange en 'n kleiner aantal glimmeragtige gange in die Campbellranddolomiet voor. Hulle het 'n algemene strekking van $N 30^{\circ} O$, min of meer ewewydig met die strekking van die eskarp. Van hierdie groot aantal gange is daar slegs twee wat intensief ontgin word, naamlik die westelike gang (Hoofgang) en die oostelike gang (Bobbejaangang). Die gange tussen hierdie twee betaalbare gange is almal op 'n vroeëre stadium geprospekteer, maar, met die uitsondering miskien van die gang direk oos van die hoofgang, is diamante nie in betaalbare hoeveelhede in enigeen van hulle gevind nie.

In die noordelike gedeelte van Bellsbank kom 'n dolerietgang voor wat oos strek en $60^{\circ} S$ hel. Hierdie gang is voor die verskillende kimberlietgange ingeplaas, aangesien die kimberliethoofgang deur hierdie dolerietdwarsgang sny, en ook aangesien die relatiewe mate van verplasing van die ander kimberlietgange langs die strekking van die dolerietgang verskil.

Die kimberlietgange vorm smal ruggies, bedek met 'n konkresionêre kalkreë en soms 'n kalkerige breksie, op die grondoppervlak. Die kalkerige materiaal kon uit die ontbinding van „geelgrond“

(verweerde kimberliet), of deur uitloging van CaCO_3 uit die dolomiet, afgelei gewees het. Die konkresionêre kalkkreet gaan binne 3 - 6 voet na ondertoe oor in 'n breksiesone wat soms 'n dikte van 6 voet bereik, en waarin die kimberlietgang met 'n wydte van soms tot 4 voet ingeplaas is. Daar is geen skerp kontak tussen die breksie en die „geelgrond” nie, omdat die inplasing van die kimberliet vir die breksiëring verantwoordelik was.

Hierdie wye breksiesone vertoon sy beste ontwikkeling in die boonste 6 - 10 voet van die gang, en neem geleidelik af na ondertoe; op plekke word dit glad nie dieper as 10 voet waargeneem nie.

Twee tipes breksiëring kan onderskei word:

- (i) 'n primêre breksiëring wat direk in verband staan met die inplasing van die kimberliet, waartydens die dolomiet direk in kontak met die indringing losgebreek is dog geen groot verplasing ondergaan het nie (plaat III A); en
- (ii) 'n sekondêre breksiëring wat op die oppervlak van die gang veroorsaak is deur uitsetting van die kimberliet na inplasing en as gevolg van verwerping sodat die aangrensende dolomiet opgebui en opgebreek is.

By beide die hoofgang en ^{die} Bobbejaangang is die individuele dolomiet-„plate” aan die grondoppervlak langs oos- wes asse gebui (plaat III B).

Geen verandering van die newegesteente, behalwe breksiëring, is deur die indringing van die kimberlietgange veroorsaak nie.

Hoofgang.

Die westelike gangstelsel op Bellsbank bestaan wesenlik uit vyf en échelon gerangskikte gange wat 'n gesamentlike lengte van 14,000 voet het, en wat gemiddeld 85° O hel (plaat II A). Hierdie vyf gange is waarskynlik op 'n groter diepte deurlopend en vorm daar die hoofgang. Die huidige posisies

van die gange kan verklaar word as aanvaar word dat die breuke waarin die kimberliet ingedring is, verskuiwing en verplasing vòòr inplasing van die kimberliet ondergaan het, en dat die kimberliet toe in hierdie verskuifde breuksisteme ingedring is.

Hierdie teorie word bevestig deur die feit dat nie een van die gange stompaf eindig nie, maar aan die noorde- en suidekante uitknyp van n 4 voet-wye gang tot vier of vyf dun aartjies wat heeltemal doodloop, om dan weer nà die verplasing te vervat as dun aartjies wat bymekaar aansluit om weer n gang van normale wydte te vorm wat effens en échelon versit is met betrekking tot die vorige gang. Die ligging van die gange aan die grondoppervlak verskil verder ook van hulle gedrag op n diepte van 300 voet in diè opsig dat n verplasing op die oppervlak nie noodwendig n aanduiding is van dieselfde mate van relatiewe verplasing in die diepte nie.

Die kimberliet van hierdie vyf gange verskil, afgesien van lokale kleurvariasies wat aan verskille in verwering toegeskryf kan word, ook nie van mekaar nie. Daar bestaan dus n groot mate van regverdiging vir die idee dat hierdie vyf gange op n groter diepte as diè waarop ontginning tans geskied, en waar die gesteentes minder toegee aan naatvorming, by mekaar sal aansluit om een enkele gang te vorm.

Afgesien van hierdie relatief groter onderbrekings tussen die vyf gange op die grondoppervlak, vertoon elke gang ondergeskikte verplasinge wat wissel van enkele duim tot 30 voet, wat op dieselfde wyse as die groter onderbrekings verklaar kan word.

Die hoofgang begin by sy verste noordelike punt bloot as n breuk in die dolomiet, ongeveer 18 duim ^{wyd} dik, wat n entjie verder suid met n breksiesone opgevolg is. Namate die gang in n suidelike rigting gevolg word, word die kimberlietgang duideliker en skerper afgebaken, en ook wyer, met n gemiddelde dikte van tussen 30 en 40 duim. Verder suid bereik dit op plekke selfs n dikte van 52 duim.

Op plekke word gevind dat die kimberlietgang afwisselend vertak en weer aansluit om soms tot vyf, soms net een bandjie, te vorm in 'n sone wat soveel as 4 voet wyd mag wees. Die breksiesone waarin die kimberliet ingeplaas is, het 'n gemiddelde dikte van ongeveer 54 duim oor die lengte van die gang.

Die hoofgang van Bellsbank word gekenmerk deur die teenwoordigheid van drie pypvormige verdikkings, naamlik die noordelike, middelste en suidelike „blase” soos hulle lokaal bekend staan (plaat IV). Die noordelike blaas is nie 'n pyp in die ware sin van die woord nie, maar slegs 'n verdikking van die gang. Hierdie blaas bestaan in werklikheid uit vier groot verdikkings in die gang wat op 'n diepte van 300 voet voorkom as 'n gang wat in dikte wissel van 12 - 36 duim, met 'n gemiddelde dikte van 18 duim. In hierdie gang word daar op een plek 'n ovaalvormige breksiesone met 'n lengte van 30 - 50 voet en 'n wydte van 20 voet aangetref, wat moontlik as lokale voerkanaal vir die inplasing van die kimberliet van daardie gedeelte van die gang beskou kan word.

Hoewel die ander twee blase bolangs albei ovaalvormig is, met skerp, gladde wande na ondertoe (plaat V), bestaan die moontlikheid dat altwee hierdie blase, na analogie van ander bekende kimberlietpype, na ondertoe in gange mag oorgaan. Die feit dat die kimberliet van die middelste blaas en dié van die gang noord en suid daarvan nie van mekaar verskil nie, en ook die feit dat geen vreemde insluitels in die kimberliet daarvan aangetref word nie, wil dit laat voorkom asof hierdie blaas streng gesproke ook nie 'n pyp is nie, hoewel die diepte waarop ontginning tans plaasvind (300 voet), geen definitiewe gevolgtrekkings toelaat nie. Dit is dus moontlik dat die noordelike en middelste blase verskillende stadia in die oorgang van 'n pyp na 'n gang verteenwoordig.

By die suidelike blaas is die saak baie duideliker en hier is daar verskillende aanduidings dat dit 'n ware pyp is, en dat dit moontlik ook die lokus van indringing van die hoofgang van Bellsbank mag wees. Een van die belangrikste aanduidings

hiervan is die feit dat die kimberliet van die suidelike blaas in handmonster van diè van die gang en die ander blase in diè opsig verskil dat, waar die kimberliet van die gang en diè van die ander blase slegs insluitself van minerale soos olivien, granaat en flogopiet bevat, die kimberliet van die suidelike blaas volop insluitself het wat afkomstig is van basale en Argeïese gesteentes soos granuliet, gneis, skis en graniet.

In hierdie blaas kom ook groot ronde blokke van dolomiet voor, waarvan die afgerondheid daarop dui dat hulle langdurige abrasie in hierdie deel van die indringing moes ondergaan het.

Opvallend is ook die feit dat, waar groot hoeveelhede diamante by die noordelike en middelste blase aan die oppervlak in laagvlakke in die dolomiet en in oppervlakgruise in die onmiddellike omgewing daarvan gevind is, die suidelike blaas baie minder diamante aan die oppervlak opgelewer het. Met 'n toename in diepte verbeter die diamantopbrengs van die suidelike blaas egter en, hoewel die diamantopbrengs van hierdie blaas nie vergelykbaar is met diè van die ander twee nie, is die diamante wat wel aangetref word groter en die gehalte daarvan hoër.

Dit is nie moontlik om vas te stel of daar meer as een fase van indringing in hierdie blaas was nie. As die diamantopbrengs daarvan in aanmerking geneem word, wil dit voorkom asof hierdie blaas ^{van 'n ander ouderdom} jonger as die hoofgang is, en dus in hierdie geval nie as die lokus van indringing van die kimberliet van die hoofgang beskou kan word nie.

Ongeveer 600 voet oos van die middelste blaas kom daar 'n vierde blaas voor. Dit is ook op 'n gang geleë en bestaan uit kimberliet wat nie ooreenstem met diè van enige van die ander voorkomste nie, dog wat op die oog af effens ~~verwant~~ ^{ooreenstem met} ~~wees aan~~ die materiaal van die suidelike blaas. Ten tyde van die veldondersoek was prospektering ongelukkig nog nie ver genoeg gevorder om enige afleidings aangaande die strukturele verhoudings en vorm van hierdie blaas toe te laat nie.

Ongeveer 800 voet suid van hierdie blaas is daar op dieselfde gang 'n tweede kleiner blaas wat nie diep ontgin is nie, en wat moontlik òf 'n verdikking in die gang, òf die kruispunt van twee gange verteenwoordig.

Wes van die hoofgang kom daar 'n verskuiwing voor wat noord strek en wat die verlenging van die breuk waarin die hoofgang voorkom, ongeveer 5000 voet noordwaarts verplaas het. Hierdie verplaasde breuk is ook met kimberliet opgevul, maar is ongelukkig in die ongeproklameerde gedeelte van die Bellsbanklandgoed geleë, sodat geen verdere besonderhede daarvoor beskikbaar is nie.

Bobbejaangang.

Die Bobbejaangang het 85° O en het 'n gemiddelde dikte van 18 - 24 duim oor 'n afstand van 8000 voet, maar dit bereik soms 'n maksimum dikte van 40 duim op plekke. Hierdie gang het geen groot onderbrekings of verplasings soos die hoofgang nie, maar vertoon wel ondergeskikte verplasings wat wissel van 3 tot 40 voet. Op plekke loop twee gange ewewydig met mekaar oor kort afstande, waarna òf een doodloop, òf die twee bymekaar aansluit. (Plaat "A").

Van bo-af gesien is hierdie gang so te sê reguit oor sy hele lengte, anders as die hoofgang wat 'n wye boog maak met die konkawe kant na die weste. Op die vlakke waar ontginning tans plaasvind (230- en 250-voet diepte) is die struktuur van die gange ook eenvoudiger as dié van die hoofgang, in dié opsig dat daar minder verplasings voorkom, en ook daarin dat die gange oor betreklik groot afstande deurlopend is.

Die kimberliet van hierdie gang vertoon geen groot variasie nie, afgesien van kleurvariasies wat aan verskille in verwerking toegeskryf kan word.

Noemenswaardig is die feit dat die diamante wat van hierdie gang afkomstig is, van 'n baie hoër en suiwerder gehalte is as die diamante van enigeen van die ander gange.

Mitchemanskraal-Sovergang

Op die drie plase Mitchemanskraal, Doornkloof en Sover, kom daar twee kimberlietgange voor wat respektiewelik N 15° O oor 12,000 voet, en N 30° O oor 22,000 voet strek. Hulle is ingeplaas in onder-Karooskalie wat deur Ventersdorplawa onderlê word. Hierdie twee gange word verder gerieflikheidshalwe as die A- en B-gange respektiewelik beskryf (plaat II B).

Gang B is vroeër suid van Mitchemanskraal op die plaas Doornlaagte ontgin (nie op plaat II B aangedui nie), en, hoewel geen offisiële rekords beskikbaar is nie, het die diamantopbrengs van hierdie gang op geen stadium intensiewe ontginning geregverdig nie.

In plan gesien skyn dit asof hierdie twee gange A en B mekaar in die noordelike gedeelte van die plaas Doornkloof kruis, sodat gang B op Sover oos van gang A voorkom. Suid van die kruispunt word slegs gang A intensief ontgin. Noord van die kruispunt is die opbrengs van die oostelike gang (B) baie hoër as dié van die westelike gang (A); dit is dus net die omgekeerde van die opbrengs suid van die kruispunt. Noord van die kruispunt is dit trouens slegs gang B wat tans intensief ontgin word.

Indien hierdie verspreiding van betaalbaarheid in aanmerking geneem word, is 'n kruising van die twee gange moeilik te verklaar. 'n Meer voor die handliggende verklaring is dat, voor die indringing van die kimberliet, die twee breuke wat bestem was om later kimberlietgange te word, mekaar wel gekruis het, maar tydens inplasing van die kimberliet die oostelike en westelike dele van hierdie breuke afsonderlik opgevul is, sodat die betaalbare kimberliet in die oostelike, en die nie-betaalbare kimberliet vandag in die westelike dele van die breuke voorkom. Die noordelike gedeelte van gang B is dus bloot die verlenging van die suidelike gedeelte van gang A, en kan as die hoofgang van Mitchemanskraal, Doornkloof en Sover beskou word.

Die maksimum dikte van die hoofgang is 42 duim, maar oor die algemeen is dit tussen 24 en 36 duim dik oor sy hele lengte.

Die struktuur van hierdie gang is betreklik eenvoudig sodat ontginning sonder veel moeite geskied. Direk noord van die kruispunt van die twee breuke is die struktuur egter baie meer ingewikkeld, maar weens die voorlopige aard van ontginning in die enigste toeganklike delfplek in hierdie gebied kon strukturele verhoudings nie na wense uitgepluis word nie.

Op die suidelike grens van die plaas Sover kom daar op 'n diepte van 600 voet 'n verdikking in die hoofgang voor, wat ongeveer 100 voet lank en 30 voet wyd is, en waarin die kimberliet 'n groot hoeveelheid kors-insluitels bevat. Hierdie verdikking in die gang mag moontlik op die lokale lokus van indringing van die Mitchemanskraal-Sovergang dui.

Oos van Mitchemanskraal op die plaas Smith's Mine kom twee pype voor wat met 'n gang aan mekaar verbind is. Hierdie voorkoms is reeds aan die einde van die vorige eeu ontdek, waarna dit gedurende die daaropvolgende 40 jaar met tussenposes deur verskillende ondernemings ontgin is. Ontginning is voor die Tweede Wêreldoorlog gestaak, maar word tans weer op groot skaal aangepak, hoewel produksie ten tyde van die veldondersoek nog nie 'n aanvang geneem het nie.

PETROGRAFIE EN MINERALOGIE

VAN DIE KIMBERLIET

Definisie van kimberliet

In 1886 het H. Carvill Lewis (aangehaal deur Wagner, 1914, 78) die gesteente waarin diamante voorkom, ondersoek en dit as 'n geserpentiniseerde porfiritiese vulkaniese peridotiet van basaltiese struktuur beskryf, en die naam „kimberliet“, na aanleiding van die voorkoms daarvan by Kimberley, Kaapprovinsie, daarvoor voorgestel. Lewis het drie variëteite van hierdie gesteente onderskei, naamlik kimberliet, kimberlietbreksie en kimberliettuf. Hierdie vertolking word verwerp deur Bonney (1907, 95 - 100), wat die magmatiese aard van kimberliet betwyfel as sou dit eerder 'n fragmentariese gesteente wees. Voit (1907 c, 101 - 102) betwis beide die peridotitiese en gebreksieerde aard van die gesteente, en meen dat pirokseen daarin oorwegend is, terwyl hy die term „agglomeraat“ vir „breksie“ substitueer, hoewel hy vroeër (Voit, 1907 a, 74) kimberliet beskryf het as 'n intratelluriese pneumato-piroklastiese breksie van 'n geserpentiniseerde porfiritiese peridotiet, intermediaêr tussen 'n plutoniese en vulkaniese gesteente.

Wagner (1914, 78 - 80) onderskei twee variëteite kimberliet, wat in samestelling en struktuur verskil, naamlik

- (i) 'n basaltiese variëteit, arm aan mika, en
- (ii) 'n lamprofiriese variëteit, ryk aan mika.

Hy beweer dat die basaltiese variëteit tussen 50 en 75 persent olivien en 3 tot 4 persent flogopiet bevat. Die flogopiet kom as fenokriste voor, maar nie as bestanddeel van die grondmassa nie. In teenstelling hiermee het die lamprofiriese variëteit volgens hom 'n holokristallyne of hipokristal-

lyne grondmassa met flogopiet (tot ongeveer 50 persent) as die oorwegende bestanddeel. Verder meen hy dat die basaltiese variëteit in gange, plate en vulkaniese pype voorkom, terwyl die mikahoudende variëteit tipies is van gange, plate en verdikkings van sulke intrusiewe liggame.

Op grond van Wagner se omskrywing van die twee variëteite behoort die kimberliet van die Bellsbank-, Bobbejaan- en Mitchemanskraal-Sovergange as mikahoudende variëteite geklassifiseer te word.

Soos uit modale analise van 48 monsters van al drie lokaliteite blyk, is daar egter 'n deurlopende variasie van monsters tussen uiterste tipes met soveel as 52 persent olivien en maar 29 persent flogopiet aan die een kant, en met soveel as 60 persent flogopiet en maar 10 persent olivien aan die ander kant (plaat VII).

In die ondersoekte gebied is daar dus volgens Wagner se klassifikasie en ook, vir sover dit die voorkoms van kimberliet in pype, gange en verdikkings van gange betref, beide basaltiese en mikahoudende kimberliet teenwoordig, met geen duidelike onderskeid tussen die twee tipes nie. Daarom word by die petrografiese beskrywing van die kimberliet in die gange en blase van Bellsbank en Mitchemanskraal, Doornkloof en Sover, nie van hierdie klassifikasie gebruik gemaak nie, maar word die kimberliet beskou as intermediêr tussen die twee uiterstes soos deur Wagner gedefinieer.

Johannsen (1939, I, 260) definieer kimberliet as 'n olivinië of oliviniëtbreksie, bestaande hoofsaaklik uit olivien, bronsiet, diopsied, flogopiet, perofskiet en piroop. Shand (1950, 444) meen dat olivien, serpentyn, biotiet, ilmeniet en perofskiet endogene bestanddele van kimberliet is. Volgens beide Johannsen en Shand is olivien dus 'n essensiële bestanddeel van kimberliet, 'n implikasie wat trouens ook deurgaans in vroeëre en meer resente literatuur aangetref word. Verskillende feite dui egter daarop dat dit nie die geval is nie. Die belangrikste feit is die graad van afronding van die olivien (en tewens ook die ander xenokriste) en die feit dat geen eievormige kristalle van olivien

of ander xenokriste, met die uitsondering van diamante, in die ondersoekte kimberliet aangetref is nie. In die kimberliet van die gange en blase van Bellsbank en Mitchemanskraal, Doornkloof en Sover, is olivien wisselvallig en oneweredig versprei. So, byvoorbeeld, word langs die strekking van die gange kolle aangetref waarin daar geen olivien voorkom nie, terwyl digte konsentrasies van olivien op sommige plekke aan sulke kolle grens (plaat VI B). Kimberliet wat in dun nate wat aan die gange grens, voorkom, bevat meesal geen olivien of enige ander xenokriste nie.

Op grond van hierdie gegewens, asook mikroskopiese gegewens wat later behandel word, word die olivien en daarmee saam ook xenokriste van flogopiet, granaat, chroom-diopsied en diamant as toevallige insluitsels vertolk, en word kimberliet beskou as bestaande essensieel uit flogopiet en kalsiet, met perofskiet, magnetiet en apatiet as bykomstige bestanddele. Kimberliet behoort dus nie as 'n peridotiet beskryf te word nie, maar as 'n flogopiet-karbonaatgesteente, wat insluitsels bevat wat uit die verbrokkeling van gesteentes van peridotitiese en eklogitiese samestelling afkomstig is.

Petrografiese beskrywing

Die onverweerde kimberliet is 'n kompakte, massiewe gesteente, waarin xenokriste van olivien en serpentynpseudomorfe daarvan, flogopiet en granaat met kelifitiese rande megaskopies sigbaar is. Die xenokriste is goed afgerond en is ingebed in 'n afanitiese grondmassa. Hierdie gesteente bevat ook in baie gevalle xenoliete van verskillende gesteentes wat later beskryf word.

In sommige monsters vorm die olivien en flogopiet xenokriste met deursneë tot soveel as 22.0 mm. in 'n fynkorrelrige tot afanitiese grondmassa, terwyl daar in ander monsters 'n volledige oorgang van af sulke xenokriste tot xenokriste met deursneë kleiner as 0.1 mm. is, wat aan die gesteente 'n seriattekstuur gee. Die tekstuur van die kimberliet en die hoeveelheid megaskopies-sigbare minera-

le wissel nie slegs van een lokaliteit na n ander nie, maar ook binne individuele gange en blase.

Die verspreiding van die xenokriste is wisselvallig. Op sommige plekke word ^{byna} geen xenokriste binne 4 duim van die kontak met die newegesteente aangetref nie (plaat VI A), terwyl xenokriste op ander plekke tot teen die newegesteentekontak in die kimberliet voorkom. In die gange word soms kolle aangetref waarin ^{byna} geen xenokriste voorkom nie, terwyl sulke „kaal" kolle omring is deur n digter konsentrasie van xenokriste as in die res van die gang (plaat VI B). Hierdie verskynsel word in al die gange aangetref.

In al die gange wissel die kimberliet in kleur, binne kort afstande langs die strekking van die gang, tussen donkergroen en ligbruin, met verskillende skakerings van groen, grys en bruin tussen die twee uiterstes. Die kimberliet van die Mitchemanskraal-Sovergang het oor die algemeen n bruiner kleur as diè van Bellsbank, hoewel daar soms n byna swart kimberliet op sommige plekke aangetref word.

Hierdie laterale kleurvariasie is nie van genetiese betekenis nie, soos ook deur mikroskopiese gegewens bevestig word, maar dui bloot op verskille in graad van ondergrondse verwerking wat deur deursyfering van water en blootstelling aan lug veroorsaak is.

Kleurvariasies kom egter ook oor die wydte van die gange voor. Waar die gang op Bellsbank byvoorbeeld wyer as 12 duim is, word n bruin kimberliet weerskante van die groen kimberliet in kontak met die dolomiet aangetref. Tussen hierdie twee tipes is daar geen skerp kontak nie. Waar die gang smaller as 12 duim is, of waar van die kimberlietvloeistof in nate in die newegesteente ingepers is en daar gestol het, word slegs die bruin kimberliet aangetref.

In die Mitchemanskraal-Sovergang bestaan hierdie bruin kimberliet uit ongeveer 90 persent grondmassamateriaal en minder as 10 persent xenokriste. Dit skyn asof hierdie bruin kimberliet wat direk in kontak met die newegesteente aangetref word, n

afkoelingskontak verteenwoordig. Op sommige plekke bestaan die 2 - 3-duim sone tussen die kilkontak en die normale kimberliet uit aartjies van veselagtige kalsiet. Sekondêre kalsietare kom ook op plekke in die sentrale gedeelte van die kimberliet, langs die lengte van die gang af, voor.

Die mineralogiese samestelling van 48 monsters kimberliet wat deur mikrometriese analise bepaal is, word in plaat VII weergegee as volumepercentasies in terme van ses hoofbestanddele, naamlik flogopiet as grondmassabestanddeel, kalsiet, olivien en pseudomorfe daarvan, flogopiet-xenokriste, apatiet en ondergeskikte bestanddele. Onder die laasgenoemde groep is minerale soos magnetiet, rutiel, spinel en perofskiet, wat in geringe hoeveelhede voorkom, en so klein is dat hulle moeilik van mekaar onderskeibaar is, ingesluit. Granaat is nie bygereken nie, omdat die teenwoordigheid van granaat in 'n slypplaatjie baie sporadies is.

Vyf-en-twintig ^{van hierdie} monsters word as verteenwoordigende monsters van die kimberliet beskou. Die volumepercentasies van ^{die orige} ~~n verdere~~ drie-en-twintig monsters met uiterste variasies is ook bepaal om die bereik van variasie in die mineralogiese samestelling van die kimberliet vas te stel. Vir vergelykingsdoeleindes is die resultate van mikrometriese analise van beide hierdie groepe op dieselfde histogramme geteken (plaat VII).

Plaat VIII toon die resultate van 'n herberekening van die volumepercentasies van die twee essensiële bestanddele van die kimberliet, naamlik flogopiet en kalsiet, na 'n totaal van 100.

Deur die statistiese metode van variansie-analise op die persentasie flogopiet in die verteenwoordigende monsters toe te pas, is gevind dat daar geen betekenisvolle verskil tussen die flogopietpercentasies van die vyf verskillende lokaliteite bestaan nie. Die statistiese gegewens is in tabel 1 weergegee.

Tabel 1

Variansie-analise van persentasies flogopiet in kimberlietmonsters van vyf verskillende lokaliteite.

Replikaat	Lokaliteit.					Totaal.
	1	2	3	4	5	
1	71.0	64.5	70.4	70.8	62.3	339.0
2	69.2	61.4	63.1	74.5	72.4	340.6
3	70.7	69.7	73.4	73.4	83.5	370.7
4	67.0	69.4	69.6	69.2	75.8	351.0
5	69.2	67.0	66.4	77.2	73.2	353.0
Totaal	347.1	332.0	342.9	365.1	367.2	1754.3
Gemiddeld	69.4	66.4	68.6	73.0	73.4	70.2

Kleinste betekenisvolle verskil (vir $P=0.05$): 5.444.
 Kleinste betekenisvolle verskil (vir $P=0.01$): 7.50.

Lokaliteit 1: Noordelike blaas, Bellsbank.
 Lokaliteit 2: Middelste blaas, Bellsbank.
 Lokaliteit 3: Suidelike blaas, Bellsbank.
 Lokaliteit 4: Bobbejaangang, Bellsbank.
 Lokaliteit 5: Mitchemanskraal-Sovergang.

Uit plate VII en VIII is dit duidelik dat hoewel die onderlinge verhoudings tussen die bestanddele van die kimberliet van die Bellsbankgange en -blase, die Bobbejaangang en die Mitchemanskraal-Sovergang oor 'n wye bereik wissel, die gemiddelde onderlinge verhoudings ^{in al drie gevalle} binne dieselfde bereik val, wat ook aandui dat die kwantitatiewe mineralogiese samestelling van die kimberliet van die drie lokaliteite geensins verskillend is nie.

Mineralogie van die kimberliet

Essensiële primêre bestanddele.

Die korrelgrootte van die twee essensiële bestanddele van die kimberliet, naamlik flogopiet en kalsiet, is te klein vir die mikroskopiese bepaling van optiese eienskappe.

Flogopiet. - In die verskillende kimberliet-monsters wissel die persentasie flogopiet in die grondmassa tussen 19.6 en 58.0 persent met 'n gemiddelde kleiner bereik van ongeveer 37 tot 46 persent (plaat VII). Die flogopietkristalle is halfeievormig en wissel in deursnee van 0.01 - 0.2 mm., hoewel die mees algemene bereik van deursnee tussen 0.01 - 0.05 mm. is. Die individuele vlokke wissel van kleurloos tot ligbruin, en hoewel hulle effens pleochroïes is, is die absorpsie baie swakker as in biotiet. Die flogopietvlokke in die kimberliet van die Mitchemanskraal-Sovergang is effens bruiner as dié van die kimberliet op Bellsbank. 'n Verskynsel wat dikwels by die flogopiet van eersgenoemde gang aangetref word, is dat die individuele vlokke rooibruin pleochroïese rande vertoon, met 'n sterker absorpsie as die sentrale kern (plaat IX A). Dit mag 'n aanduiding wees van 'n laer Mg:Fe-verhouding as in die sentrale gedeelte van die kristal.

Volgens die samestellings wat deur Hall (1941, 29) volgens kleur aan biotiet toegeskryf word, mag hierdie rooibruin rand ook 'n verryking van die resvloeistof in TiO_2 verteenwoordig. Wagner (1914, 58) beskou sulke pleochroïese rande as 'n abnormale variëteit van flogopiet. As die splyting van die flogopiet saamval met die trillingsrigting van die polariseerder van die mikroskoop, het die kristal 'n homogene voorkoms. Die sonestruktuur word slegs duidelik as die tafel grotter word.

Op enkele basale seksies van flogopietkristalle is 'n dun bandjie van óf perofskiet, óf magnetiet, ewewydig met die kristalbuitylyne opgemerk, en aan die buitekant daarvan weer 'n baie dun bandjie „abnormale" flogopiet. In meeste gevalle waar sulke

perofskietbandjies opgemerk is, vorm hulle die buitelyste van eievormige basale seksies van enkele kristalle of groepe kristalle (plaat IX B).

Hierdie verskynsel is n effek wat verkry kan word deur sonebou en n stelselmatige verryking van die resvloeistof aan TiO_2 , na kristallisatie van kristalgroepe n aanvang geneem het, hoewel Wagner (1914, 108 - 109) dit beskou as n bewys daarvan dat kristallisatie van die flogopiet van die grondmassa nie n deurlopende proses was nie. Hy stel voor dat die „abnormale" flogopiet n aangroeiing op n later stadium, onder veranderde chemiese toestande, verteenwoordig.

Dawson (1962, 549 - 551) beskryf n tweede generasie flogopiet, wat die xenokriste van olivien in die kimberliet van Basoetoland omring, en meen dat dit uit die olivien afgelei is omdat oorgangstadias tussen hierdie flogopiet en onveranderde olivien waargeneem is. Volgens hom is hierdie flogopiet gevorm deur reaksie van serpentyn met alkali- en aluminiumhoudende vloeistowwe.

Kristalle wat moontlik aan hierdie beskrywing van Dawson beantwoord, is ook in die kimberliet van die Bellsbank- en Mitchemanskraal-Sovergange opgemerk. Hierdie flogopiet het wel n hoër dubbelbreking as die flogopiet van die grondmassa, maar omdat dit so intiem verwant is aan laasgenoemde, en omdat geen oorgangstadias tussen hierdie flogopiet en die olivien opgemerk is nie, kan nie met sekerheid vasgestel word of dit wel n tweede generasie flogopiet verteenwoordig nie. Die moontlikheid bestaan ook dat hierdie mineraal glad nie flogopiet is nie, maar bruciet, maar vanweë die klein deursnee (0.01 - 0.05 mm.) van individuele vlokke, kon dit nie met sekerheid geïdentifiseer word nie.

Verandering van die flogopiet is seldsaam. Waar dit wel opgemerk is, is die veranderingsproduk n aggremaat van groen pleochroïese vlokkies, moontlik chloriet.

Kalsiet en ander karbonate. - Die karbonaat wat in die grondmassa van die kimberliet aangetref word, bestaan hoofsaaklik uit kalsiet met ondergeskikte hoeveelhede dolomiet. Vanweë die fyn tekstuur kon die verhouding van dolomiet tot kalsiet nie mikroskopies vasgestel word nie, maar die chemiese analyses (tabel 3) ^{op bladsy 4b)} dui aan dat daar maar baie min dolomiet aanwesig is.

Die volumeperentasie van die kalsiet wissel tussen 10.4 en 38.8 persent in die verskillende kimberlietmonsters, met 'n gemiddelde waarde van ongeveer 19 persent. As gevolg van swak gedefinieerde kristalbuitylyne en die feit dat die kristalle geneig is om as aggregate voor te kom met 'n deursnee van 0.09 - 0.6 mm., is die gemiddelde deursnee van die individuele kalsietkristalle moeilik meetbaar. Die gemiddelde deursnee kan egter tentatief aanvaar word as van soortgelyke afmetings as dié van die flogopietkristalle, naamlik 0.01 - 0.05 mm. Die kalsiet is intiem ^{geassosieer met} ~~verwant aan~~ die flogopiet van die grondmassa, en vorm saam met die flogopiet die hoofbestanddeel van die grondmassa van die kimberliet.

'n Sekondêre karbonaat (kalsiet) wat duidelik in voorkoms en tekstuur van die primêre mineraal verskil, kom ook as dun aartjies met 'n veselagtige voorkoms in die kimberliet voor.

Wagner (1914, 75) skryf die teenwoordigheid van kalsiet in die grondmassa van die kimberliet toe aan twee moontlike oorsake, naamlik:

- (i) verandering van een van die mineraalbestanddele van kimberliet of verwering van die oorspronklike grondmassa van die gesteente, en
- (ii) infiltrasie van buite af.

Hy verwerp die eerste moontlikheid omdat kimberliet, afgesien van diopsied wat as geïsoleerde vars en onveranderde korrels voorkom, geen ander mineraal bevat waarvan die verwering tot die vorming van kalsiet sou lei nie, en hy meen dus dat kalsiet van buite af deur infiltrasie bygevoeg is.

Taljaard (1936, 312 - 315) en Shand (1950, 444 - 445) meen dat die kalsiet afgelei is uit meliliet wat vroeër in die kimberliet teenwoordig mag gewees het. Aangesien in geeneen van al die ondersoekte monsters enige aanduiding van die oorspronklike teenwoordigheid van meliliet gevind is nie, en aangesien in meer resente literatuur geen melding van die teenwoordigheid van meliliet of veranderingsprodukte daarvan in kimberliet gemaak word nie, word hierdie moontlikheid as onwaarskynlik beskou.

Afgesien hiervan is daar ook aanduidings uit 'n vergelyking van chemiese analises van kimberliet met dié van melilietbasalt (Du Toit, 1956, 583; Taljaard, 1936, 313), dat so iets nie baie waarskynlik is nie. Chemiese analises van kimberliet toon nie genoeg Al_2O_3 om meliliet te vorm nadat Al_2O_3 en alkalië gebruik is om flogopiet te vorm nie.

Dit is ook onwaarskynlik dat die kalsiet in die kimberliet die produk van hidrotermale verandering deur vloeistowwe, of van reaksie van die magma met dolomitiese newegesteente is, want hoewel die kimberliet van die Mitchemanskraal-Sovergang in Ventersdorplawa en onder-Karooskalie ingeplaas is, in teenstelling met die kimberliet op Bellsbank wat in dolomiet ingeplaas is, vertoon ondersoekte monsters van albei omgewings dieselfde gemiddelde verhouding flogopiet tot kalsiet (plaat VIII). Hierdie feit, en ook die intieme ~~verwantskap tussen~~ ^{assosiasie met} kalsiet en flogopiet as primêre mineraal, regverdig die idee dat die kalsiet 'n primêre produk van die kimberliet self is, waarskynlik as 'n laat kristalliserende primêre mineraal.

Watson (1955, 574 - 575) maak dieselfde gevolgtrekking van toepassing op die kalsiet in die kimberliet van Bachelor Lake, Quebec, terwyl Grantham en Allen (1960, 15) ook meen dat die kalsiet in die kimberliet van Sierra Leone die voorkoms van 'n primêre mineraal het. Die kimberliet van Bachelor Lake is in rioliet-lapillituf ingeplaas, en dié van Sierra Leone in graniet.

As die volumepercentasies van die flogopiet en kalsiet in die kimberliet van Sierra Leone (Grant-ham en Allen, 1960, 12) herbereken word na 'n totaal van 100, blyk dit dat die verhouding van flogopiet tot kalsiet 72.6:27.4 is, terwyl die gemiddelde verhouding van flogopiet tot kalsiet in die kimberliet van Bellsbank en die Mitchemanskraal-Sovergang 69:31 is. Dit is hoogs onwaarskynlik dat die kimberliet van twee sulke afgesonderde voorkomste, waarvan die geologiese omgewings so verskillend is, dieselfde verhouding van flogopiet tot kalsiet sou toon as die kalsiet 'n sekondêre mineraal is. Dit skyn dus 'n logiese gevolgtrekking te wees dat die kalsiet van die kimberliet se grondmassa 'n primêre mineraal is.

Bykomstige primêre bestanddele.

Soos in die geval van die essensiële bestanddele van die kimberliet, kon geen optiese eienskappe van die bykomstige bestanddele onder die mikroskoop bepaal word nie vanweë die klein deursnee van die individuele korrels.

Apatiet. - Apatiet kom in die kimberliet van al drie lokaliteite voor in volumepercentasies wat wissel van gemiddeld 1.28 persent in die kimberliet van die Mitchemanskraal-Sovergang tot gemiddeld 5.9 persent in die kimberliet van die Bobbejaangang. Die individuele kristalle kom voor as eievormige prismatiese naalde en ronde korrels met 'n algemene lengte van 0.03 - 0.09 mm. in 'n bereik van 0.01 - 0.15 mm., en is meesal in kalsiet ingebed. Wyllie, Cox en Biggar (1962, 241 - 242) beskou die teenwoordigheid van naaldvormige apatietkristalle in gesteentes as aanduidend van die vroeëre bestaan van 'n vloeistoffase.

Perofskiet. - Hierdie mineraal is 'n ondergeskikte bestanddeel van die kimberlietgrondmassa, en kom in ongeveer 2 persent per volume voor as klein korrels, met 'n deursnee van 0.005 - 0.05 mm.

Perofskiet vorm ook reaksierande rondom ilmenietkorrels, wat 'n aanduiding van die ^{onder}onversadigde toestand van die kimberliet is. Hierdie verskynsel is in die kimberliet van al drie lokaliteite opgemerk. Die verandering kon teweeggebring gewees het deur substitusie van Ca in die struktuur van ilmeniet (FeTiO_3) en moes na kristallisasie van ilmeniet plaasgevind het. Waar geen kern van ilmeniet oorgebly het nie, is dit natuurlik nie moontlik om vas te stel of die perofskiet 'n sekondêre produk of primêre bestanddeel is nie.

Ilmeniet en/of magnetiet. - As gevolg van die klein deursnee van die korrels van ilmeniet en magnetiet (0.01 - 0.05 mm.), wat nooit meer as 4 persent per volume van die kimberliet beslaan nie, is dit moeilik om tussen hierdie twee minerale te onderskei. Ilmeniet kan slegs met sekerheid geïdentifiseer word waar individuele korrels in perofskiet verander is, en 'n kern van ilmeniet behou gebly het. Dit wil egter nie sê dat ondeurskynende korrels sonder hierdie rand nie ilmeniet is nie, want as die verandering gedurende die magmatiese stadium plaasgevind het, soos deur Gerrits (1951, 35) voorgestel, kon baie van die ilmeniet hierdie rand verloor het in die beweging na boontoe tydens inplasing van die kimberliet.

Xenokriste.

Olivien. - Olivien, en pseudomorfe van serpentyen na olivien, wissel in die kimberliet van die drie lokaliteite tussen 8.4 en 51.8 persent per volume terwyl die gemiddelde volumepersentasie olivien 31.9 persent is. Die olivien kom as afgeronde xenokriste voor wat in grootte wissel tussen 0.01 en 22.0 mm., hoewel die mees algemene groottebereik binne die grense 0.01 en 5.0 mm. val. Die samestelling van die olivien, gebaseer op brekingsindeksbepalings ($\alpha = 1.652 - 1.655$, $\beta = 1.668 - 1.670$, $\gamma = 1.683 - 1.690$), is $\text{Fa}_{8.8} \text{Fo}_{91.2}$, terwyl 'n hele aantal bepalinge van 2H (gemiddeld 86°) en 2Vz (gemiddeld 87°) volgens Poldervaart (1950, 1073) se

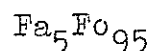
diagram n waarde van $Fa_7 Fo_{93}$ gee. Volgens n chemiese analise van die olivien in die kimberliet van Bellsbank is die samestelling $Fa_5 Fo_{95}$ (tabel 2).

Tabel 2

Chemiese analise van olivien uit kimberliet
van Bellsbank

SiO ₂	39.50	<u>Molekulêre proporsies</u>	
Al ₂ O ₃	0.05	MgO	: 1.261
Fe ₂ O ₃	3.17	FeO	: .068
FeO	4.90		
P ₂ O ₅	0.06		<hr/>
CaO	0.04		1.329
MgO	50.86	$\frac{.068}{1.329} \times \frac{100}{1}$	= 5.12
MnO	0.10		
Na ₂ O	0.22	$\frac{1.261}{1.329} \times \frac{100}{1}$	= 94.88
K ₂ O	0.20		
H ₂ O ⁻	0.10		
H ₂ O ⁺	0.30		MgO : FeO = 94.88:5.12
CO ₂	0.24		
Totaal	<u>99.74</u>		

Samstelling van olivien is dus



Analitikus: E.C. Haumann

Wagner (1914, 54), Williams (1932, 362), Gerryts (1951, 30) en Dawson (1962, 550) beskryf almal die teenwoordigheid van twee generasies olivien in ondersoekte kimberliete. In die hele groottebereik van die olivien in die kimberliet van die gange en blase op Bellsbank en die Mitchemanskraal-Sovergang is daar egter nie n enkele eievormige olivienkristal aangetref nie, selfs nadat spesiaal daarvoor gesoek is. Om diè rede word die olivienkristalle in hierdie voorkomste almal as xenokriste van een generasie beskou en nie as fenokriste nie.

Gerryts (1951, 31) verklaar verder dat die ooreenkoms in optiese eienskappe van die twee generasies olivien in die kimberliet van Premiermyn merkwaardig is. Normaalweg sou 'n verryking in die fayaliet-endlid verwag kan word in die olivien wat laaste by 'n laer ^{laer}temperatuur as die olivien van die eerste generasie uitkristalliseer. Volgens hierdie maatstaf dui die polisomatiese olivienaggregate van Gerryts 'n laer temperatuurvorm aan. As dit die geval is, is dit nie duidelik waarom hierdie olivien nie as individuele en afsonderlike korrels uitgekristalliseer het nie. Hierdie probleem van 'n laer temperatuurvorm sou verval as al die olivien beskou word as behorende tot een generasie.

In plaat X word die olivien van die kimberliet van Bellsbank vergelyk met olivien wat uit die melilietbasalt van Spiegelrivier afkomstig is. Die olivien in die melilietbasalt is sonder twyfel fenokriste, soos die eievormige buitelyne van die olivienkristalle ook aandui, terwyl die olivienkristalle van die kimberliet, op grond van hulle afgerondheid, nie as kristallasieprodukte van die kimberliet nie, maar as xenokriste daarin beskou word.

Onveranderde olivien is reeds op dieptes van 200 voet in die verskillende gange aangetref. Verandering van olivien in serpentyn is nie eenvormig op dieselfde diepte nie; trouens, 'n oorgang vanaf olivien na serpentynpseudomorfe word soms in dieselfde slypplaatjie waargeneem (plaat XI).

Die verandering neem 'n aanvang by krake in die olivien, asook langs die kante van die xenokriste, en versprei dan deur die hele kristal, met die ontwikkeling van die tipiese maasstruktuur van antigoriet. 'n Verdere stadium van verandering word in die kimberliet van die Mitchemanskraal-Sovergang waargeneem, waar talk die pseudomorfe na olivien vorm.

In monsters wat in breksiesones op Bellsbank voorkom, is hierdie verandering in 'n nog verdere stadium, met die ontwikkeling van sekondêre kalsiet.

Flogopiet.-- Flogopiet, wat as afgeronde en langwerpige xenokriste voorkom, wissel van 0.2 tot 3.0 persent per volume met 'n gemiddelde van 1.0 persent in die verskillende monsters. Die gemiddelde deursnee van die xenokriste is tussen 0.1 en 0.3 mm., hoewel die groottebereik vanaf 0.08 tot 20.0 mm. wissel.

Die brekingsindeks β van die flogopiet wissel tussen 1.590 en 1.599 terwyl $2V_x$ gemiddeld 4° is.

Hierdie flogopiet-xenokriste word nie beskou as verwant aan die flogopiet van die grondmassa nie, maar as afkomstig uit flogopiethoudende gesteentes in die diepte.

Mikheyenko en Nenashev (1962, 916) het deur ouderdomsbepalings van soortgelyke flogopiet-xenokriste in die kimberliet van Yakutia vasgestel dat die xenokriste 'n ouderdom van 661×10^6 jaar het, terwyl die kimberliet waarin hulle voorkom intrusief is in gesteentes met 'n ouderdom van 140×10^6 jaar. Dit dui aan dat die flogopiet ten minste 521×10^6 jaar voordat die kimberliet ingeplaas is, reeds gekristalliseer was, en dat die flogopiet nie as 'n kristallisasiëprodukt van die kimberliet gedurende of na inplasing daarvan ontstaan het nie.

Die flogopiet kom as enkelvlokke in die kimberliet voor, en ook as „pakkies“ wat soms 'n dikte van 2 tot 3 mm. het. Die kleur van die flogopiet wissel van ligbruin na groenbruin. In sommige gevalle is die flogopiet langs splytingsvlakke in 'n groen, effens pleochroïese mineraal, waarskynlik chloriet, verander. Soms kom die individuele flogopiet-xenokriste as aggregate voor. Sommige van die flogopiet-xenokriste vertoon klein ronde en verlengde insluitels van moontlike rutiel, met 'n deursnee van 0.001 - 0.015 mm. Hulle is egter te klein om met sekerheid te identifiseer.

In enkele kimberlietmonsters van Bellsbank word die flogopiet-xenokriste langs splytingsvlakke vervang deur 'n sulfied. Hierdie vervanging moes voor die indringing van kimberliet plaasgevind het, omdat die vervanging nie transgressief ten opsigte van die grondmassa is nie.

Granaat. - Granaat kom in die kimberliet van al drie lokaliteite voor as afgeronde oneievormige xenokriste, met n algemene bereik ⁱⁿ van deursneë van 2.0 - 4.0 mm., in n groter bereik van 2.0 tot meer as 70 mm., en met n ^{Groot} ~~wye~~ verskeidenheid kleurskakerings tussen rooi, oranje en pers. Die gemiddelde brekingsindeks van die granaat van alle kleure is 1.750. Deur vergelyking met gegewens in die bestaande literatuur is daar geen rede om te vermoed dat hierdie granaat nie piroop is nie (kyk Smirnov, 1959, 26).

Die granaat vertoon meesal n kelifitiese rand van n groen veselagtige mineraal, waarskynlik n aktinoliet-amfibool, met massas submikroskopiese kristalletjies van spinel in die binneste sones van die kelifitiese rand. In sommige gevalle is die granaat geheel en al vervang deur die kelifitiese materiaal, terwyl geïsoleerde stukke kelifitiese materiaal in ander gevalle daarop dui dat dit van granaat geïsoleer moes geraak het voordat stolling van die kimberlietmatriks plaasgevind het.

In byna elkeen van die granate wat in slypplaatjies waargeneem is, is daar fyn krake en barsies, gevul met flogopiet, waarin klein eievormige oktaëdriese chroomspinelkristalletjies (pikotiet) voorkom. Rutiel word ook in sommige gevalle in die barsies opgemerk, hoewel dit uit die voorkoms daarvan duidelik is dat dit inherent verwant is aan die flogopiet en nie aan die granaat nie.

Diamant. - Die diamant is die kosbare bestanddeel van die kimberliet. Die diamantopbrengs van die kimberliet van die Bellsbank- en Mitchemanskraal-Sovergange en -blase wissel van 8 karaat per 100 vragte tot 60 karaat per 100 vragte. (Een karaat is gelyk aan 200 mgm. en 1 vrag is 1600 lb.) Die ^{Gewigs} ~~volume~~ persentasie van die diamant wissel dus tussen 0.000002 en 0.000016 persent.

Die diamante van die verskillende lokaliteite wissel in vorm van perfekte oktaëders tot onreëlmatige splytstukke, in grootte van mikroskopiese fragmente tot groottes van 130 karaat, en in kwaliteit van industriële diamante (boort) tot suiwer

blouwit juwêle. Diamante word baie selde in situ aangetref; waar dit wel gebeur is die holte waarin die diamant voorkom uitgevoer met 'n dun gladde film waarin die etsfigure van die diamantvlakke perfek afgedruk is.

Sekondêre minerale.

Serpentyn. - Nie al die serpentyn wat in kimberliet teenwoordig is hoef noodwendig aan die verandering van olivien toegeskryf te word nie. Hierdie serpentyn mag ook as sekondêre veranderingsproduk van pirokseen optree, maar aangesien geen xenokriste van pirokseen in slypplaatjies van die kimberliet aangetref is nie, maar pirokseen slegs as bestanddeel van die knollerige insluitels in die kimberliet voorkom, is dit nie moontlik om vas te stel watter verhouding van die serpentyn pseudomorfe na pirokseen verteenwoordig nie. Daarenteen kan 'n volledige oorgang van olivien-xenokriste na serpentynpseudomorfe waargeneem word, wat in die kimberliet van die Mitchemanskraal-Sovergang selfs 'n verdere stadium bereik het met die vorming van talk. Op grond hiervan kan geen oordeel uitgespreek word aangaande die moontlike serpentinisasie van moontlike pirokseen-xenokriste nie, en word slegs aan die serpentinisasie van olivien aandag gegee.

Uit die veldverhoudings en voorkoms van die kimberliet op Bellsbank, Mitchemanskraal, Doornkloof en Sover, is die volgende kenmerke van belang en moet hulle by die bespreking van serpentinisasie in gedagte gehou word:

- (i) Volumevermeerdering word slegs naby die grondoppervlak in kimberlietindringings aangetref. Hierdie volumevermeerdering blyk uit die feit dat die gange op die oppervlak ruggies vorm wat effens wyer as die gang self is, en verder daaruit dat ook die newegesteentes 'n geringe mate van opbuiging vertoon.

Geen volumevermeerdering is egter in die mikroskopiese tekstuur van die olivien wat met die serpentyn geassosieer is, aangetref nie.

- (ii) Die serpentinisasie het geen waarneembare metasmatisme van die newegesteente teweeggebring nie.
- (iii) Die serpentinisasie van die olivien vertoon nie 'n reëlmatige verspreiding nie. So byvoorbeeld word gevind dat vars olivien en serpentynpseudomorfe op dieselfde diepte in kontak met mekaar voorkom.
- (iv) Die pseudomorfe na olivien in die kimberliet van die Mitchemanskraal-Sovergang bestaan meesal uit talk.

Die serpentinisasie van olivien word deur meeste werkers (Gerryts, 1951, 75; Hess, 1933, 635; Turner en Verhoogen, 1960, 318) as 'n outometasomatiese of outometamorfe proses beskou, wat sou plaasvind gedurende die laaste stadium van indringing van die ultrabasiese gesteenteliggaam waarin die olivien voorkom. Bowen en Tuttle (1949, 452) het verder eksperimenteel vasgestel dat serpentinisasie van olivien alleen by temperature laer as 400°C plaasvind, en wel met die vorming van bruciet as neweproduk. In die teenwoordigheid van waterige oplossings wat SiO_2 kan byvoeg of MgO kan verwyder mag talk 'n direkte veranderingsproduk van olivien by hoër temperature ($500 - 625^{\circ}\text{C}$) wees. So 'n proses verklaar moontlik die teenwoordigheid van talk in die kimberliet van die Mitchemanskraal-Sovergang, waarvan die monsters vanaf 'n stratigrafies-dieper horison as dié van Bellsbank afkomstig is.

Hess (1933, 651) gee die volgende reaksies om die vorming van serpentyn uit olivien te verklaar:



olivien		serpentyn		magnesiet	
280gm	88cc	276gm	110cc	84gm	28cc



clivien		serpentyn	
420gm	131cc	552gm	220cc



clivien	enstatiet	serpentyn	
140gm	44cc	100gm	33cc
		276gm	110cc

Turner en Verhooggen (1960, 319) stel ook n vierde reaksie voor:



clivien		serpentyn		
700gm	219cc	72gm	552gm	220cc
			160gm	60gm

in oplossing verwyder

Reaksies (1), (2) en (3) bring aldrie n groot toename in volume mee, waarvoor daar geen bewys in die mikroskopiese tekstuur van die kimberliet van Barkly-wes bestaan nie.

Hoewel reaksie (4) sonder n toename in volume kan geskied, sal soveel water vir die verwydering van die MgO en SiO₂ beskikbaar gestel moet word, dat magnesium-metasomatisme van die newegesteente verwag sou kon word. Hoewel Turner en Verhooggen (1960, 319) daarom aan hierdie reaksie twyfel, is dit egter nie onmoontlik dat so n metasomatisme wel kon plaasgevind het nie. Dit is egter nie moontlik om so iets by Bellsbank vas te stel nie, omdat die newegesteente uit dolmriet bestaan. By die Mitchemanskraal-Sovergang is so n metasomatisme glad nie in die skalie of Ventersdorplawa direk in kontak met die indringing waargeneem nie. Metasomatisme hoef egter nie noodwendig slegs in kontak met die indringing te geskied het nie, maar kon langs nate en krake verder weg van die indringing plaasgevind het. Aangesien geen studie van die newegesteentes, behalwe diè direk in kontak met die indringings,

gemaak kon word nie, kan hierdie reaksie dus nie bevestig of ontken word nie.

Dit is egter baie moontlik dat serpentinisasie teweeggebring kon gewees het deur 'n kombinasie van verskillende reaksies. So byvoorbeeld kon die SiO_2 wat deur een reaksie vrygestel is, deur 'n ander vir serpentinisasie gebruik word. Dit sou moeilik wees om hierdie hele proses met 'n enkele chemiese reaksie te probeer verklaar, aangesien die suiwerheid van samestelling van die verskillende minerale wat aan so 'n reaksie sou deelgeneem het, nie bekend is nie.

Hoewel serpentinisasie tot 'n mate veroorsaak kon gewees het deur die teenwoordigheid van magmatiese water, meen Turner en Verhoogen (1960, 320) dat die water, en opgeloste CO_2 en SiO_2 wat die serpentinisasie veroorsaak, hoofsaaklik afkomstig is uit waterbevattende sedimente, of gasse en oplossings wat deur kompaksie van sulke sedimente afgedryf is, of selfs uit 'n opwaartse stroom juveniele water wat nie aan 'n magmatiese bron verwant is nie. Outometasomatisme speel dan nie so 'n belangrike rol nie.

Kalsiet. - Afgesien van die kalsiet wat as essensiële grondmassabestanddeel voorkom, word sekondêre kalsiet ook in die kimberliet aangetref, en wel as veselagtige aartjies en holtevullings waarin die individuele kristalle aansienlik groter is as dié van die grondmassa. Hierdie aartjies sny dwarsdeur ouer strukture. Die kalsiet vorm soms ook pseudomorfe na olivien in die plek van serpentyn.

Kwarts. - Kwartsaartjies kom op dieselfde wyse as die sekondêre kalsiet voor, terwyl sferulitiese aggregate van kalsedoon ook soms aangetref word.

Piriet. - Dun bandjies en aartjies van 'n sulfied, waarskynlik piriet, word ook soms in die kimberliet aangetref. Hierdie piriet is duidelik sekondêr en het geen verband met die sulfied wat die flogopiet-xenokriste soms vervang nie.

Die serpentyn kom slegs in assosiasie met olivien voor. Geen essensiële serpentyn is in die kimberliet opgenerk nie, wat dus 'n bevestiging is vir die idee dat kimberliet nie as 'n peridotiet beskryf kan word nie, anders sou serpentyn in die grondmassa te wagte gewees het.

Die teenwoordigheid van die sekondêre kalsiet, kwarts en piriet kan aan die werking van hidrotermale vloeistowwe toegeskryf word.

PETROGRAFIE EN MINERALOGIE VAN XENOLIETE

IN DIE KIMBERLIET

Xenoliete afkomstig uit die mantel

Afgesien van die essensiële en bykomstige bestanddele en die xenokriste, kom daar ook knolle-ryge insluitels met onreëlmatige vorms en 'n gemiddelde deursnee van 4 cm. in die kimberliet voor. Hierdie knolle het meesal 'n gladde oppervlak en afgeronde voorkoms wat aan afslyting gedurende inplasing van die kimberliet toegeskryf kan word. Die knolle word dikwels omsluit deur 'n dop van kimberliet wat ook 'n mate van afronding ondergaan het. Hierdie dop is nie 'n veranderingsone of pirometamorfe sone nie, maar bloot 'n gedeelte van die oorspronklike kimberlietgrondmassa om die insluitel wat weggebreek het en 'n vreemde insluitel in 'n nog-vloeibare gedeelte van die kimberliet geword het, en toe deur afslytingswerking afronding ondergaan het (Williams, 1932, 397).

Die knolle bestaan essensieel uit hipidiomorf-korrelrige granulêre aggregate van granaat, olivien, diopsied, bronsiet en flogopiet, met ^{'n moonlike} Mg-houdende ortopirokseen (wat egter so klein is dat dit nie met sekerheid as sodanig geïdentifiseer kan word nie) en spinel as bykomstige bestanddele. Hierdie minerale kom in verskillende kombinasies voor, en die onderlinge verhoudings verskil in die verskillende knolle.

Verskillende tipes sodanige knolle, is ondersoek, en die volgende ^{mineraal-} kombinasies is aangetref (veranderingsprodukte word nie genoem nie):

- (i) Granaat, diopsied, flogopiet.
- (ii) Granaat, diopsied, olivien, flogopiet.
- (iii) Granaat, diopsied, olivien, bronsiet, flogopiet.
- (iv) Granaat, diopsied, olivien, bronsiet.
- (v) Granaat, olivien, flogopiet.
- (vi) Diopsied, olivien, bronsiet.
- (vii) Bronsiet met ronde insluitels van granaat, diopsied, flogopiet.
- (viii) Diopsied met flogopiet.

Streng gesproke beantwoord nie een van hierdie kombinasies van minerale aan die ware definisie van eklogiet (n metamorfgesteente, bestaande uit omfasiet, smaragdië en granaat) nie, maar sou beter beskryf kan word as granaat-peridotiet, ^{of peridotiet} met uitsondering van (i), (vii) en (viii), wat as granaat-pirokseniet ^{en pirokseniet} beskou kan word, tensy die naam griekwaëet, wat deur Beck vir hierdie knolle voorgestel is (Shand, 1934, 67) weer in gebruik geneem word. Shand self pas egter hierdie term op granaat-enstatiet gesteentes toe.

Olivien.

Die olivien, wat as halfeievormige kristalle voorkom, het dieselfde samestelling as die olivienxenokriste, naamlik $\text{Fe}_7\text{Fo}_{93}$, soos aangedui deur die optiese hoek ($2V_z = 86^\circ$). ~~en ander optiese eienskappe.~~

Granaat.

Die granaat, wat weereens in n verskeidenheid skakerings van rooi, oranje en pers voorkom, vertoon selde eievormige buitelyne, maar kom as ronde korrels voor wat deur onreëlmatige barste en krake deurkruis word. Melifitiese rande van n veselagtige amfibool word soms op die rande van die knolle aangetref. Elke afsonderlike granaatkorrel is omring deur n reaksierand wat ten koste van die granaat ontwikkel het, en wat bestaan uit mikroskopiese kristalletjies van enstatiet (?) waarin klein eievormige kristalletjies van spinel (pikotiet)

voorkom. Spinelkristalletjies kom soms ook in barste in granaat voor. Hierdie reaksie in die rande van die granaat, wat die ontwikkeling van ortopirokseen tot gevolg gehad het, is skynbaar aan die gang gesit deur die infiltrasie van die flogopiet- en kalsiethoudende vloeibare stof wat die grondmassa van die kimberliet vorm, want eievormige flogopietkristalle word oral in direkte kontak met die enstatiet (?) tussen die granaatkorrels aangetref.

Die granaat is gewoonlik vars en vry van insluitels. Sommige granaatknolle bevat egter groter en kleiner diamante. In plaat XII word sulke diamanthoudende knolle geïllustreer. Hierdie voorbeelde is ook nie uniek nie, aangesien meer voorbeelde van granaat met diamantinsluitels in literatuur beskryf word (Corstorphine, 1907; Williams, 1932).

Ortopirokseen.

Afgesien van die Mg-houdende ortopirokseen wat 'n sekondêre reaksieprodukt van die granaat is, kom growwe kristalle van bronsiet ($2V_Z : 88^\circ$, $Z \wedge C = 0^\circ$) ook in die knolle voor. Die bronsiet is gewoonlik vry van insluitels, hoewel een growwe kristal (deursnee 25 mm.) met ronde insluitels van granaat, diopsied, flogopiet en pikotiet opgemerk is. Die bronsiet is nie in konsentrate gevind nie.

Klinopirokseen.

'n Diopsidiese klinopirokseen is 'n algemene bestanddeel van die ondersoekte knolle, en vertoon 'n duidelike (110)-splyting asook polisintetiese tweeling. Sommige pirokseenkristalle bevat granaatinsluitels wat langs vlakke van polisintetiese tweelingbou geleë is. Hierdie granaat kon gevorm gewees het deurdat die vloeistof waaruit granaat later sou kristalliseer, langs sulke vlakke in die diopsied ingepers is.

Megaskopies vertoon hierdie pirokseen 'n kenmerkende groen kleur. In die literatuur staan hierdie mineraal bekend as chroom-diopsied, hoewel

Shand (1934, 65) meen dat die groen kleur nie toegeskryf kan word aan die Cr_2O_3 -inhoud nie, omdat die teenwoordigheid van Fe en Ni ook groen kleure in 'n mineraal kan meebring. Die optiese eienskappe van hierdie diopsidiese pirokseen ($2V_Z = 63^\circ$, $Z \wedge C = 44^\circ$) beantwoord nie aan dié van 'n suiwer diopsied nie, hoewel dit egter presies ooreenstem met die optiese ashoek wat deur Smirnov (1959, 32) vir 'n soortgelyke mineraal bepaal is, en wat deur hom chroom-diopsied genoem word.

Volgens Shand (1934, 65) impliseer 'n groot optiese ashoek in diopsied die teenwoordigheid van jadeïet-komponente, dit wil sê die teenwoordigheid van Na, maar geeneen van die chemiese analises van diopsied wat tot sy beskikking was, het enige Na_2O aangedui nie. Hy verkies om hierdie mineraal nie chroom-diopsied te noem nie, maar 'n diopsidiese pirokseen met enstatiet- (en miskien ook jadeïet-) komponente.

Partridge (1934, 208) het egter spektroskopies vasgestel dat Na 'n essensiële bestanddeel van chroom-diopsied is, en Holmes (1936, 404) het ook 1.37 persent Na_2O in 'n chroom-diopsied van Jagersfontein gevind. Volgens Holmes (1936, 405) is dit moontlik dat baie van die Na teenwoordig is as chroom-akmiet ($\text{NaCrSi}_2\text{O}_6$), in vaste oplossing met die ander bestanddele van chroom-diopsied. Hierdie chroom-akmiet mag ook verantwoordelik wees vir die groen kleur van die mineraal.

Die belangrikste verandering van die chroom-diopsied wat waargeneem is, is 'n eienaardige verkorreling van die mineraal, wat ook deur Wagner (1914, 123) en Williams (1932, 380) beskryf word. Die pirokseen vertoon 'n mortelstruktuur deurdat individuele pirokseenkristalle langs splytingsvlakke en op die rande van die kristalle verkorrel is na korreltjies van dieselfde monokliniese pirokseen wat dieselfde optiese oriëntasie as die pirokseenkern besit, maar met 'n effens hoër reliëf, waarskynlik as gevolg van die weerkaatsing van lig vanaf hulle binneste oppervlakke (Wagner, 1914, 123). Williams (1932, 380) beskryf hierdie verskynsel as rekristallasie van 'n hoë-druk pirok-

seen na n ander stabiele pirokseen onder lae druktoestande.

Uit die feit dat hierdie korrels dieselfde optiese oriëntasie het as die diopsied waarom hulle geleë is, en ook nie as eievormige kristalle voorkom nie, skyn dit egter asof die struktuur nie deur rekristallisering veroorsaak is nie, maar bloot deur metasomatiese verbrokkeling van die pirokseen deur die vloeibare kimberliet. Hierdie idee word nog verder gesteun deur die feit dat, ook wat splyting betref, die korrels kontinu is met die diopsiedkerns.

Die chroom-diopsied word selde as xenokriste in kimberlietmonsters opgemerk, maar word wel sporadies in konsentrate aangetref.

Flogopiet en kalsiet.

Flogopiet kom ook in die knolle as tussenliggende bestanddeel en soms ook as goed ontwikkelde groter kristalle voor. Nou hiermee geassosieer is ook kalsiet wat weer as tussenliggende bestanddeel in die flogopiet voorkom. Williams (1932, 396) verklaar die teenwoordigheid van die kalsiet in die flogopiet van die knolle deur voor te stel dat CO_2 bygedra het tot die vorming van grafiet en diamant asook tot die vorming van die kalsiet in ultrabasiese gesteentes.

Die teenwoordigheid van flogopiet en kalsiet as tussenliggende bestanddele in die knolle kan egter anders verklaar word deur te aanvaar dat die primêre bestanddele van kimberliet, naamlik flogopiet en kalsiet, in n vloeibare toestand onder hoë druk in die knolle ingepers is en dat die vloeistof toe later onder lae druk en by afkoeling daar gekristalliseer het.

Oorsprong van die xenoliete.

Wat die oorsprong van hierdie knolle betref, kan die teorieë wat deur verskillende skrywers voorgestel is, in drie breë groepe onderverdeel word, naamlik:

- (i) die xenoliete is geneties verwant aan die kimberliet;
- (ii) die xenoliete is uit die kors van die aarde afkomstig;
- (iii) die xenoliete is uit die opbreking van gesteentes van die mantel afgelei.

Corstorphine (1907, 67) beskou die xenoliete as konkresionêre knolle wat deur segregasie of differensiasie in die oorspronklike magma gevorm is, terwyl Wagner (1914, 128), Williams (1932, 316) en Dawson (1962, 556) meen dat die knolle geneties verwant is aan die kimberliet in diè opsig dat die kimberliet en die knolle in 'n gemeenskaplike reservoir ontstaan het, dat die xenoliete in die diepte gestol het en dat hulle deur die residuele kimberlietmagma na boontoe gevoer is.

Deur ouderdomsbepaling op kimberliet en eklogietinsluitels het Holmes en Paneth (aangehaal deur Holmes, 1936, 392) egter vasgestel dat die insluitels baie ouer as die kimberliet is, en dus nie uit dieselfde magma kon gekristalliseer het nie. Hierdie mening word ook gestaaf deur die ouderdomsbepaling wat Mikheyenko en Nenashev (1962, 916) op flogopiet-xenokriste in die kimberliet van Yakutia gedoen het, waardeur vasgestel is dat die xenokriste baie ouer is as die kimberliet waarin hulle voorkom.

Bonney (1907, 96) beskou die xenoliete as rolstene wat in water afgeslyt is en wat deel gevorm het van 'n konglomeraat (moontlik die Dwykatilliet) wat deur vulkanisme verbrokkel en in die kimberliet opgeneem is.

Holmes (1936, 382) meen dat die knolle vreemde xenoliete is wat uit gesteentes wat reeds in die kors bestaan het afkomstig is, terwyl Davidson (aangehaal deur Dawson, 1962, 556) hulle as vreemde insluitels, afkomstig uit 'n metamorfiese vloer, beskou.

Harger (1905, 126) was een van die eerste persone wat voorgestel het dat hierdie knolle uit gesteentes wat reeds bestaan het afkomstig is. Hy meen dat die eklogietknolle deur vulkaniese werking vanaf 'n diepgesete sone na boontoe gebring is, en skryf hulle afgeronde vorm toe aan afslyting in die voerkanaal.

Verhoogen (aangehaal deur Dawson, 1962, 556) beskou die knolle as vreemde insluitels uit die aarde se peridotietmantel, 'n gevolgtrekking wat ook deur Ross, Foster en Myers (1954, 372) vir knollerige insluitels in sekere basaltiese gesteentes gemaak word.

Wilshire en Birns (1961, 205) gee voorkeur aan 'n hipotese dat ultrabasiese xenoliete in vulkaniese gesteentes ongesmelte fragmente van die mantel, waaruit die magma ontstaan het, verteenwoordig.

Volgens Boyd en England (1959-60, 47) is olivien, orto- en klinopirokseer, granaat en flogopiet verteenwoordigende minerale van die boonste dele van die mantel. Hulle meen trouens dat olivien en pirokseer die belangrikste bestanddele van die boonste mantellae is, en het eksperimenteel vasgestel dat olivien en pirokseer by drukke groter as 300 kilobar stabiel is in die vorm waarin hulle in die aardkors aangetref word.

Hierdie gegewens is ook in ooreenstemming met die idee van Kushiro en Kuno (1963, 76), naamlik dat die boonste dele van die mantel uit peridotiet bestaan.

Ringwood (1958, 195 - 199 en 211) maak ook op grond van 'n studie van insluitels in kimberlietpype, peridotietindringings in orogense gebiede, en die samestelling van meteoriete en kimberliete, die gevolgtrekking dat die gemiddelde samestelling van die mantel na aan dié van 'n granaat-peridotiet

is. Die gedeelte van die mantel direk onderkant die Mohorovičić-onderbreking mag na aan 'n duniet-peridotiet in samestelling wees. Beide die granaat-peridotiet en duniet-peridotiet bevat volgens hom onreëlmatig-verspreide segregasies van eklogiet.

Uit die mineralogie van hierdie xenoliete en die konstante voorkoms daarvan in kimberliet, is skrywer hiervan geneig om te glo aan die vertolking dat die xenoliete uit die boonste lae van die mantel afkomstig is, en dat hulle daarna geen smelting ondergaan het nie. Hierdie boonste mantellae, met 'n samestelling van peridotiet, granaat-peridotiet en moontlik eklogiet, is deur eruptiewe prosesse verbrokkel, en as xenoliete in die basis deur middel van die kalsiet- en flogopiethoudende vloeibare stof, wat op dieselfde diepte ontstaan het, na boontoe gevoer. Met die beweging na boontoe het die verbrokkelingsproses voortgeduur, sodat minerale wat van die xenoliete losgebreek het, versprei geraak het in die vloeibare basis en as xenokriste teenwoordig was toe afkoeling en kristallisatie begin het.

Xenoliete afkomstig uit die kors

Xenoliete van gesteentes in die dieper dele van die kors, en ook van newegesteentes naby die oppervlak, is in die suidelike blaas op Bellsbank en in die Mitchemanskraal-Sovergang, op 'n diepte van 600 voet in die suidelike gedeelte van die plaas Sover, aangetref. Aangesien hierdie xenoliete geen genetiese verband met die kimberliet self besit nie, is geen spesiale mineralogiese studie van hulle gemaak nie, en word hulle slegs in die verbygaan genoem.

Die belangrikste insluitings van korsgesteentes is skynbaar uit die basale kompleks afkomstig, en sluit graniet, granitiese gneis, granuliet, granodioriet en biotietskis in, terwyl die insluitings van oppervlakgesteentes hoofsaaklik dolomiet (slegs by Bellsbank), skalie, diabaas en Ventersdorplawa is.

CHEMIESE ANALISES

As gevolg van die verandering wat die bestanddele van kimberliet ondergaan, en as gevolg van die heterogene aard van hierdie gesteente, behoort chemiese analises van kimberliet met 'n mate van versigtigheid geïnterpreteer te word, omdat sulke analises nie 'n getroue weergawe van die oorspronklike samestelling van die gesteente kan gee nie. Om die oorspronklike samestelling te kan aflei, sal die minerale wat oorspronklik teenwoordig was, en ook die materiaal wat by die verandering betrokke was, vasgestel moet word. Met dit in gedagte, en op grond van afleidings wat uit mikroskopiese gegewens gemaak is, naamlik dat die xenokriste van die kimberliet toevallige insluitels is, is hierdie xenokriste volgens die alreeds beskryfde metode uit die grondmassa van die kimberliet geskei met die oog op chemiese analise. Die flogopiet-xenokriste kon nie uit die grondmassa verwyder word nie, omdat daar geen soortlike gewigsverskille tussen die flogopiet-xenokriste en die flogopiet van die grondmassa bestaan nie, maar aangesien die flogopiet-xenokriste van die uitgesoekte monsters volgens modale analise gemiddeld 1.3 persent van die gesteente uitmaak, (en in geen geval 2.2 persent oorskry nie), behoort die teenwoordigheid van hierdie flogopiet nie die noukeurigheid van die chemiese analises veel te beïnvloed nie.

Aanvanklik is gemeen dat al die serpentyn, wat die enigste veranderingsmineraal is wat volop voorkom, ook uit die grondmassa verwyder is, aangesien 'n vloeistof met 'n soortlike gewig van 2.6 - 2.65 vir die afskeiding gebruik is, wat hoër is as die waarde van 2.6 wat Deer, Howie en Zussman (1962, 3, 170) vir die soortlike gewig van serpentyn aangee. Nadat die chemiese analises egter ontvang is, is na aanleiding van die hoë MgO-persentasies vasgestel dat die serpentyn nie volledig uit die monsters afgeskei is nie, sodat ook hierdie analises nie getroue weergawes van die oorspronklike samestelling van die grondmassa van die kimberliet is nie.

Die analises (tabel 3) word beskou as chemiese analises van kimberliet waaruit die olivien en granaat heeltemal, en die serpentyn onvolledig afgeskei is.

Tabel 3

Parsiele
Nuwe chemiese analyses van kimberliet

	1	2	3	4	5
SiO ₂	26.68	26.87	25.41	31.64	31.82
Al ₂ O ₃	3.79	0.92	2.51	3.37	4.90
TiO ₂	0.67	0.87	0.74	1.01	1.31
Fe ₂ O ₃	3.82	7.65	5.09	7.33	5.57
FeO	1.73	2.30	2.88	1.73	2.74
P ₂ O ₅	4.20	1.68	1.82	2.13	0.94
CaO	17.14	10.64	11.42	7.95	7.95
MgO	19.62	27.22	27.61	28.54	25.75
MnO	0.09	0.20	0.32	0.16	0.14
Na ₂ O	0.32	0.22	0.20	0.13	0.26
K ₂ O	4.10	1.77	1.36	0.80	3.55
H ₂ O ⁻	0.32	0.42	0.38	0.50	0.58
H ₂ O ⁺	1.72	6.60	7.00	8.82	5.74
CO ₂	16.25	12.73	13.78	6.33	9.04
Totaal	100.45	100.09	100.52	100.44	100.29

Niggli-waardes

al	3.910	.8794	2.372	3.273	4.898
fm	58.84	78.47	76.37	81.72	76.37
c	32.13	18.49	19.60	14.03	14.46
alk	5.118	2.176	1.701	1.047	4.275
si	46.22	43.56	40.72	52.11	53.96
ti	.8816	1.06	.8917	1.250	1.670
p	3.109	1.152	1.233	1.484	.638
co ₂	38.81	28.16	30.14	14.22	20.91
k	.8941	.8412	.8174	.802	.8997
mg	.8692	.8379	.8634	.857	.8531
qz	-74.6	-65.24	-66.08	-52	-63

1. Kimberliet uit hoofgang, Bellsbank (JLB 37)
2. Kimberliet uit hoofgang, Bellsbank (JLB 85)
3. Kimberliet uit hoofgang, Bellsbank (JLB 128)
4. Kimberliet uit Bobbejaangang, Bellsbank (JLB 283)
5. Kimberliet uit Mitchemanskraal-Sovergang
(JLB 338)

Analitikus: E.C. Haumann.

Standaardnorms is nie uit hierdie analises bereken nie, omdat die C.I.P.W.-normberekening nie voorsiening maak vir die hidrokieselhoudende minerale van kimberliet nie, ~~en dus nie van toepassing is nie.~~ Daar is wel gepoog om hierdie analises in terme van samestellende grondmassabestanddele te bereken, maar aangesien die mate van onderlinge vervanging en vaste oplossing van die verskillende minerale nie bekend is nie, en ideale samestellings vir die minerale vir sodanige berekening aanvaar moes word, het die berekening geen bevredigende resultate gelewer nie, en is dit laat vaar.

Niggli-waardes is wel uit die gegewens van die analise bereken en word ook in tabel 3 weergegee.

~~In plaat XIII word die samestelling van die kimberliet in terme van $al + alk$, c en fm weergegee, terwyl plaat XIV die verhouding van fm , co_2 , e , al , alk en p teenoor si grafies aandui.~~

Hierdie parsiële analises van kimberliet verskil van die totale analises van kimberliet wat gewoonlik in die literatuur oor kimberliet weergegee word, in diè opsig dat, waar die totale analises gedoen word op kimberliet waarin olivien en granaat in variërende hoeveelhede voorkom, hierdie minerale vir die doel van parsiële analises afgeskei is. As die veranderingsminerale soos serpentyt ook met sukses uit die grondmassa van die kimberliet verwyder kon word, sou 'n analise van die oorblywende grondmassa 'n redelike getroue weergawe van die chemiese samestelling van die oorspronklike intrusiewe kimberlitiese vloeistof verteenwoordig. In teenstelling hiermee gee 'n totale analise van kimberlietmonsters geen werklike aanduiding van die samestelling van die intrusiewe kimberlitiese vloeistof sonder xenokriste nie, omdat die xenokriste in die analise betrokke is en hulle persentasie in die grondmassa wisselvallig is.

PETROGENETIESE ASPEKTE VAN KIMBERLIET

Aan die begin van hierdie eeu het die kimberlietvoorkomste van Suid-Afrika die onderwerp van intensiewe ondersoek gevorm en was daar 'n reeks hewige besprekings waaraan persone soos Harger (1905), Corstorphine (1907), Voit (1907^{a, b, c}), Bonney (1907), en andere deelgeneem het sonder om tot 'n uiteindelijke slotsom te kom. Hierna het die probleem van die ontstaan van kimberliet en sy geassosieerde minerale, afgesien van latere bydraes deur Wagner (1914), Williams (1932), Shand (1934) en Holmes (1936), in die vergetelheid verval tot in die vyftiger jare, toe die ontdekking van die Russiese diamantvelde en die beskikbaarstelling van geologiese gegewens aangaande hierdie velde as stimulus begin dien het vir verdere ondersoek.

Om elkeen van die artikels wat reeds verskyn het volgens meriete te behandel, sou 'n onnodige literatuuroorsig meebring, daarom word die ouer artikels bloot as historiese agtergrond hier weergegee, terwyl die petrogenetiese aspekte van die kimberliet na aanleiding van eie ondersoek en meer resente literatuur breedvoeriger bespreek word.

Geskiedkundige agtergrond

In 1905 het Harger (1905, 132 - 133) voorgestel dat die kimberliet van pype en gange identies is en diepgesete indringings verteenwoordig, dat dit ontstaan het op 'n groter diepte as die ultrabasiese gesteentes, soos eklogiet en peridotiet, en dat die opbreking van hierdie ultrabasiese gesteentes die minerale voorsien het waaruit die kimberliet bestaan. Harger aanvaar dat 'n aansienlike ontploffende krag die indringing van kimberliet vergesel het, omdat die pype afneem in grootte met toename in diepte, en hy verklaar dat sulke klein openinge alleen deur ontploffingskrag gevorm kan word.

Wat die ontstaan van die diamante betref meen Harger dat die diepgesete sone waarin granaat en ferromagnesiese silikate oorheers, gasagtige hidrokoolstof of die element koolstof kon bevat het wat

as diamant uitgekristalliseer het. Harger stel dit egter nie duidelik of hy meen dat die diamante in 'n reeds-gekristalliseerde toestand in die kimberliet van onder af opgekom het nie, of dat die koolstof in die eklogiet na inplasing van die kimberliet as diamant uitgekristalliseer het nie.

Corstorphine (1907, 68) beskou die teenwoordigheid van diamante in konkresionêre knolle in die kimberliet as aanduiding daarvan dat die diamante in die kimberliet self gevorm is, en nie vanaf 'n vreemde bron aangevoer is nie.

Voit (1907 a, 69 - 74) meen dat die gange en pype nie gelyktydig ingeplaas is nie, dat die pype jonger as die gange is, en dat, hoewel die magma in beide gevalle identies was, die toestande waaronder inplasing en afkoeling plaasgevind het, verskillend was. Hy meen verder dat al die bestanddele van die kimberliet in situ uitgekristalliseer het.

Wat die inplasing van kimberliet betref, spreek Voit die gedagte uit dat die kimberliet nooit die grondoppervlak bereik het nie, maar in die kors afgekoel het in breuke wat sirkelvormige, verlengde, elliptiese of eksentriese vorms aangeneem het as gevolg van die druk van oorliggende gesteentes en die druk van onder af. In hierdie sin is die pype dus embrioniese vulkane, wat deur denudasie van die oorliggende gesteentes blootgestel is. Terselfdertyd aanvaar Voit dat die inplasing op 'n ontploffende ("cataclysmic") wyse moes geskied het om die vorms van die pype te kan verklaar, maar dat die ontploffingskrag afgeneem het toe gasse deur krake en verskuiwings ontsnap het, sodat die indringingskrag teëgewerk is deur die gewig van die oorliggende gesteentes. Hierdie idee van Voit word egter deur Von Dessauer (1907, xlviii) en Krause (1907, lii) verwerp op grond daarvan dat so 'n wyse van inplasing nie die verdwyning van die groot volumes gesteente uit die openinge, wat tans deur kimberliet beslaan word, kan verklaar nie.

Om die oorsprong van kimberlietmagma te verklaar, stel Voit (1907 b, 79 - 80) voor dat daar 'n sone van rekonstruksie op 'n sekere diepte in die aarde bestaan. By hierdie sone is gesteentes onder

so n hoë druk dat hulle in n toestand van oorverhitting is en hulle oorspronklike struktuur verloor het. As die druk verlig word, word die smeltpunt bereik, en vind ekstrusie plaas. By hierdie sone van rekonstruksie kon kimberliet uit gesteentes van sedimentêre of metamorfe oorsprong, wat dieselfde samestelling as kimberliet het, afgelei word.

Du Toit (1906, 151) maak die gevolgtrekking dat die kimberliet gevorm is deur die verbrokkeling van n verskeidenheid basiese en ultrabasiese gesteentes in die onderliggende kors, en dat hierdie materiaal in n magma van ultrabasiese aard geïnkorporeer is. Hierdie magma word deur Holmes (1936, 391) beskou as die chemiese ekwivalent van olivienmelilitiet, waarby H_2O , CO_2 (en ook CaO , P_2O_5) gevoeg is.

Inplasing van kimberliet

Die kimberliet van die gange en blase op Bellsbank, Mitchemanskraal, Doornkloof en Sover vertoon die volgende kenmerke wat in aanmerking geneem moet word by die ontwikkeling van n hipotese aangaande die wyse van inplasing van die kimberliet:

- (i) Geen aanduidings van hoë temperatuur-metamorfose is in die newegesteentes direk in kontak met die kimberliet, of in die xenoliete in die kimberliet gevind nie.
- (ii) Insluitsels, dit wil sê xenokriste en xenoliete in die kimberliet, vertoon almal n hoë graad van afronding.
- (iii) Die xenoliete van gesteentes uit die basale kompleks wat in die suidelike blaas op Bellsbank, en in die blaas in die noordelike gedeelte van die Mitchemanskraal-Sovergang voorkom, is in die sentrale sones van die blaas gekonsentreer, terwyl die buitenste sones van

hierdie blase meer insluitself van die onmiddellike newegesteentes bevat.

- (iv) Groot newegesteenteblokke is op plekke in blase deur die indringing losgemaak en in situ gereoriënteer.
- (v) Geen aanduiding is gevind dat die kimberliet in meer as een fase, nadat stolling van die eerste fase reeds plaasgevind het, in een enkele gang ingeplaas is nie, hoewel die twee gange op Mitchemenskraal, Doornkloof en Sover moontlik gedurende twee verskillende fases ingeplaas kon gewees het, soos uit die verskil in diamantopbrengs afgelei kan word.
- (vi) Geen skynbare verskil in ouderdom tussen die inplasing van kimberliet in die gange en blase kon met sekerheid vasgestel word nie.
- (vii) Die skoon, skerp kontak tussen kimberliet en newegesteente, beide in die gange en die blase, asook die onreëlmatige relatiewe verplasings van die gange, is 'n aanduiding daarvan dat die inplasing van kimberliet beheer was deur breuksisteme wat reeds bestaan het. Steun vir so 'n gevolgtrekking is veral duidelik te vind by die noordelike en suidelike uiteindes van die gange, waar die kimberliet doodloop, maar die breuke waarin dit ingeplaas is, nog oor 'n betreklike groot afstand voortstrek.
- (viii) Die inplasing van die kimberliet is nie van enige tektoniese versteurings vergesel nie.
- (ix) Vloeilyne is soms in die kimberliet van die gange waar te neem.

Hierdie kenmerke dui op die volgende belang-
 rike ^{afleidings} feite:

- (i) Die kimberliet is by n lae temperatuur ingeplaas.
- (ii) Die kimberliet is in n vloeibare toestand ingeplaas.
- (iii) Meganiese afslyting, en nie magmatiese korrosie of gedeeltelike smelting nie, is vir die graad van afronding van die xenoliete en xenokriste verantwoordelik. Magmatiese korrosie sou nie die perfekte afronding, sonder enige aanduidings van invreting, kon verklaar nie, terwyl gedeeltelike smelting van die hoë temperatuur-minerale, byvoorbeeld piroop en olivien, n hoë temperatuur sou benodig het waarvan die invloed dan op die newegesteentes of insluitels sigbaar sou moes gewees het. Daar is egter geen tekens van kontakmetamorfose in die newegesteentes of die insluitels aangetref nie.
- (iv) Die blase kon naby die grondoppervlak as lokale voerkanale vir die inplasing van kimberliet gedien het, hoewel hierdie blase, na analogie van ander bekende pypvormige kimberlietindringings, self in die diepte in gange mag oorgaan.

Om al hierdie voorgaande verskynsels, wat nie veel van waarnemings in ander bekende kimberlietvoorkomste verskil nie, met mekaar te vereenselwig, sou die kimberlietmagma (as dit n magma was), spesiale of unieke eienskappe moes besit het wat nie met enige proses van vulkanisme, soos wat dit vandag waargeneem kan word, sou ooreengestem het nie.

Verskillende voorgestelde meganismes van inplasing van kimberlietliggame, waarvan die volgende die belangrikste is, word in die literatuur aangetref:

- (i) Die vroeëre opvatting (Voit, 1907 a, 73) was dat gasontploffings openinge in die aardkors veroorsaak het, wat deur kimberlietmagma gevul is. Sulke gasontploffings op die diepte vanwaar die kimberliet afkomstig is, sou enorme kraters op die oppervlak, vergesel van radiale breukpatrone, tot gevolg gehad het, en verklaar ook nie die oorgang van pype in gange in die diepte, die vorm van die pype, en die geringe mate van versteuring van die newegesteentes nie.
- (ii) V.N. Lodochnikov (aangehaal deur Mikheyenko en Nenashev, 1962, 922) stel voor dat 'n vinnige magmastroom die aardkors deurboor het, maar Mikheyenko en Nenashev (1962, 922) het uit 'n berekening van die soortlike energie van vloeiing onder bestaande druktoestande vasgestel dat die snelheid waarmee magma beweeg het, baie laag was.
- (iii) Sobolev (aangehaal deur Mikheyenko en Nenashev, 1962, 922) meen dat die magma begin opstyg het langs 'n vertikale breuk, en naby die grondoppervlak in die vorm van afsonderlike spuite die kors deurboor het en as „fonteine" uitgebreek het. Hierdie idee word ook deur Mikheyenko en Nenashev (1962, 922) verwerp op grond van die onrealisme van sulke reusagtige uitbarstings.

'n Aanvaarding van enigeen van hierdie drie hipoteses sou meebring dat die afwesigheid van metamorfose, die afronding van die xenoliete en xenokriste, die sonering van die xenoliete en die in situ-reoriëntasie van newegesteenteblokke nie verklaar kan word nie, terwyl die eerste twee teorieë verder ook nie die bestaan van breuksisteme of die

afwesigheid van tektoniese versteurings gepaardgaande met inplasing in aanmerking neem nie.

(iv) Mikheyenko en Nenashev (1962, 920 en 922 - 923) stel n eie hipotese voor om die inplasing van kimberliet op die noordoostelike grens van die Tungusdepressie in Siberië te verklaar. Hulle veronderstel dat die kimberliet in n vloeibare, koue toestand, met n pulserende periodieke beweging ingeplaas is. Op die diepte vanwaar die kimberliet afkomstig is, mag beide tektoniese en gravitasiedruk n rol speel, en onder invloed van hierdie druk mag n diepgesete gesteente in n vloeibare toestand verander sonder om te smelt. Gedurende pulserende afsakking van die kors word die diepgesete peridotiet vloeibaar en styg in die sone van swakheid wat deur afsakking van die kors veroorsaak is. Hierdie materiaal wat n hoë digtheid het en onder hoë druk verkeer, styg vinnig en hewig, en breek die newegesteentes wat reeds deur tektoniese bewegings verswak is, om sodoende pype te laat vorm. Hierdie meganisme benodig nie kragtige gasontploffings of vinnige magmatiese spuite nie, maar verklaar nogtans nie die afronding van die xenokriste en xenoliete en die soneering van die xenoliete in die blaas nie.

Verder verklaar Mikheyenko en Nenashev (1962, 922), in kritiek op die meganisme wat deur Lodochnikov voorgestel is, dat die spoed waarmee die magma beweeg het, baie laag was, maar tog aanvaar hulle dat die vloeibare materiaal „vinnig en hewig“ gestyg het.

- (v) Om die inplasing van vulkaniese nekke te verklaar toets McBirney (1959) n karringproses soos deur Hunt (aangehaal deur McBirney, 1959, 437) voorgestel, aan termodinamiese beginsels. Hy besluit dat so n proses, wat die werking van n konveksiesisteen behels, die beste verklaring bied vir die twee fundamentele probleme van, eerstens, die verwydering van oor- en neweliggende materiaal om plek te maak vir die indringingsmateriaal en, tweedens, die toevoer van voldoende hitte-energie om n vloeibare opwaartse groeiing te handhaaf. Hoewel so n sisteem een van energie-onewewig is, is die balans of grootte van die onewewig negeerbaar as die sisteem binne die beperkings van die termodinamiese vereistes bestaan.

Inplasing volgens hierdie proses vind kortliks op die volgende wyse plaas (McBirney, 1959, 445 - 446):

Die gekombineerde invloed van termale spanning in die dak- en newegesteentes laat blokke van onreëlmatige vorm en grootte afbreek. Hitteverlies en ontsnapping van gasse veroorsaak n digtheidsdifferensiaal wat konveksiestrome aan die gang sit. Die groei van die stollingsliggaam gee aanleiding tot silindriese vorms, omdat n sirkelvormige buitelyn die doeltreffendste natuurlike geleidingsoppervlakte is.

n Indringing se groei mag deur verskillende faktore vertraag word, of selfs ophou voordat dit die grondoppervlak bereik. As die groei te stadig is om hitteverlies deur geleiding te handhaaf, neem die konveksiesnelheid af. As die groei te vinnig is, word die afwaartsvloeiende kolom oorlaai met fragmente met n lae digtheid en word die kon-

veksiekrag, wat van 'n digtheidsdifferensiaal afhanklik is, uitgeskakel.

- (vi) Dawson (1962, 558) gee voorkeur aan 'n meganisme van fluïdisasie of gasstroming, soos deur Reynolds (1941⁵²⁴) voorgestel, as sou dit die indringingskenmerke van die kimberliet voldoende verklaar.

Reynolds (1941⁵²⁴, 579 - 601) pas die term fluïdisasie toe op 'n suspensie van soliede deeltjies in 'n opwaarts-vloeiende gas- of vloeistofstroom waarvan die digtheid laer is as dié van die vloeibare stof. Sy beskou die verskynsels van „turbulent expanded-bed phenomena“, dit wil sê die assosiasie van turbulente vloeistruktuur met afgeronde gesteentefragmente wat nie ver van hulle bron verwyder is nie, tesame met 'n gebrek aan gradering van die fragmente, as aanduidings daarvan dat die vloeibare agens 'n gas en nie 'n vloeistof was nie. Reynolds haal etlike voorbeelde aan om die rol van gas as vloeibare medium by die inplasing van intrusiewe liggame te illustreer. Sy maak die gevolgtrekking dat 'n gas-vaste stofsisteem die vermoë het om strukturele breuke, waarlangs die gas na die grondoppervlak beweeg, te ercdeer en wyer te maak, om gesteentefragmente en groot blokke newegesteente te isoleer, en om newegesteentefragmente na die grondoppervlak te vervoer. 'n Voorvereiste vir hierdie fluïdisasie is dus 'n groot volume deurvloeiende gas.

Dawson (1962, 558) meen dat, hoewel die deurbraak na die oppervlak van 'n ontploffende aard in die geval van kimberlietliggame was, die vorming en opvulling van die pype deur „gas-solid streaming“ veroorsaak is. Hierdie proses tree slegs op vlak dieptes in die aardkors in werking as gevolg van die vinnige uitsetting van CO₂ en waterdamp onder die kritieke punt naby die grondoppervlak.

Uit die petrografie van die kimberliet en strukturele verhoudings van die blase en gange op Bellsbank, Mitchemanskraal, Doornkloof en Sover,

wil dit voorkom asof die beste verklaring vir die inplasing van die kimberliet verkry kan word deur die hipoteses van Mikheyenko en Nenashev, McBirney en Reynolds te kombineer en in 'n effens-gewysigde vorm aan te bied.

Deur isostatiese opheffing (Wagner, 1914, 118) of spanning en afsakking van die kors (Mikheyenko en Nenashev, 1962, 922), of deur tektoniese versteurings wat met die na-Waterbergse diastrofisme in verband staan, kon diep breuke in die aarde se kors ontstaan het wat sones van swakheid sou veroorsaak het waarlangs potensiële kimberlitiese materiaal, bestaande uit drie moontlike fases, naamlik vaste stof (xenoliete en xenokriste), vloeistof en gas, onder die invloed van hoë gravitasiedruk en pulserende afsakking van die kors sou begin opstyg het.

By die vlak van die Mohorovičić-onderbreking is die temperatuur en druk ongeveer 500°C en 10 kilobar respektiewelik (Kennedy, 1962, 358). By hierdie temperatuur en druk sal CO_2 en H_2O na alle waarskynlikheid in 'n super-kritieke toestand wees, aangesien die kritieke temperatuur en druk van CO_2 en H_2O volgens die syfers van Glasstone (1956, 130) gelyk is aan 31.1°C en 73.73 bar, en 374.3°C en 319.9 bar respektiewelik.

As die waarskynlikheid van super-kritieke toestande op die diepte van oorsprong in die sisteem aanvaar word, sou die sisteem net uit twee fases bestaan het, naamlik gas-vloeistof en vaste stof.

Hierbenewens sou oorliggende lae eklogiet, peridotiet en pirokseniet opgebreek geraak het en met die beweging na boontoe in die twee-fasesisteem geïnkorporeer geword het. Hierdie xenoliete sou verdere verbrokkeling ondergaan het sodat individuele minerale soos granaat, olivien en diamant as xenokriste in die sisteem versprei sou geraak het en meganiese abrasie sou ondergaan het.

Met die bereiking van sub-kritieke toestande naby die grondoppervlak sou die twee-fasesisteem weer oorgegaan het in 'n drie-fasesisteem, en sou die dampfase, as gevolg van die verligting van druk, uitsetting ondergaan het met 'n gevolglike

deurbraak na die grondoppervlak. Deur die ontsnapping van die gasfase sou die gasstroming versnel het en sou 'n fluïdisasiesisteen ontwikkel het op die vlakker dieptes in die aardkors, wat terselfdertyd 'n digtheidsdifferensiaal sou veroorsaak het waardeur 'n konveksiesisteen tot stand sou gekom het.

Ontstaan van diamante

Die hipoteses aangaande die oorsprong van diamante is drieërlei van aard, naamlik:

- (i) Die diamante het in situ na inplasing van die kimberliet tydens afkoeling gekristalliseer.
- (ii) Die diamante het in die oorspronklike kimberlitiese vloeibare stof vòòr inplasing daarvan gekristalliseer, en kan beskou word as oorspronklike bestanddele van die magma wat die peridotitiese, piroksenitiese en kimberlitiese gesteentes gevorm het (Williams, 1932, 411).
- (iii) Die diamante was bestanddele van die ultrabasiese gesteentelae van die boonste mantel (eklogiet of griekwaïet) en het in die kimberliet versprei geraak deur opbreking van hierdie lae deur die indringende gas-vaste stof-sisteen, sodat hulle dus toevallige insluitels in die kimberliet is.

Die feit dat diamante as insluitels in eklogitiese xenoliete voorkom, en dat sommige diamante ook insluitels van granaat en chroom-diopsied bevat, (Williams, 1932, 423 - 424) dui aan dat die eerste twee hipoteses nie geldig is nie, hoewel Williams (1932, 416) juis die voorkoms van diamante in die knolle beskou as 'n bewys daarvan dat die diamante oorspronklike bestanddele van die kimberliet is. Hy het egter hierdie insluitels beskou

as afkomstig uit dieselfde magma wat later die kimberliet gevorm het. As hierdie xenoliete egter beskou word as verteenwoordigend van die boonste lae van die mantel, soos deur verskillende gegewens aangedui word, verskaf die derde hipotese die enigste bevredigende en aanvaarbare verklaring vir die wyse van voorkoms van diamante in kimberliet.

Die teenwoordigheid van diamante in eklogiet skep volgens Fyfe en Turner (1958, 158) n probleem, aangesien die druk wat nodig is vir die vorming van diamant by 800°C , 40,000 bars oorskry, wat veel hoër is as wat nodig is vir die vorming van die ander minerale van die eklogiet. Hulle meen dat hierdie probleem verklaar kan word as die diamant as n metastabiele fase in verhouding tot grafiet kan vorm, mits die volgende vereistes bevredig kan word, naamlik:

- (i) Die reaksie wat òf grafiet òf diamant vorm moet n negatiewe vry-energieverandering hê.
- (ii) Die nukleasie en groei van diamant, eerder as diè van grafiet, moet begunstig word.
- (iii) Die temperatuur moet laag genoeg wees om die moontlikheid van omkering van die metastabiele fase (diamant) na die stabiele fase (grafiet) te elimineer.

Die moontlikheid dat metastabiele diamant uit grafiet kon vorm, word deur Fyfe en Turner as onwaarskynlik beskou, omdat so n reaksie nie die eerste vereiste bevredig nie.

Hoewel diamant die moeilikste fase sal wees om te nukleëer en te ontwikkel, meen Fyfe en Turner nogtans dat die teenwoordigheid van die minerale van eklogiet, waarvan die essensiële bestanddele deur n hoë graad van ioonstapeling gekenmerk word (Fairbairn, 1943, 1363), die nukleasie van diamant, eerder as diè van grafiet, waarvan die tussenvlakspasiëerings groot is, sal begunstig. So byvoorbeeld kan insluitels van diamant in olivien, soos

deur Williams (1932, 424) beskryf, ook toegeskryf word aan die ooreenstemming in periodisiteit tussen die spasiërings van diamant en olivien. Dit is volgens Fyfe en Turner ook nie onmoontlik dat nukleasie van metastabiele hoë digtheidsfases onder hoë drukke kan plaasvind nie.

Die derde vereiste skep geen probleem nie, want as diamant eers gevorm is, is die kans dat inversie na grafiet sal plaasvind, baie gering.

Die probleem van die ontstaan van kimberliet

Terwyl daar in die literatuur heelwat mineralogiese en petrologiese beskrywings van kimberlietvoorkomste bestaan, het slegs enkele werkers hulle gewaag aan 'n verklaring van 'n moontlike oorsprong van die kimberliet-"magma" self. Dit is ook begryplik, want kimberliet is uiteraard 'n unieke gesteente met 'n heterogene mineraalversameling en nie 'n wêreldwye verspreiding soos ander stollingslig-gesteentes nie, sodat hipoteses aangaande die oorsprong van kimberliet en die samestelling van die oorspronklike magma baie spekulatief van aard sal wees.

Wagner (1914, 117) stel voor dat die kimberlietmagma ontwikkel is deur die smelting van potensieel vloeibare gedeeltes van 'n universele sone van holokristallyne peridotiet. In 1914 stel hy voor dat smelting deur drukverligting veroorsaak word, terwyl hy in 'n later artikel (Wagner, 1928, 133) radiotermale energie as oorsaak van smelting beskou.

Holmes (Holmes en Harwood, 1932, 429 - 431) beskou kimberliet as afgelei van primêre peridotietmagma as gevolg van kristallisatie-differensiasie van eklogiet en duniet, onder die indruk dat eklogiet vroeë segregasies uit die kimberliet verteenwoordig, dog in 'n latere artikel (Holmes, 1936, 392) wysig hy die stelling.

Op grond van Davidson (1957, 336) se mening dat daar 'n strukturele en magmatiese verwantskap tussen kimberlietindringings en indringings van basiese gesteentes in die diamantvelde van Yakutia

bestaan, stel Wilson (1958, 92 - 93) die volgende oorspronk vir kimberliet voor om die verwantskap tussen basiese en ultrabasiese indringings te verklaar. Volgens hom sou die opwaartse beweging van basiese magmas 'n ontspanning van die eklogiet-peridotietlaag tot gevolg gehad het. As gevolg van die drukverligting sou hierdie laag verhef word na 'n sone waarin gekombineerde water en suurstof teenwoordig sou wees. Na verloop van 'n lang tyd sou gedeeltelike smelting plaasgevind het met gevolglike hidrasie van olivien om serpentyn te vorm, oksidasie van grafiet om karbonate te vorm, en ontwikkeling van 'n kimberlietmagma wat potensieel ontplofbaar sou wees.

Williams (1932, 236) aanvaar die bestaan van 'n reservoir van vloeibare magma op 'n onbekende diepte, wat as gevolg van verandering in temperatuur en druk begin kristalliseer as peridotiet, pirokseniet en eklogiet. Op hierdie stadium sou daar, afgesien van differensiasiestrome, geen beweging wees nie. As gevolg van die kristallisering en stolling van hierdie ultrabasiese gesteentes oor 'n lang tydperk sou die samestelling van die oorspronklike magma in dié van 'n kimberlietmagma verander. Hierdie oorspronklike magma moes koolstof in oplossing bevat het wat later as diamant sou kristalliseer (Williams, 1932, 214). Volgens Williams sou daar twee periodes wees waartydens die koolstof as diamant uitgekristalliseer het, naamlik voor of gedurende stolling van die ultrabasiese gesteentes, en voor of gedurende die styging van die residuele magma wat uiteindelik as kimberliet sou stol.

In die plutoniese reservoer sou daar volgens hom 'n toestand bestaan het waarby kristalle van verskillende minerale, insluitende diamante, in die basiese magma wat reeds begin stol het, gedryf het. Later sou „sekere agense" 'n algemene verskeuring van die litosfeer teweegbring het, en deur die druk wat hulle op die diepgesete gesmelte massa sou uitgeoefen het, sou die magma opwaarts beweeg het langs lyne van min weerstand. Waar hierdie lyne nie bestaan het nie, sou die

magma deur die kors geforseer word. Hierdie proses van opwaartse beweging sou stadig plaasgevind het en die vorming van pype word aan hierdie stadige beweging toegeskryf. Williams (1932, 237) glo nie dat vulkaniese uitbarstings plaasgevind het nie, omdat gasse vroeër deur die bestaande breuke sou ontsnap sonder om ontploffings teweeg te bring.

Om die verskil in hoeveelheid en kwaliteit van diamante in verskillende dele van dieselfde pyp te verklaar, stel Williams (1932, 239) voor dat die magma nie oral gelyk gekristalliseer het nie. In kleiner pype en gange sou die sentrale gedeeltes nog mobiel gebly het nà kristallasie van die wandgedeeltes, en in groter pype sou die magma baie langer in n semi-plastiese toestand gebly het en sou dus as gevolg van die invloed van stygende magma aan voortdurende veranderings onderworpe wees. Hierdie stygende magma wat van onder af ingeforseer is, sou met die magma wat in n semi-plastiese toestand in die pyp teenwoordig was, meng, en die oorspronklike kimberliet sou òf verryk, òf verarm aan diamante geword het, na gelang die invloeiende magma ryk of arm aan diamante was.

Hoewel die diamantinhoud van pype en gange toevallig is, is daar volgens Williams (1932, 241) geen twyfel nie dat die pype en gange wat eerste opgevol is, n laer diamantinhoud het as die pype en gange wat later opgevol is. Om hierdie stelling te staaf stel hy die volgende proses voor: kristallasie van koolstof as diamant sou op n beperkte skaal plaasvind gedurende die vroeë stadia van stolling van die oorspronklike magma as plutoniese gesteente en wel as gevolg van die konsentrasie van die koolstofinhoud. Nadat inplasing van die magma begin plaasvind het, sou die toestande vir die konsentrasie van koolstof en die kristallasie daarvan as diamant gunstiger wees ⁵⁰⁰⁵ as in die oorblywende magma, wat op n later stadium ingeplaas word en dus n hoër diamantinhoud het. Volgens hierdie proses moes die differensiasie van die koolstof vòòr die kristallasie daarvan as diamant, in oplossing plaasgevind het om die verskil in die diamantinhoud van verskillende gange en pype te kan verklaar.

Met inagneming van die mineralogie van kimberliet en die teksturele kenmerke van die samestellende minerale, word hiermee 'n nuwe hipotese vir die ontstaan van kimberliet voorgestel, wat gebaseer is op die aanvaarding van die bestaan van lae van peridotiet en eklogiet en moontlik ook granaat-peridotiet in die boonste sones van die aarde se mantel soos uit geofisiese, geochemiese en petrologiese gegewens afgelei kan word (Turner en Verhoogen, 1960, 435; Barth, 1962, 12 - 14; Kushiro en Kuno, 1963, 76; Ringwood, 1958, 211). Dat enige voorgestelde hipotese tot 'n groot mate op spekulasie berus, kan nie betwis word nie, veral omdat min bekend is aangaande die gedrag van gesteentes op die diepte vanwaar kimberliet afkomstig is, waar onbekende faktore, wat nie eksperimenteel nageboots kan word nie, sonder twyfel 'n belangrike rol sal speel.

Die ontstaan van kimberliet, en daarmee saam ook die ontstaan van die essensiële minerale van die kimberliet naamlik flogopiet en kalsiet, is 'n ope vraag. Deer, Howie en Zussman (1962, 3, 51) meen dat flogopiet moontlik kan ontstaan deur metasomatiese vervanging van peridotiet, gepaardgaande met die byvoeging van F, P, Ti en CO₂.

Wade en Prider (1940, 83) meen dat die leusiethoudende gesteentes van Kimberley, Wes-Australië, waarin flogopiet ook voorkom, deur differensiasie uit 'n peridotietmagma ontstaan het soos die bekende kimberliete van Suid-Afrika, en dat die leusiethoudende gesteentes en mika-peridotiete (waaronder hulle ook kimberliet klassifiseer) geochemies geassosieer is. Volgens Wade en Prider (1940, 85 - 86) is kimberliet en die leusiethoudende gesteentes van Wes-Australië nou verwant aan 'n peridotietmagma.

Uit eksperimentele werk wat deur Yoder en Tilley (1962, 518) gedoen is om 'n verklaring vir die oorsprong van basaltiese magmas te bied, blyk dit dat basaltiese magmas uit smelting van verskillende tipes gesteentes verkry kan word. Die belangrike gevolgtrekking wat hieruit gemaak kan word, is dat die komplekse aard van 'n nie-homogene bron-

gesteente vloeistowwe van verskillende soortlike samestellings by 'n sekere diepte kan laat ontwikkel wanneer dit smelt. Hierdie moontlikheid moet in gedagte gehou word by die gebruik van eksperimentele gegewens om die oorsprong van magmas te verklaar.

As bewys kan word dat differensiële smelting van peridotiet, granaat-peridotiet of eklogiet aanleiding kan gee tot die ontwikkeling van 'n vloeistof waaruit flogopiet (en moontlik ook kalsiet) kan kristalliseer, en die kalsiet word beskou as van magmatiese oorsprong te wees (Wyllie en Tuttle, 1960, 43), kan die kimberlitiese vloeibare stof beskou word as die produk van gedeeltelike smelting van die peridotitiese en/of eklogitiese mantellae.

By die hoë druk wat op hierdie diepte heers is die gesteentes in 'n super-kritieke toestand, sodat verligting van druk gedeeltelike smelting behoort te veroorsaak. Die verligting van druk kan teweeggebring word deur isostatiese opheffing, of tektoniese bewegings wat sones van swakheid veroorsaak waarlangs indringing kan plaasvind.

Die uitgesmelte vloeistof se samestelling sal waarskynlik sodanig wees dat flogopiet en kalsiet daaruit kan kristalliseer as die druk en temperatuur verlaag word, maar nie so dat flogopiet daarin kan oplos nie. Met behulp van gasse, waarvan die kimberlitiese vloeistof waarskynlik 'n hoë inhoud gehad het, sou die oorliggende peridotiet en eklogiet verbrokkel raak, en sou die bestanddele van hierdie lae as xenokriste in die vloeibare sisteem geïnkorporeer word. Aangesien die sisteem versadig sou gewees het ten opsigte van flogopiet, sou dit nie die flogopiet van die oerliggende lae kon smelt en in die sisteem opneem nie, sodat die flogopiet, en daarmee saam ook die ander xenokriste, slegs afronding sou ondergaan het. Die diamante wat uit die eklogitiese lae opgeneem is, sou as gevolg van hulle hoë abrasieweerstand min afronding ondergaan het. Die gebreekte stukke diamante wat so dikwels in kimberliet aangetref word, kon in die beweging na boontoe gebreek geraak het deur

skokke wat deur bewegende malende xenoliete daarop uitgeoefen is.

As hierdie hipotese aanvaar word, is dit nie moeilik om te verklaar waarom slegs enkele pype of gange in n gangswerm diamanthoudend is nie. Die eerste opwelling van vloeibare stof wat die diamanthoudende lae deurbreek het, sou al die xenokriste van olivien, granaat en diamante, en ook ander xenokriste kon meegevoer het. Met n tweede opwelling van vloeibare stof in dieselfde voerkanaal, sou daar geen oorblywende mantellae meer in die voerkanaal gewees het om opgeneem en meegevoer te word nie, met ander woorde, n tweede opwelling sou n „skoon“ kanaal gehad het om in op te styg. Naby die grondoppervlak sou so n tweede opwelling, en ook latere opwellings, in ander nate en breuke wat reeds bestaan het, beland het.

Hierdie verklaring bied miskien n oplossing vir die feit dat diamante alleen in konsentrate voorkom waarin ook granaat en olivien gevind word.

Die skaarsheid van flogopiet as grondmassabestanddeel in sommige van die groter pype van ander bekende voorkomste, wat daartoe lei dat hulle as basaltiese variëteite geklassifiseer word, kon miskien veroorsaak gewees het deurdad die drukverligting in sulke pype so groot en vinnig was, dat toestande vir kristallisatie van flogopiet nie gunstig was nie.

MOONTLIKE VERBAND TUSSEN KIMBERLIET

EN KARBONATIET

Die probleem van die ontstaan van kimberliet is in sommige opsigte soortgelyk aan die probleem van die ontstaan van karbonatiet.

Terwyl kimberliet aanvaar word om van diepge-sete oorsprong te wees, is die moontlikheid dat die magma wat verantwoordelik was vir die ijoliet-karbonatietkomplekse, ook van diepge-sete oorsprong is, deur verskillende skrywers voorgestel (Smith, 1956, 214). Die moontlikheid dat kimberliet en karbonatiet ook petrogeneties verwant mag wees, is deur Brøgger en von Eckermann (Smith, 1956, 214) geopper. Barth (1962, 213) meen ook dat die oorspronklike indringing by die Alnö karbonatiet-kompleks, wat deur von Eckermann ondersoek is, uit 'n kimberlitiese magma („carbonated alkali peridotite“) bestaan het, wat deur differensiasie, reaksie met newegesteentes en outometamorfe reaksies 'n verskeidenheid rotstipes tot stand gebring het. Von Eckermann (1950, 97) maak ook melding van die teenwoordigheid van radiale kimberlietgange wat met die karbonatietkompleks van Alnö geassosieer is.

Die verskillende hipoteses oor die ontstaan van karbonatiete word deur Pecora (1956, 1549 - 1550) saamgevat, en in vier breë groepe soos volg ingedeel:

- (i) Die karbonatiet is van magmatiese oorsprong.
- (ii) Die karbonatiet is van hidrotermale oorsprong.
- (iii) Die karbonatiet verteenwoordig veranderde xenoliete.
- (iv) Die karbonatiet het deur gasoordrag tot stand gekom.

Wyllie en Tuttle (1960, 43) het eksperimenteel vasgestel dat 'n karbonatiet wel met of sonder 'n dampfase kan bestaan. Dit verleen steun aan die idee van 'n magmatiese oorsprong van karbonatiete. In die lig hiervan is die teenwoordigheid van

kalsiet in die grondmassa van kimberliet dan ook geen probleem nie.

As die waarskynlike wyse van oorsprong, die manier van inplasing, en die kwalitatiewe mineraalversameling van karbonatietkomplekse vergelyk word met diè van kimberliet, wil dit voorkom asof daar tog 'n genetiese verwantskap tussen die twee soorte indringings mag bestaan, afgesien daarvan dat granaat baie selde en diamante glad nie in karbonatiete aangetref is nie. Hoewel daar geen bewys daarvoor bestaan nie, word hierdie idee tog as 'n tentatiewe moontlikheid gencem. Waar die presiese genetiese verband geleë is, en waarom hierdie twee tipes indringings op die oog af so verskillend is, ook as gevolg van latere mineralisasie van sommige karbonatiete, is vrae waarvoor daar tans geen antwoorde bestaan nie.

Ten slotte mag miskien net daarop gewys word dat in die vulkaniese provinsie by Groot Brukkaros in die Sperrgebiet, Suidwes-Afrika, beide karbonatiet en kimberlietgange en -pype saam met ander ultrabasiese gesteentes voorkom (H. Martin, persoonlike mededeling). 'n Deeglike ondersoek van hierdie gebied mag miskien meer lig werp op die moontlikheid van 'n genetiese verwantskap tussen kimberliet en karbonatiet.

OPSOMMING

Die veldverhoudings, strukture, mineralogie en petrologie van die kimberlietgange en -blase op Bellsbank, Mitchemanskraal, Doornkloof en Sover, distrik Barkly-wes, is ondersoek met die doel om inligting aangaande die ontstaan van die kimberliet en sy geassosieerde minerale in te win. Ter aanvulling van die mineralogiese en petrologiese ondersoek is vyf verteenwoordigende monsters van kimberliet uit die hooflokaliteite chemies laat ontleed om die samestelling van die oorspronklike intrusiewe kimberlitiese vloeistof te probeer vasstel.

Die inplasing van die kimberlietgange en -blase is beheer deur bestaande breuksisteme wat moontlik aan na-Waterbergse diastrofisme gekoppel kan word. Die ouderdom van die gange in die ondersoekte gebied kan slegs met sekerheid as na-Karoc vasgestel word. Die blase kon moontlik as voerkanale vir die indringing van die kimberliet naby die grondoppervlak gedien het, maar dit is byna seker, na analogie van ander bekende kimberlietvoorkomste, dat die hoofvoerkanale in die diepte gangvormig is. Geen ouderdomsverskil tussen die inplasing van die gange en blase kon met sekerheid vasgestel word nie.

Op grond van mineralogiese gegewens en modale analyses word die vroeëre beskouing van kimberliet as 'n peridotiet verwerp, en word kimberliet beskou as 'n flogopiet-karbonaatgesteente wat insluitels van verbrokkelde peridotitiese en eklogitiese gesteentes bevat. Kimberliet word verder beskou as bestaande essensieel uit flogopiet en karbonaat (hoofsaaklik kalsiet), met bykomstige apatiet, perovskiet en ilmeniet, asook toevallige xenokriste van olivien, flogopiet, granaat, chroom-diopsied en diamant.

Die knollerige insluitels in die kimberliet bestaan hoofsaaklik uit verskillende kombinasies van die minerale olivien, granaat, orto- en klinopirokseen en flogopiet, waarvan die optiese gegewens ooreenstem met dié van soortgelyke minerale

wat as xenokriste in die kimberliet aangetref word (met die uitsondering van orto- en klinopirokseen wat nie in slypplaatjies as xenokriste aangetref is nie). Dit steun die idee dat die eintlike „kimberliet“ essensieel slegs uit flogopiet en kalsiet bestaan. Hierdie knollerige insluitels word beskou as afkomstig uit die boonste lae van die mantel, wat deur eruptiewe prosesse verbrokkel is en as xenoliete in die kimberliet geïnkorporeer is. Die verbrokkelingsproses het voortgeduur tydens die beweging na boontoe, sodat olivien, granaat, flogopiet, pirokseen en diamant as xenokriste in die grondmassa van die kimberliet versprei is.

Die kenmerke van die kimberliet dui aan dat dit by 'n lae temperatuur en in 'n vloeibare toestand ingeplaas is. Die beste verklaring vir al die strukturele, teksturele en mineralogiese kenmerke van die kimberliet kan verkry word deur te aanvaar dat die kimberliet as 'n super-kritieke tweefasesisteam, bestaande uit gas-vloeistof en vaste stof, ingeplaas is langs sones van swakheid wat deur tektoniese bewegings veroorsaak is.

As bewys kan word dat differensiële smelting van peridotitiese of eklogitiese gesteentes aanleiding kan gee tot die ontwikkeling van 'n vloeistof waaruit flogopiet (en moontlik ook kalsiet) kan kristalliseer, en die kalsiet word as van magmatiese oorsprong beskou, kan die ultrabasiese kimberliet beskou word as 'n produk van gedeeltelike smelting van die peridotiet en/of eklogiet in die boonste dele van die mantel.

Ten slotte word die moontlikheid dat kimberliet en karbonatiet geneties verwant mag wees, baie tentatief genoem.

BEIDANKINGS

Hiermee word erkentlikheid en dank vir hulp teenoór die volgende instansies en persone uitgespreek:

Die Suid-Afrikaanse Wetenskaplike en Nywerheidsnavorsingsraad vir n navorsingsbeurs ter dekking van die onkoste aan hierdie werk verbonde; dr. F.C. Truter, direkteur van die Geologiese Opname van Suid-Afrika, deur wie se bemiddeling chemiese analyses gedoen is; mnr. L.N.J. Engelbrecht, van die Geologiese Opname van Suid-Afrika, vir die beskikbaarstelling van lugfoto's en oppervlakgegewens wat deur hom op Bellsbank ingesamel is; mnr. en mev. J.M. du Plessis, van Barkly-wes, vir verblyf en belangstelling gedurende die veldondersoek; mnre. J.M., A.M., W.A. en H.S.A. du Plessis, R.C. Versluis en D.P. du Bruyn, myneienaars, en mnre. L. Lombard en S. Prinsloc van die kantoor van die Mynkommissaris op Barkly-wes, vir gewaardeerde bystand en belangstelling; mnr. P.D.F. Rossouw, van die Geologie-departement, Stilfontein Gold Mining Co. Ltd., vir die pantografiese reduksie van plate II A en B; prof. P.B. Ackermann en mnr. A.A. Bisschoff, van die Geologiedepartement aan die Potchefstroomse Universiteit vir C.H.O., vir leiding, hulp, advies en belangstelling gedurende die ondersoek; die ouers van die skrywer, mev. en wyle mnr. C.J. Bosch, vir finansiële en morele ondersteuning en nimmer-eindigende belangstelling in die werk.

11

VERWYSINGS

- BARTH, T.F.W. (1962) Theoretical petrology. 2d. ed.
John Wiley and Sons Inc.,
New York, London, 416 bll.
- BONNEY, T.G. (1907) On the supposed kimberlite
magma and eclogite concre-
tions.
Trans. geol. Soc. S.Afr.,
10, 95 - 100.
- BCWEN, N.L. and TUTTLE, O.F. (1949) The system
MgO - SiO₂ - H₂O.
Bull. geol. Soc. Amer.,
60, 439 - 460.
- BOYD, F.R. and ENGLAND, J.L. (1959-60) Minerals
of the mantle.
Yearb. Carneg. Instn, 59,
47 - 52.
- CHAYES, F. (1949) A simple point-counter
for thin-section analysis.
Amer. Miner., 34, 1 - 11.
- CORSTORPHINE, G.S. (1907) The occurrence in kim-
berlite of garnet-pyroxene
nodules carrying diamonds.
Trans. geol. Soc. S.Afr.,
10, 65 - 68.
- DAVIDSON, C.F. (1957) The diamond fields of
Yakutia. Min. Mag., Lond.,
97, 329 - 338.
- DAWSON, J.B. (1962) Basutoland kimberlites.
Bull. geol. Soc. Amer.,
73, 545 - 560.

DEER, W.A., HOWIE, R.A. and ZUSSMAN, J. (1962) Rockforming minerals, Vol. 3, Sheet silicates. London, Longmans, 270 bll.

DU TOIT, A.L. (1906) Geological Survey of the eastern portion of Griqualand West. 11th Rep. geol. Comm. Cape of Good Hope, 89 - 176.

..... (1956) The geology of South Africa. Oliver and Boyd, Edinburgh, 611 bll.

FAIRBAIRN, H.W. (1943) Packing in ionic minerals. Bull. geol. Soc. Amer., 54, 1305 - 1374.

FYFE, W.S. and TURNER, F.J. (1958) Correlation of metamorphic facies with experimental data, 149 - 185, in: Fyfe, W.S., Turner, F.J. and Verhoogen, J. Metamorphic reactions and metamorphic facies. Mem. geol. Soc. Amer., 73, 259 bll.

GLASSTONE, S. (1956) The elements of physical chemistry. Macmillan & Co. Ltd., London, 695 bll.

GERRYTS, E. (1951) The petrology of the kimberlites at the Premier (Transvaal) diamond mine, South Africa. Ongepubliseerde Ph.D-thesis, McGill-universiteit, Montreal, 100 bll.

- GRANTHAM, D.R. and ALLEN, J.B. (1960) Kimberlite in Sierra Leone. Overseas Geol. miner. Resour., 8, 5 - 25.
- HALL, A.J. (1941) The relation between colour and chemical composition in biotites. Amer. Miner., 26, 29 - 33.
- HARGER, H.S. (1905) The diamond pipes and fissures of South Africa. Trans. geol. Soc. S.Afr., 8, 110 - 134.
- HESS, H.H. (1933) The problem of serpentinitization and the origin of certain chrysotile, talc and soapstone deposits. Econ. Geol., 28, 634 - 657.
- HOLMES, A. (1936) A contribution to the petrology of kimberlite and its inclusions. Trans. geol. Soc. S.Afr., 39, 379 - 427.
- HOLMES, A. and HARWOOD, F. (1932) Petrology of the volcanic fields east and south-east of Ruwenzori, Uganda. Quart. J. geol. Soc. Lond., 88, 370 - 442.
- JOHANNSEN, A. (1939) A descriptive petrography of the igneous rocks, Vol I. Univ. of Chicago Press, Chicago, 318 bll.

- KENNEDY, G.C. (1962) The origin of continents, mountain ranges and ocean basins, 349 - 362, in: White, J.F. Study of the earth. Prentice-Hall International, Inc. London, 408 bll.
- KRAUSE, H.L. (1907) Bespreking. Trans. geol. Soc. S.Afr., 10, xlix - liii.
- x·
McBIRNEY, A.R. (1959) Factors governing emplacement of volcanic necks. Amer. J. Sci., 257, 431 - 448.
- MIKHEYENKO, V.I. and MENASHEV, N.I. (1962) Absolute age of formation and relative age of intrusion of the kimberlites of Yakutia. Int. Geol. Rev., 4, 916 - 924.
- PARTRIDGE, F.C. (1934) The identification of kimberlite and kimberlite minerals by spectroscopic and other methods. Trans. geol. Soc. S.Afr., 37, 205 - 211.
- PECCRA, W.T. (1956) Carbonatites: A review. Bull. geol. Soc. Amer., 67, 1537 - 1555.
- POLDERVAART, A. (1950) Correlation of physical properties and chemical composition in the plagioclase, olivine and orthopyroxene series. Amer. Miner., 35, 1067 - 1079.

- REYNOLDS, D.L. (1954) Fluidization as a geological process, and its bearing on the problem of intrusive granites.
Am. J. Sci., 252, 577-613.
- RINGWOOD, A.E. (1958) The constitution of the mantle - III.
Consequences of the olivine-spinel transition.
Geochim. et Cosmoch. Acta, 15, 195-212.
- ROSS, C.S., FOSTER, M.D. and MYERS, A.T. (1954)
Origin of dunites and olivine-rich inclusions in basaltic rocks.
Amer. Miner., 39, 693-737.
- SHAND, S.J. (1934) The heavy minerals of kimberlite.
Trans. geol. Soc. S.Afr., 37, 57-68.
- (1950) Eruptive rocks.
Thomas Murby & Co.,
London, 488 bll.
- SMIRNOV, G.I. (1959) Mineralogy of Siberian kimberlites.
Int. Geol. Rev., 1, 12, 21-39.
- SMITH, W. CAMPBELL (1956) A review of some problems of African carbonatites.
Quart. J. geol. Soc. Lond., 122, 189-219.
- TALJAARD, M.S. (1936) South African melilite basalts and their relations.
Trans. geol. Soc. S.Afr., 37, 281-316.

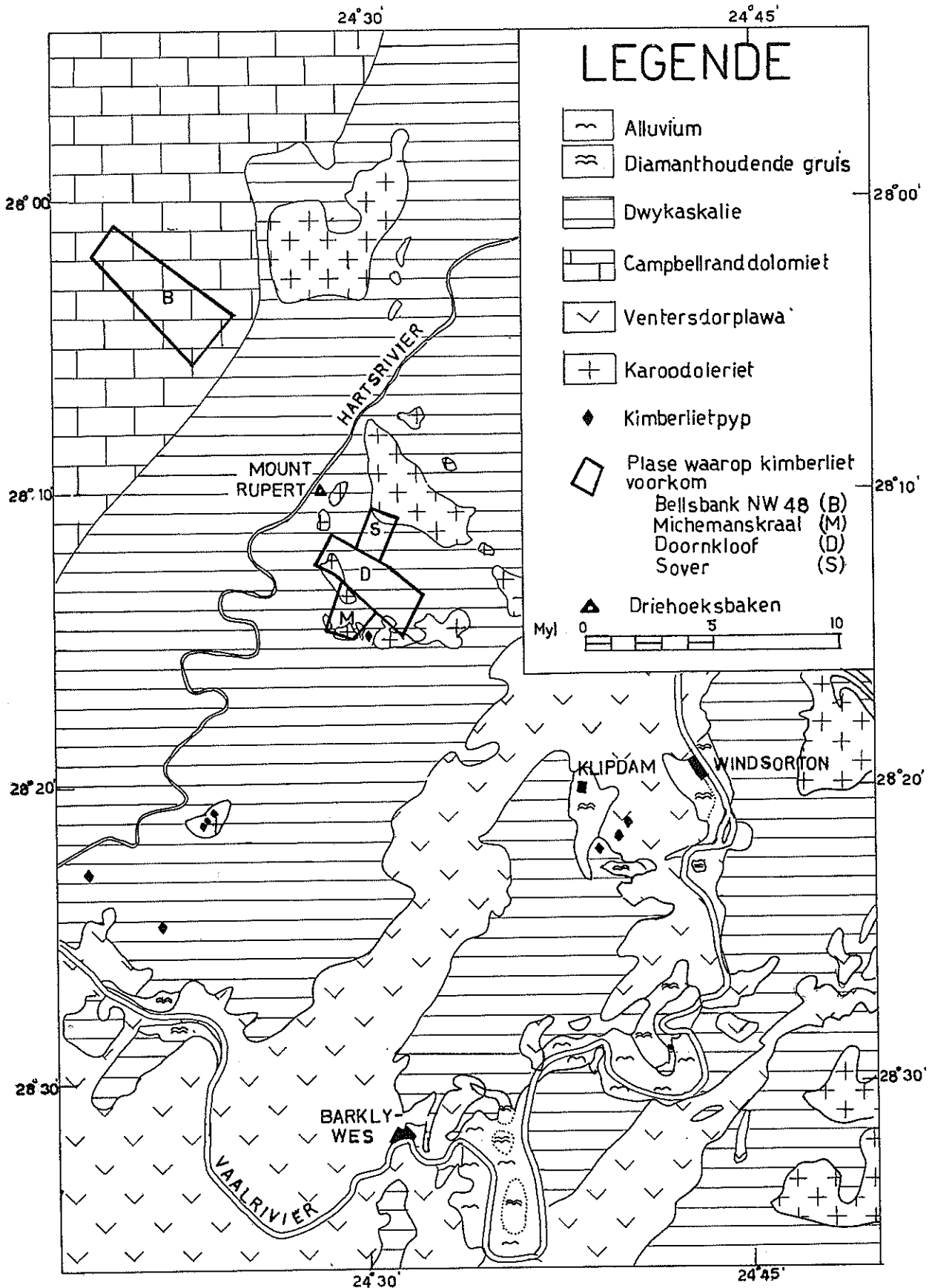
- TURNER, F.J. and VERHOOGEN, J. (1960) Igneous and metamorphic petrology. McGraw-Hill Book Co., Inc., London, 694 bll.
- VOIT, F.W. (1907 a) Kimberlite dykes and pipes. Trans. geol. Soc. S.Afr., 10, 69-74.
- (1907 b) The origin of diamonds. Trans. geol. Soc. S.Afr., 10, 75-80.
- (1907 c) Further remarks on the kimberlite rock and the origin of diamonds. Trans. geol. Soc. S.Afr., 10, 101-106.
- VON DESSAUER, A. (1907) Bespreking. Trans. geol. Soc. S.Afr., 10, xlviii.
- VON ECKERMANN, H. (1950) The genesis of the Alnö alkaline rocks. Int. geol. Congr., Rep. 18th Sess., G.B., part III, 94-101.
- WADE, A. and PRIDER, R.T. (1940) The leucite-bearing rocks of the West Kimberley area, Australia. Quart. J. geol. Soc. Lond., 96, 39-98.
- WAGNER, P.A. (1914) The diamond fields of Southern Africa. Transvaal Leader, Johannesburg, 347 bll.

- WAGNER, P.A. (1928) The evidence of the kimberlite pipes on the constitution of the outer part of the earth. S.Afr. J. Sci., 25, 127-148.
- WATSON, K.D. (1955) Kimberlite at Bachelor Lake, Quebec. Amer. Miner. 40, 565-579.
- WILLIAMS, A.F. (1932) The genesis of the diamond. 2 vols, Ernest Benn, Ltd., London, 636 bll.
- WILSHIRE, H.G. and BINNS, R.A. (1961) Basic and ultrabasic xenoliths from volcanic rocks of New South Wales. J. Petrol., 2, 185-208.
- WILSON, N.W. (1958) Kimberlite intrusions. Min. Mag., Lond., 98, 92-93.
- WYLLIE, P.J. and TUTTLE, O.F. (1960) The system $\text{CaO} - \text{CO}_2 - \text{H}_2\text{O}$ and the origin of carbonatites. J. Petrol., 1, 1-46.
- WYLLIE, P.J., COX, K.G. and BIGGAR, G.M. (1962) The habit of apatite in synthetic systems and igneous rocks. J. Petrol., 3, 238-243.
- YCDER, H.S. and TILLEY, C.E. (1962) Origin of basalt magmas: an experimental study of natural and synthetic rock systems. J. Petrol., 3, 342-532.

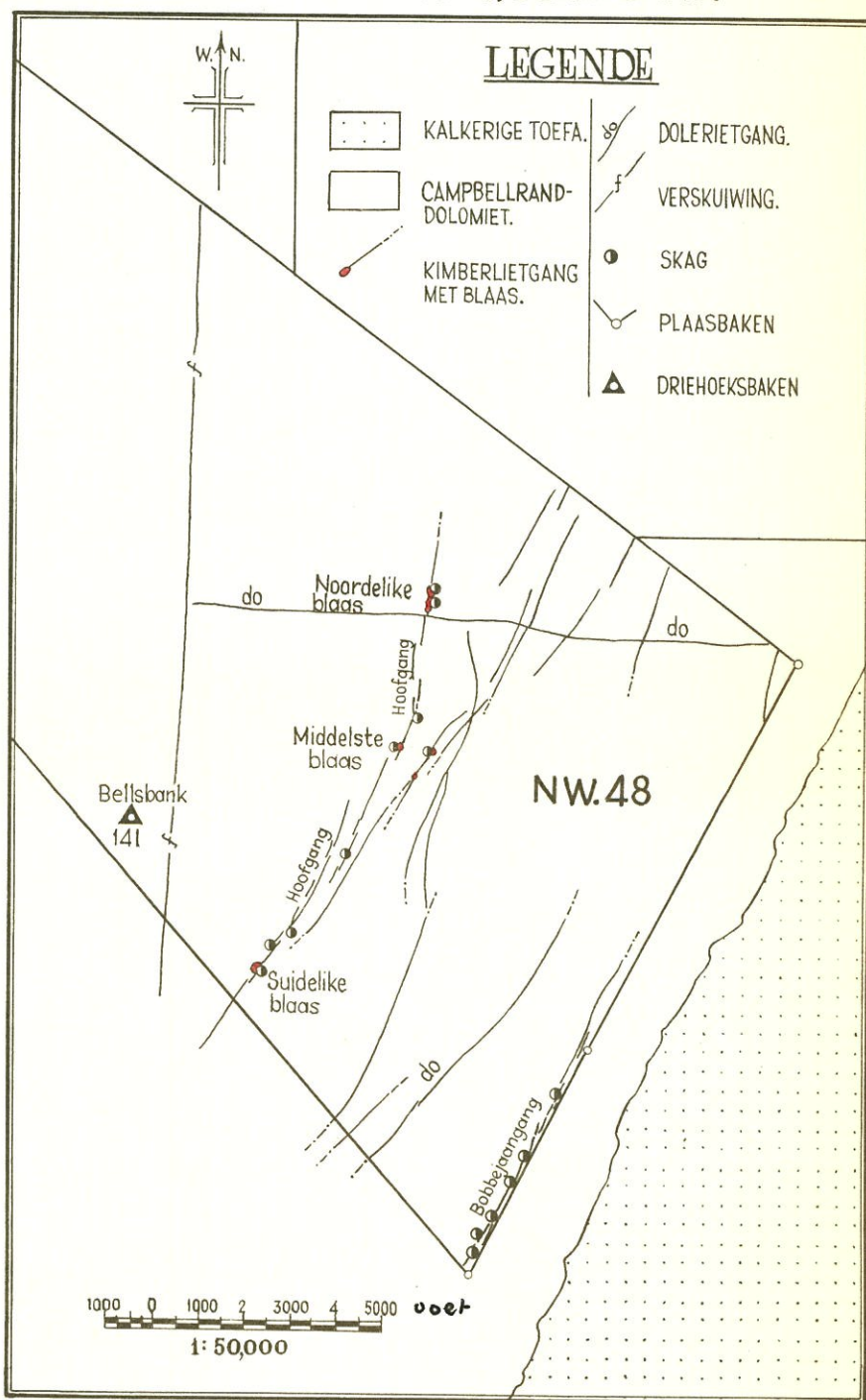
PLAAT I

VERALGEMEENDE KAART VAN DIE GEOLOGIE NOORD VAN BARKLY-WES

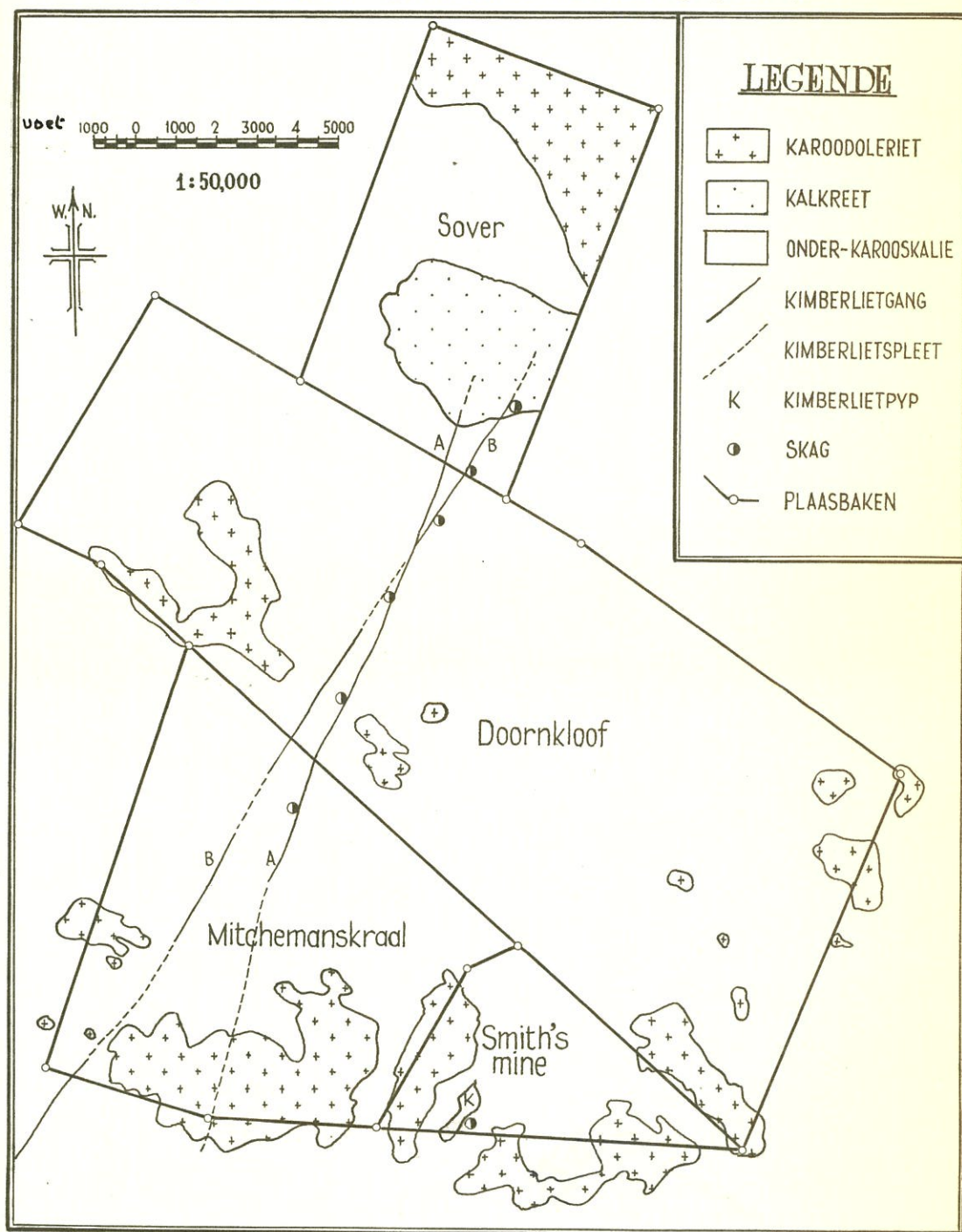
Volgens du Toit (1907) gewysig



KAART VAN KIMBERLIETGANGE EN-BLASE OP GEDEELTE NW.48, BELLSBANK



KAART VAN KIMBERLIETGANGE OP SOVER, DOORNKLOOF EN MITCHEMANSKRAAL



PLAAT III

A. Breksiëring van dolomiet (donkergrys) deur kimberliet (liggrys). Bellsbank. (Afmetings 11 x 7 duim).

B. Opbuiging van dolomiet-"plate" langs die strekking van n kimberlietgang. Bellsbank.

PLAAT III

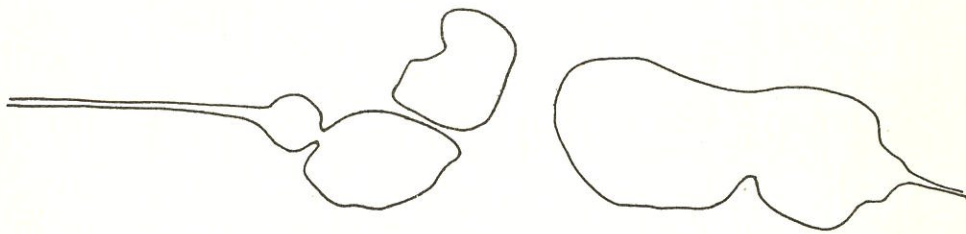


HORISONTALE PROJEKSIE VAN BLASE OP BELLSBANK

Gekarteer deur L.N.J.Engelbrecht

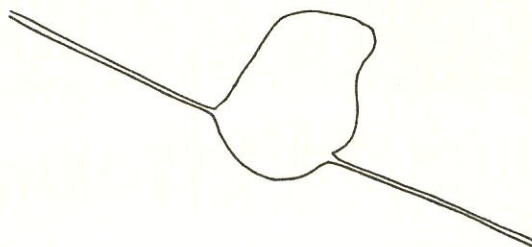


Noordelike blaas



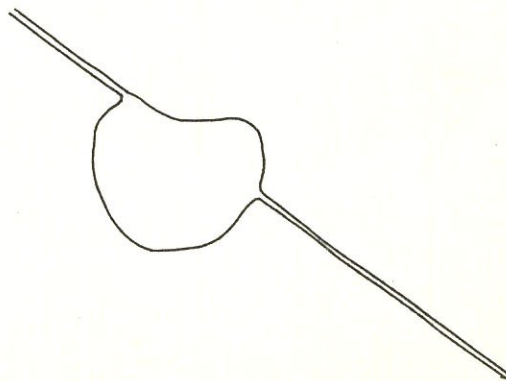
W.N. 

Middelste blaas



W.N. 

Suidelike blaas



W.N. 

PLAAT V

Gladde westelike wand van n uitgewerkte kimberliet-
pyp op Bellsbank. n Gedeeltelik ontginde kimberliet-
gang wat noord in die dolomiet streek is heel regs
sigbaar.

PLAAT V



PLAAT VI

A. Kontak van kimberliet (donker) en dolomiet (lig).
Bellsbank. Hier vertoon die kimberliet, direk in
kontak met die dolomiet, minder xenokriste as ver-
der weg van die kontak. (Afmettings 8 x 3 duim).

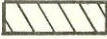
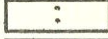
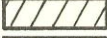



B. Kimberliet met 'n deel waarin xenokriste ontbreek
sonder enige variasie in grondmassa. ^{Bellsbank.} (Afmettings
 $6\frac{1}{2}$ x 4 duim).

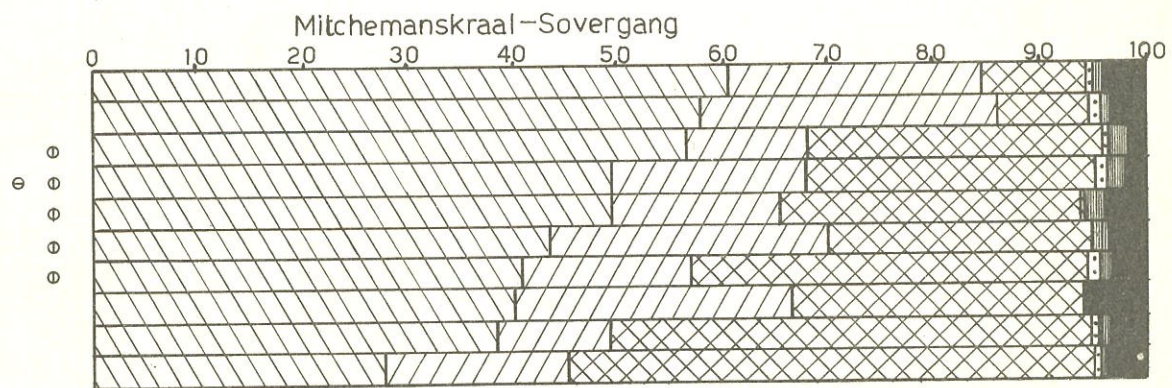
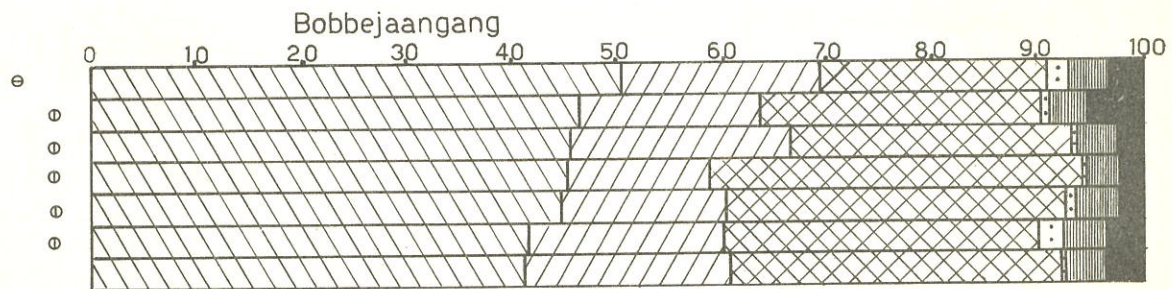
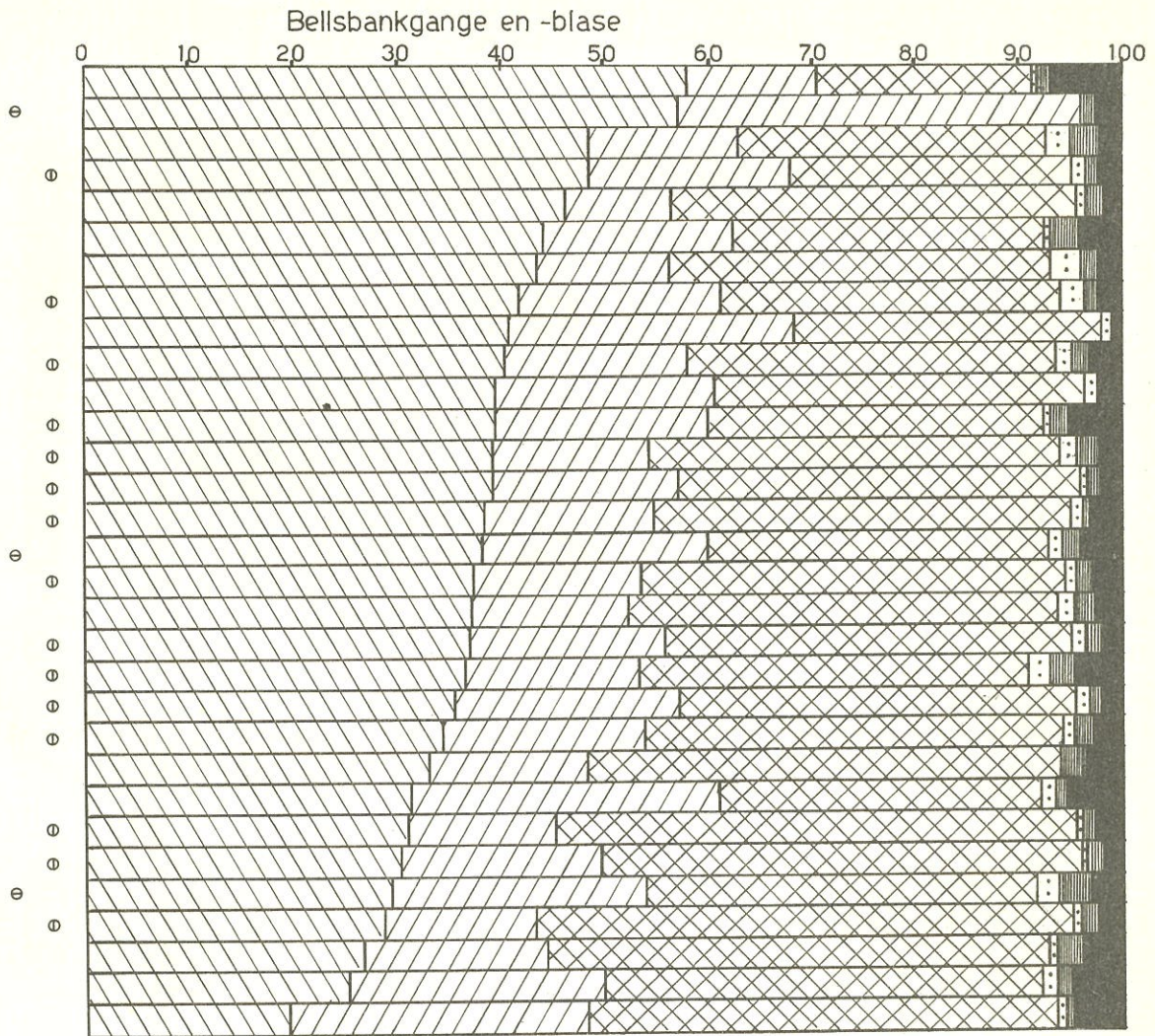
PLAAT VI



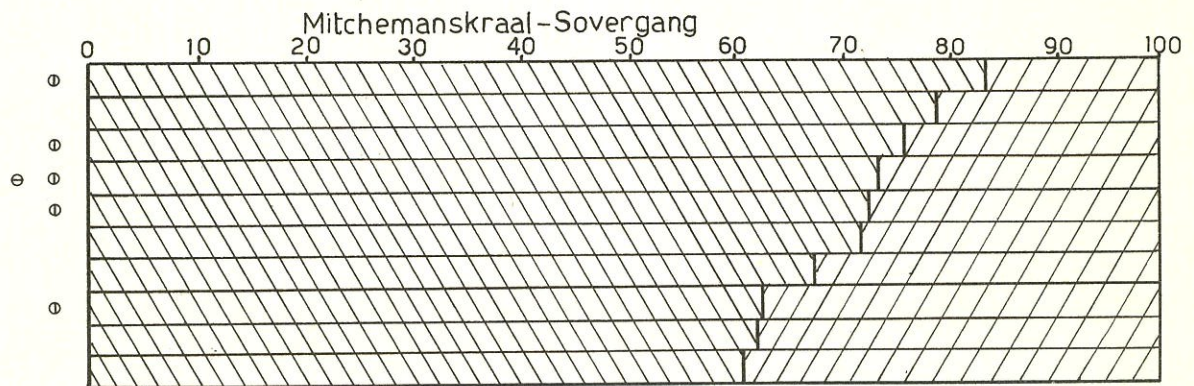
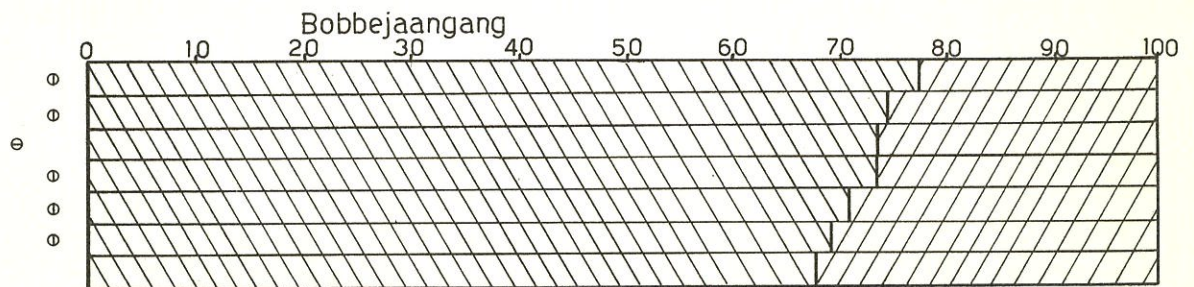
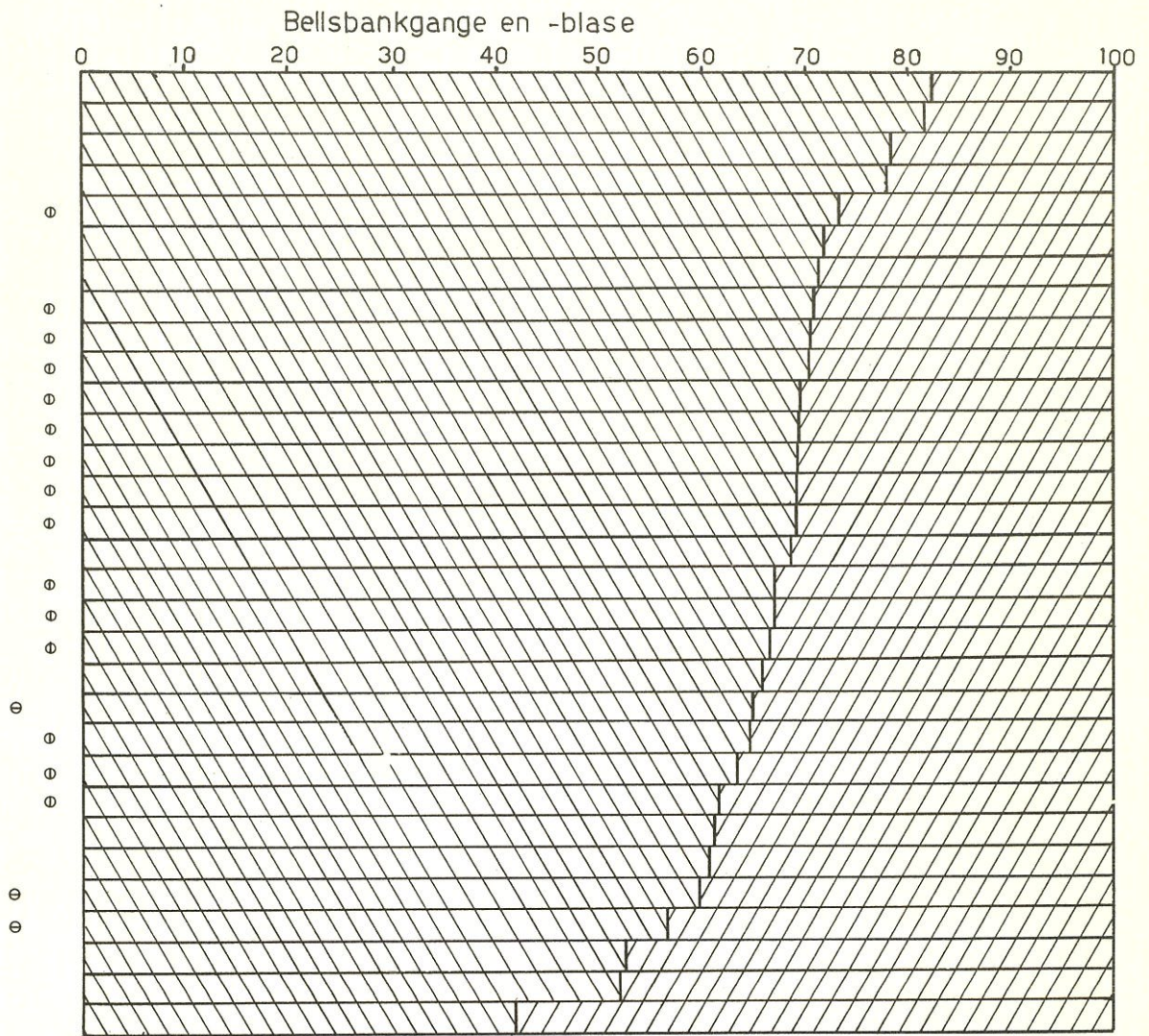
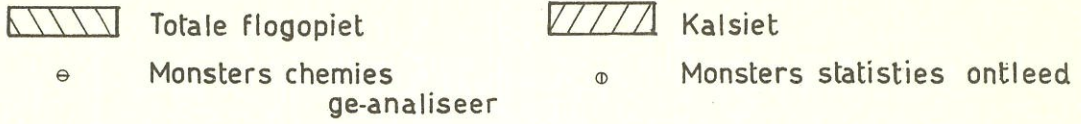
MIKROMETRIESE GEGEWENS

PLAAT VII

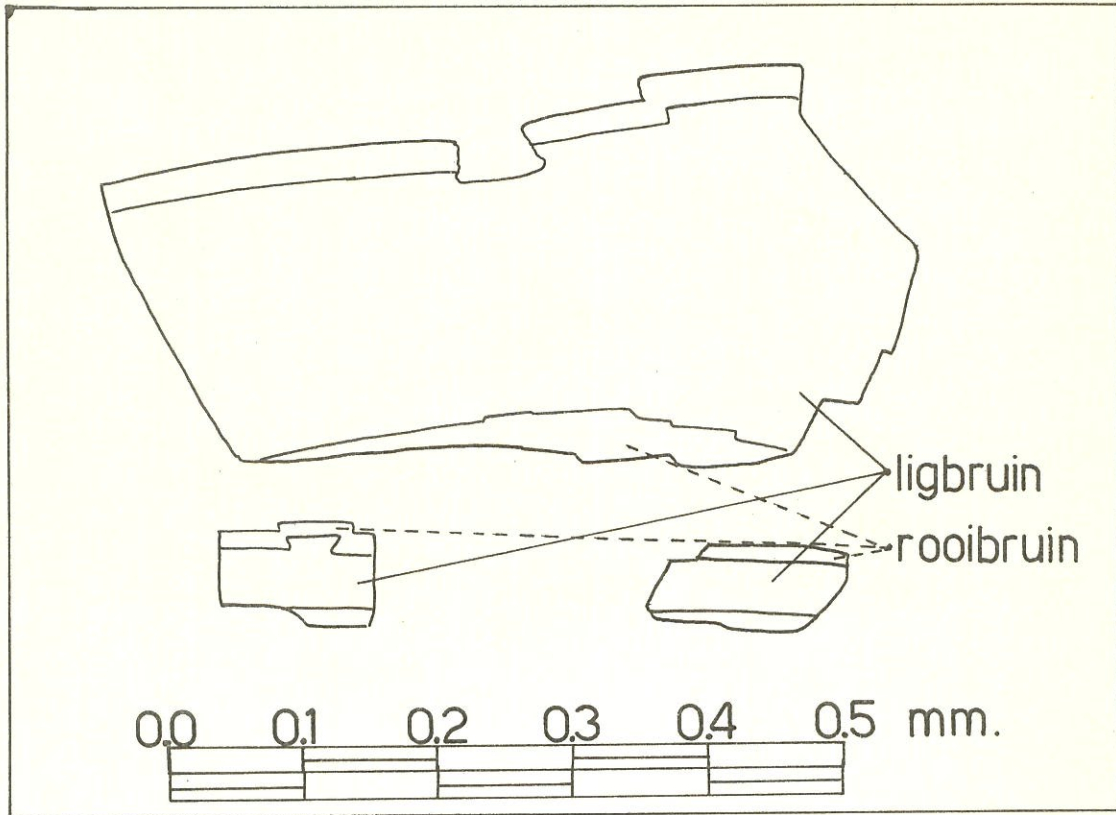
- | | | | |
|---|------------------------------|---|-----------------------------|
|  | Flogopiet (grondmassa) |  | Flogopiet (xenokriste) |
|  | Kalsiet |  | Apatiet |
|  | Olivien |  | Ondergeskikte bestanddele |
| ⊖ | Monsters chemies geanaliseer | ⊙ | Monsters statisties ontleed |



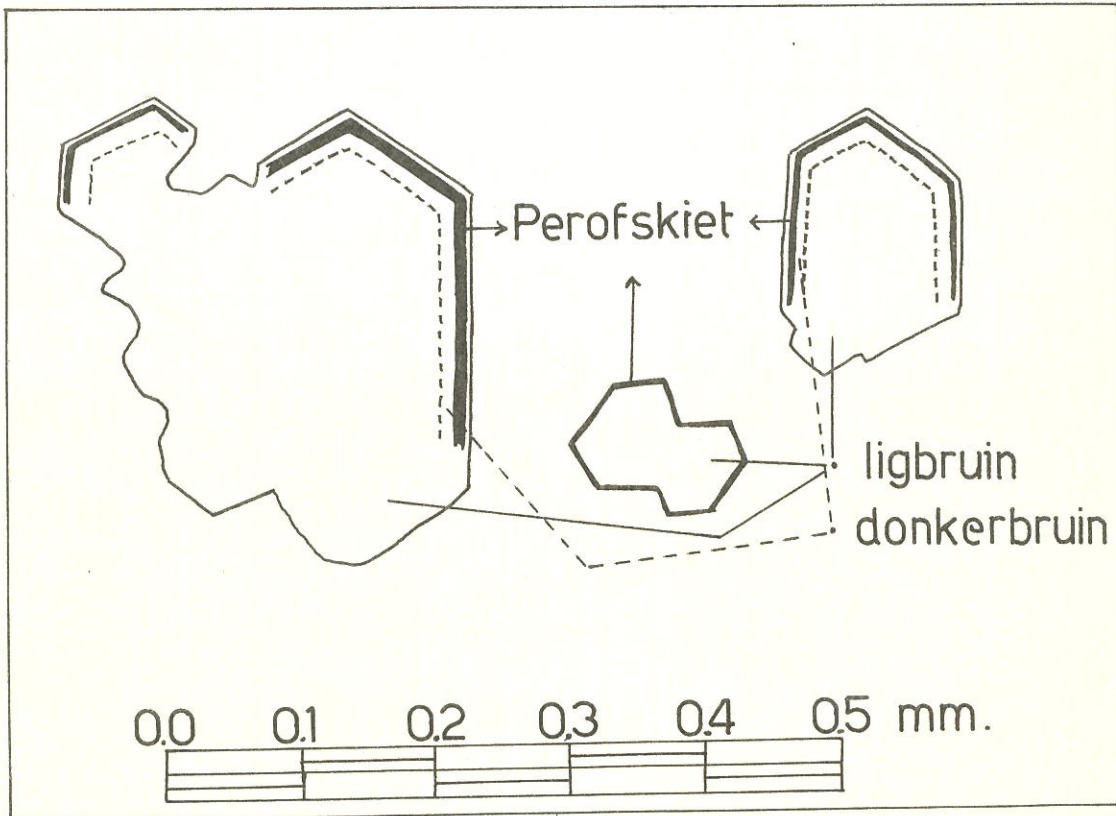
VERHOUDING VAN TOTALE FLOGOPIET TOT KALSIET



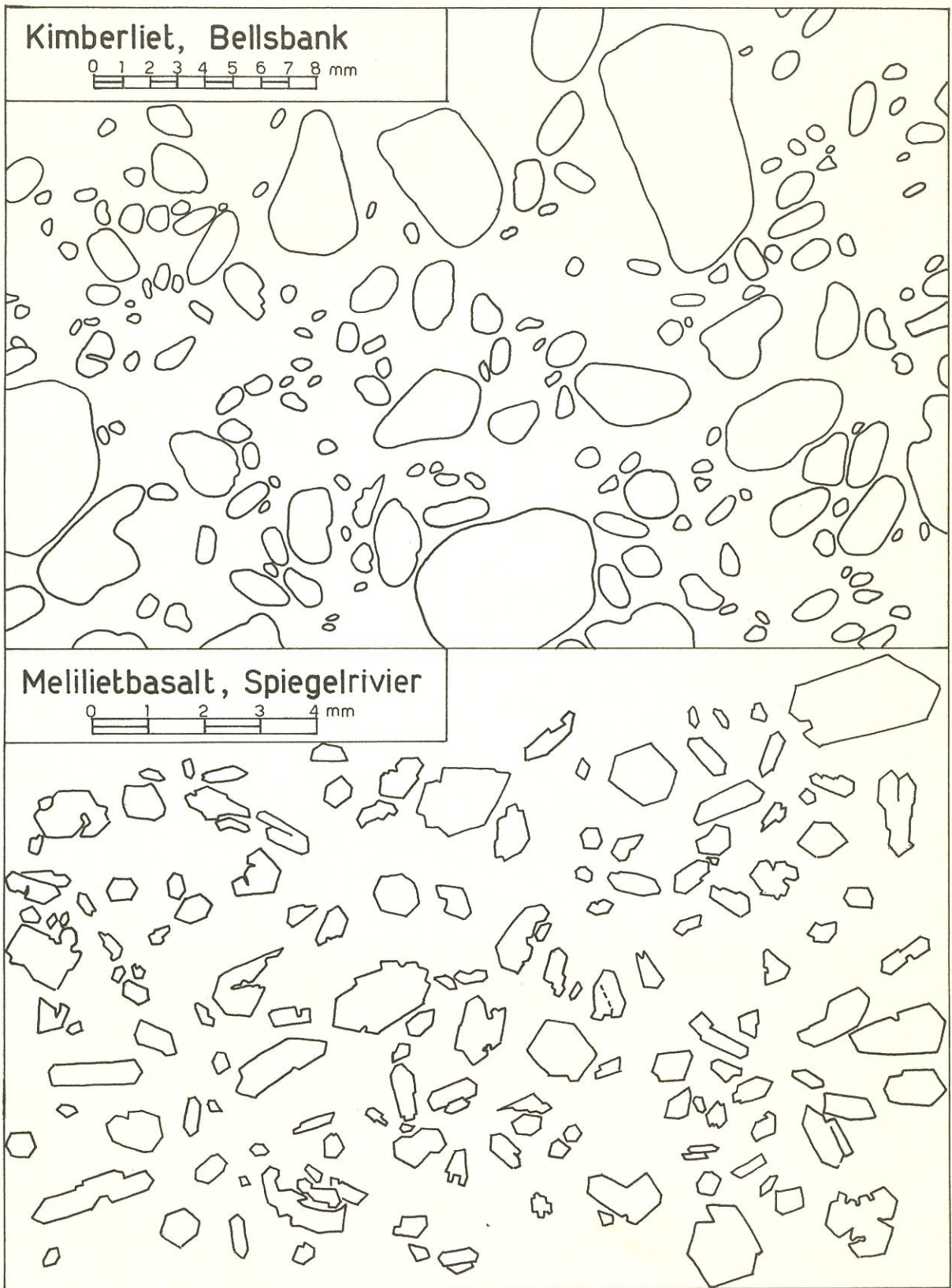
A. Sonebou in flogopiet



B. Flogopiet met sonebou en perofskietmantel



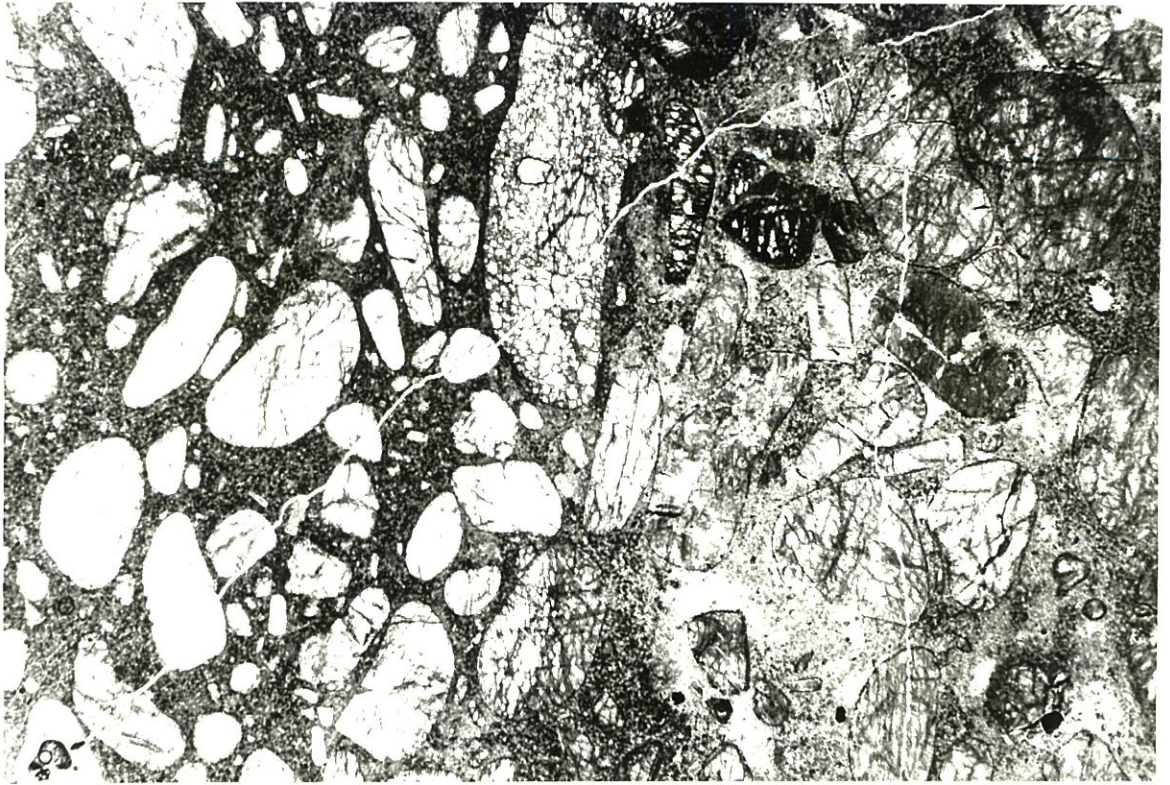
Tipiese mikroskoopvelde van kimberliet
 en melilietbasalt waarin slegs olivien
 nageteken is



PLAAT XI

Oneweredige serpentinisasie van kimberliet. Mitchemanskraal. Die een helfte van die slypplaatjie vertoon vars olivien terwyl die olivien in die ander helfte van die slypplaatjie volledig geserpentiniseer is. (Vergroting 3.8x)

PLAAT XI



PLAAT XII

Diamanthoudende granaatknoUe uit kimberliet.
(Sy van wit driehoekige oktaëdervlak van grootste
diamant is .25 duim):

PLAAT XII

