

DIE PETROLOGIE VAN DIE HIBRIDIESE GESTEENTES

VAN TWEEFONTEIN 385, DISTRIK VREDEFORT, O.V.S.

EN DIE GEOLOGIE VAN DIE OMGEWING

deur

W. C. J. BRINK BSc.

Verhandeling ter gedeeltelike voldoening aan die vereistes vir die

graad

Magister Scientiae

aan die

POTCHEFSTROOMSE UNIVERSITEIT VIR CHRISTELIKE HOER ONDERWYS

Januarie 1956

INHOUDSOPGAWE

	Bladsy
Doel van Onderzoek	1
Vorige Werk	2
Veldwerk	2
Petrografiese Metodes	3
Erkennings	4
ALGEMENE GEOLOGIE	5
Geomorfologie	5
Struktuur	6
Strekingsverskuiwings Ouer as die Oorstoting van die	
Granodioriet	8
Strekingsverskuiwings Gelyktydig met ^{die} Oorstoting van die	
Granodioriet	9
Strekingsverskuiwings Jonger as die Oorstoting van die	
Granodioriet	9
Argeïese Granodioriet	10
Dominionrifsisteem	12
Witwatersrandsisteem	12
Hospitaalheuwelserie	13
Orange Grovekwartsiet	13
Skalies en Leie Tussen die Orange Grovekwartsiet en die	
Spikkellaag	14
Spikkellaag	14
Skalies en Leie Tussen die Spikkellaag en Onderste	
Hospitaalheuwelkwartsiet	14
Hospitaalheuwelkwartsiete	15
Skalies en Leie Tussen Boonste en Onderste	
Hospitaalheuwelkwartsiete	16
Goewermentrifserie	17
Basiese Stollingsgesteentes Gesteentes met Pseudotagiliet .	17
Metadoleriet (Tipe II)	18
Metadoleriet (Tipe I)	18

Veranderde Doleriet	19
Onveranderde Doleriet	20
Pirokseniet	20
Kwartskeratofier"	20
"	
„Enstatietgranofier"	23
Sedimentêre Xenoliete	24
Xenoliete van Suur Stollingsgesteentes	25
Xenoliete van Basiese Stollingsgesteentes	27
Jonger „Karoo“-doleriet	27
Hibridiese Gesteentes	28
PETROLOGIE VAN DIE HIBRIDIESE GESTEENTES	30
Argeïese Granodioriet	30
Jonger „Karoo“-doleriet	33
Veldspaat	35
Olivien	36
Pirokseen	37
Mikropegmatiet	38
Bykomstige Minerale	39
Orde van Kristallisasie	39
Ouderdom van die Doleriet	40
Are en Sliere in die Doleriet	41
Pegmatitiese Are	41
Reomorfiese Are	42
Pegmatitiese Sliere	44
Kontakverhoudings van die Doleriet en Granodioriet	44
Kompleks van Hibridiese Gesteentes op Tweefontein 385	47
Hibridiese Tipe I	48
Hibridiese Tipe II	51
Hibridiese Tipe III	52
Hibridiese Tipe IV	54
Hibridiese Tipe V	56

	Bladsy
Struktuur.....	57
^{westelike} Suidelike deel van die Kompleks	57
^{ooselike} Noordelike deel van die Kompleks	57
Ander Voorkomste van Hibridiese Gesteentes	59
Voorkomste van Hibridiese Gesteentes op Waarom 178	59
Hibridiese Tipe I	60
Hibridiese Tipe II	60
Hibridiese Tipe III	60
Hibridiese Tipe IV	60
Hibridiese Tipe V	60
Voorkoms van Hibridiese Gesteentes op Venus 656	61
Voorkoms van Hibridiese Gesteentes op Hermanus 705	61
Hibridiese Gesteentes van Klipspruit 64	62
Reaksie-teksture en - Strukture in die Hibridiese Gesteentes ..	62
Reaksierande	62
Deurgroeiingsteksture	65
Mikropegmatiet	65
Deurgroeiing van Kwarts met Blokvormig-opgebreekte Veldspaat	67
Variasie van die Hibridiese Gesteentes Tussen die Jonger	
Doleriet en die Argeïese Granodioriet	71
Mafiese Minerale	71
Felsiese Minerale	72
Soortlike Gewig	73
Chemiese Variasie	74
Verhouding van Materiaal Afkomstig van die Dolerietmagma	
en Materiaal Afkomstig van die Granodioriet in die Hibridiese	
Gesteentes	77
Faktore wat Hibridisasie Bevorder en Bepaal het	78
Temperatuur van Dolerietmagma	78
Spoed van Afkoeling	79

	Bladsy
Gelyktydige Verstoring ten Tyde van Indringing	81
Tekstuur en samestelling van die Granodioriet	81
Die Proses van Hibridisasie	82
OPSOMMING EN GEVOLGTREKKINGS	91
VERWYSINGS	94

DIE PETROLOGIE VAN DIE HIBRIDIESE GESTEENTES VAN TWEEFONTEIN 385,
DISTRIK VREDEFORT, O.V.S. EN DIE GEOLOGIE VAN DIE OMGEWING

In die sektor van die Vredefortkoepel wat suid van die Vaalrivier tussen Parys en Vereeniging lê, kom hibridiese gesteentes tussen Argeïese granodioriet (Ou Graniet; Hall en Molengraaff, 1925; Nel, 1927) en jonger doleriet (gabbro van Tweefontein; Hall en Molengraaff, 1925; Nel, 1927) op verskeie plekke voor. Die vernaamste voorkoms is op Tweefontein 385, oos-noordoos van Parys en ongeveer 'n half myl noord vanwaar die pad na Sasolburg uit die nasionale pad na Vereeniging draai. Wes, oos en suid van Tweefontein 385 is daar verskeie ander soortgelyke maar kleiner voorkomste van hibridiese gesteentes, die liggings waarvan aangedui is op Kaart 111. Volledige beskrywings van die geologie en fisiografie van die gebied waarin hierdie gesteentes voorkom, is gegee deur Hall en Molengraaff (1925), Nel (1927) en Willemse (1937). 'n Gekleurde geologiese kaart op 'n skaal van 1:63,360 deur Nel (1927) dek die gebied waar hierdie hibridiese gesteentes voorkom. Die Topografiese kaart, Suid Afrika 1:50,000 Vel Weiveld 2627 DC, gee 'n goeie denkbeeld van die fisiografie van die gebied.

Doel van Onderzoek

Die huidige ondersoek is onderneem as deel van die herkartering van die Vredefortkoepel op 'n skaal van 1:10,000 waarmee die Departement Geologie van die Potchefstroomse Universiteit vir C.H.O. besig is. In die deel wat hier behandel word, is die vernaamste probleme; die ontstaan van die hibridiese kompleks van Tweefontein 385 en die stoting van die Argeïese

granodioriet oor die onderste afdeling van die Witwatersrandstelsel. By die studie van die kompleks van Tweefontein 385 het dit later nodig geblyk om ook die ander bekende voorkomste van hibridiese gesteentes in die Vredefortkoepel te ondersoek, ten spyte daarvan dat party van hulle buite die gekarteerde gebied lê.

Vorige Werk

Die eerste beskrywing en kaart van die hibridiese gesteentes op Tweefontein 385 is gegee deur Penny (1914) wat hierdie gesteentes beskou het as 'n tong van die Argeiese granodioriet intrusief in die onderste lae van die Witwatersrandstelsel.

Hall en Molengraaff (1925) het heelwat aandag geskenk aan hierdie gesteentes en dit moontlik gevind om verskeie hibridiese tipes te onderskei.

Nel (1927) het min by die beskrywing van Hall en Molengraaff bygevoeg.

Veldwerk

Die hibridiese kompleks op Tweefontein 385 is gedurende die ^somer van 1950-1951 gekarteer op 'n skaal van 1:2,000 (Kaart IV). Die kartering is gedoen met 'n meettafel van 'n gemete basislyn^(geometrisch) wat deur reseksie met betrekking tot die plaasgrense vasgestel is. ^{Met die hulp van} Liebenberg^(persoonlike mededeling) het 'n soortgelyke kaart op 'n skaal van 1:2,000 gemaak van die voorkoms van hibridiese gesteentes op Waarom 178 (Kaart V). Gedurende die ^winter van 1951 is die gebied rondom Tweefontein 385 met behulp van lugfotos gekarteer op 'n skaal van 1:10,000 (Kaart II). Hierdie kartering is gedurende 1953 hersien en aangevul. Terselfdertyd is die voorkoms van die hibridiese gesteentes op Venus 656 deur reseksie vanaf die plaasbakens met die meettafel op 'n skaal van 1:1000 gekarteer (Kaart VI).

Die gegewens op die lugfotos van die gebied rondom

Twefontein 385 is later oorgedra op 'n basiskaart wat van plaaskaarte saamgestel is op 'n skaal van 1:10,000. Skaal- en distorsie-korreksies is gemaak volgens die drie-punt-metode soos beskryf deur Smith (1943, pp.175-176). Kontakte tussen die gesteentes is met vaste lyne ingetrek wanneer hulle binne twee tree vasgestel kon word, anders is hulle ~~as~~^{met} onderbroke lyne aangedui. 'n Besondere kaart op 'n skaal van 1:5,000 is ook gemaak van die ingewikkelde struktuur in die Hospitaalheuvelkwartsiet op die prominente kop op Doornput 94 (Kaart VII), (Plaat XVI, fig. 1).

Die vernaamste voorkomste van die jonger doleriet soortgelyk aan dié waarmee die hibridiese gesteentes op Twefontein 385 en ander plekke in die Vredefortgebied geassosieer is, is besoek om vas te stel of daar miskien nog meer voorkomste van sulke hibridiese gesteentes is. Spesiale aandag is gegee aan die doleriet op Kafferkop 858 waarin 'n sekere mate van hibridisasie volgens Hall en Molengraaff (1925, p.40) plaasgevind het. Geen hibridiese gesteentes soortgelyk aan dié van Twefontein 385 is egter hier gevind nie.

Petrografiese Metodes

Soortlike gewigte van die gesteentes is met 'n balkbalans bepaal. Stukke van tenminste 150 gram is gebruik sodat die noukeurigheid van die resultate tenminste 0.01 is.

Mineraalskeidings is met die elektromagneet en in bromoform volgens die gewone metodes gedoen.

Brekingsindekse is volgens die immersiemetode in natriumlig bepaal en die brekingsindeks van die vloeistof is telkens direk na elke bepaling met 'n Jelly-Leitz-refraktrometer getoets om die effek van temperatuurvariasie uit te skakel.

'n Reeks plaatjies van die hibridiese gesteentes, granodioriet, doleriet asook van die „kwartskeratofier" (Nel, 1927) en „enstatietgranofier" (Nel, 1927) is met natriumkobaltinitriet gevlek (Chayes, 1952) om mikrometriese opnames van die verskillende

(alkaliveldspaat en plagioklaas)
tipes veldspaat/en hulle onderskeiding van kwarts te vergemaklik.
Mikrometriese opnames is hoofsaaklik volgens die punt-tel-metode
(Chayes, 1949) gedoen. In die geval van die doleriet en die
granodioriet is punttellings ook gekontroleer deur liniêre metings op
'n Leitz-intergreertafel.

Bepalings van die optiese ashoeke van minerale, uitdowings-
hoeke van piroksene/en amfibole ~~en samestelling~~, uitdowingshoeke en
verdubbeling van plagioklaas is gedoen op 'n universele draaitafel.
Die anortiet-gehalte van die plagioklase is volgens Rittman se sone-
metode bepaal. Dit is gevind dat die Federov-metode minder
konstante waardes gee vanweë die goed ontwikkelde sonebou van die
plagioklase.

Erkennings

Hiermee betuig ek graag my opregte dank vir daadwerklike
hulp, advies en ander bystand aan die volgende persone en instansies:
Mnr. B.F. Liebenberg vir hulp met kartering in die veld en vir die
gebruik van sy kaart van die hibridiese gesteentes op Waarom 178
(Kaart V) asook vir ander gegewens wat hy goedgegunstiglik tot my
beskikking gestel het; prof. P.B. Ackermann en Mnr. A.A. Bisschoff
van die Departement Geologie aan die P.U. vir C.H.O. vir leiding,
advies en ander hulp gedurende die ondersoek; Mnr. D. Campbell en
H.J. Harmse vir hulp in die veld; dr. J.J. Frankel van die
Departement Geologie aan die Universiteit van Natal vir sy belang-
stelling in die probleem van hibridisasie op Tweefontein 385; die
Direkteur van die Geologiese Opname van die Unie van Suid-Afrika
vir die gebruik van die Geologiese Opname se biblioteek en vir die
leen van slypplaatjies; die Direkteur van die Geologiese Opname van
Suid-Rhodesië vir die leen van 'n stel slypplaatjies; en my Ouers
vir finansiële bystand en bemoedigende belangstelling in my werk.

ALGEMENE GEOLOGIE

Die gebied waarin die hibridiese gesteentes van Tweefontein 385 voorkom, lê in die binneste gedeelte van die noord-oostelike sektor van die Vredefortkoepel. Die westelike en suidelike dele van die gekarteerde gebied word hoofsaaklik beslaan deur Argeïese granodioriet en die res daarvan deur die onderste afdeling van die Witwatersrand-sisteem in reelmatige, maar grotendeels omgekeerde suksessie tot op die stratigrafiese hoogte van die Goewermentrifserie. In hierdie gesteentes is daar basiese en ultrabasiese indringings van verskillende ouderdomme, asook 'n paar gange van „Kwartskeratofier" en „Enstatietgranofier". Besonderhede omtrent die algemene tektoniese verband van die gekarteerde gebied is te vind in die beskrywings van Hall en Molengraaff (1925) en Nel (1927).

Geomorfologie

Die gebied het 'n geërfde dreinerings (Nel, 1927; Hall en Molengraaff, 1925; King, 1951) waarvan die huidige siklus maar onlangs op die voor-Karoolse fossieltopografie afgedruk is, soos aangedui deur die voorkoms van Karoolae op Mara 695 net oos van die gekarteerde gebied. Die gebied is onderhewig aan pediplanasie en al die hange word deur pedimente gekenmerk. Daardie deel van die gebied wat deur die Witwatersrandgesteentes beslaan word, bestaan uit 'n aantal ewewydige homoklinale rûe van kwartsiet wat deur dale met konkawe hange van mekaar geskei word. Die granodioriet ogter vorm 'n golwende vlakte met verspreide koppies soos kenmerkend van granietstreke ~~is~~ in Kles-Transvaal is.

Die kwartsietrante wat ongeveer 300 voet bokant die omliggende vlakte uitsteek vertoon dikwels laagvlakhang. Die eskarpe het vryhang, talushang en pedimente (King, 1951) (Plaat 1). Noord-oos van die boonste Hospitaalheuwelkwartsiet in die noord-oostelike gedeelte van die gebied lê daar 'n groot pedivlakte (Plaat 1 en Plaat ^{II} 2, fig. 1) wat deur pedimentpasse of -nekke langs

verskuiwings met die pedimente aan die westekant van die kwartsietrug verbind is. Hierdie vlakte het waarskynlik deur pedimentasie voor afsetting van die Karoolae ontstaan. Die feit dat die Karoolae minder as 'n halfmyl suid-oos van hierdie vlakte nog die Witwatersrandlae bedek, maak dit baie onwaarskynlik dat sulke pedimentasie gedurende die huidige siklus kon plaasgevind het. As die vlakte deur pedimentasie voor die afsetting van die Karoolae gevorm is, sou 'n mens verwag het om tekens van 'n vroeëre stroomloop te kon sien, veral as die huidige topografie 'n fossieltopografie (voor-Karoo) is, soos aangedui word deur die geërfde dreinerings van die Vaalrivier (King, 1955). Dit mag ook wees dat die Dwykavergletsering bygedra het tot die vorming van die vlakte en die afstomping van die kwartsietruë wat heelwat rondter en laer in hierdie deel van die Vredefortkoepel as op ander plekke is. Daar is tekens van die teenwoordigheid van 'n basiese intrusiewe plaat nie diep onder die oppervlakte van die grond nie. So 'n plaat mag gedeeltelik verantwoordelik wees vir die ontstaan van hierdie vlakte.

'n Lae geronde rug wat naasteby oos langs die suidelike grense van Doornput 94 en Geluksoord 306 strek, dien as waterskeiding vir klein periodieke strome wat die gebied in noordelike en suidelike rigtings dreineer. In die suidelike gedeelte van Tweefontein 385 naby die grens met Smalfontein 377 is daar 'n fontein, veroorsaak deur 'n keërbank van die ondeurdringbare Kronkellaag van die Hospitaalheuwelserie (Plaat $\frac{II}{2}$, fig. 2).

Struktuur

In die Vredefortkoepel is die sedimente van die Witwatersrandstelsel weg van die sentraalliggende Argeiese granodioriet oorgevloei (Nel, 1927). Die huidige erosieoppervlak... is nie ver^{an} bokant die as van die oorplooiing (nie. ^{van die onderste Hospitaalheuwel kwartsiet}). Gevolglik is die hellings van die onverstoorte sedimente na die granodioriet. In hierdie sedimente is daar verskeie hellings- en strekkingsverskuiwings wat in meeste gevalle omkering van die helling veroorsaak.

Noordoos, noord, noordwes en wes van Parys op Bloemfontein 11, Welverdiend 283, Goede Hoop 235 en Procedeerfontein 100, Rietpoort 66 en Brakfontein 40, Rietfontein 66 en Koedoesfontein 12, en Mooihoek 254, Mooiplaats 82 en Libertas 518 is daar hellingsverskuiwings wat van die granodioriet tot in die Kimberley-Elsburgserie strek en die Vredefortkoepel in sektore verdeel. ^(Nel, 1927) In die onmiddellike omgewing van hierdie verskuiwings is die hellings van die sedimente meestal weg van die granodioriet. Op Smalfontein 377, Annas Rust 4, Rietkuil 110, Wittekopjes 169 en Maribah 629 is daar strekkingsverskuiwings in die Hospitaalheuwelserie wat duplikasies van die Orange Grovekwartsiet veroorsaak. Die deel van die gedupliseerde Orange Grovekwartsiet ^{verste} ~~naaste~~ aan die granodioriet hel na die granodioriet terwyl die deel ^{naaste} ~~verste~~ van die granodioriet weg daarvan hel.

Op Doornput 94 en ook op Tweefontein 385 en Vaalkop 655 is daar aanduidings dat die Argeiese granodioriet langs 'n platliggende skuifvlak ooswaarts oor die onderste lede van die Witwatersrandstelsel gestoot is, soos Nel (1927) reeds getoon het. Na die noorde op Doornput 94 is daar onderbroke dagsome van Orange Grovekwartsiet, Spikkellaag, Kronkellaag, magnetiet-granodioriet-horingfels en Dominionrifamandelsteen op buitengewoon kort afstande van mekaar langs die kontak van die granodioriet met die skalies direk onder die onderste Hospitaalheuwelkwartsiet. Die dagsome in hierdie buitengewone kort afstande van mekaar kan as verskuiwingspaanders beskou word. Hierdie verskuiwingspaanders in die granodioriet naby sy kontak met die onderste Witwatersrandgesteentes is deur Nel (1927) beskryf as sedimente wat deur die oorverskuifde granodioriet wys. Al bogenoemde gegewens dui skynbaar aan dat die granodioriet langs 'n platliggende skuifvlak met kulminasies en depressies langs sy strekking oor die onderste dele van die Witwatersrandstelsel gestoot is (Nel (1927)), of dat die sedimente onder die graniet ingestoot is. Die voorkoms van vensters en verskuiwingspaanders van Dominionrifamandelsteen en Orange Grovekwartsiet in die oorverskuifde granodioriet, saam

met die voorkoms van die hibridiese gesteentes langs die verskuiwing op Tweefontein 385 en Vaalkop 655 het Penny (1914) laat meen dat die granodioriet 'n intrusiewe tong in die onderste Witwatersrandgesteentes maak. Hy het die verskuiwingspaanders as xenoliete in die granodioriet beskou.

Strekingsverskuiwings het die Hospitaalheuwelkwartsiete gedupliseer op Doornput 94, Geluksoord 306, ~~Hermanus 705~~, Tweefontein 385 en Venus 656 en op Smalfontein 377 en Vaalkop 655 die Orange Grovekwartsiet opgebreek en in twee dunner lae verdeel. Die helling van die Hospitaalheuwelserie in die omgewing van Tweefontein 385 is gewoonlik na die granodioriet behalwe wes van die strekkingsverskuiwing op Hermanus 705 en Smalfontein 377 waar die helling weg van die granodioriet is. Hierdie strekkingsverskuiwings het skynbaar met groot hoeke weg van die granodioriet soos van die buigings van hulle spore in die dale afgelei kan word. Die sedimente naaste aan die granodioriet het skynbaar beweging ondergaan sodat hulle helling weg van die granodioriet is. As dit so is moes die grootste verplasing langs die verskuiwings naaste aan die granodioriet plaasgevind het en verder weg van die granodioriet afgeneem het. Omdat die as van oorplooiing nie diep onder die erosieoppervlakte is nie, kan omkering van die hellings maklik veroorsaak gewees het deur opwaartse verskuiwing van die dele wat laer as die oorplooiingsas gelê het (Struktuurprofiel I).

Hierdie strukture kan op verskillende maniere verklaar word volgens die interpretasie van die ouderdom van die strekkingsverskuiwings:

Strekingsverskuiwings Ouer as die Oorstoting van die Granodioriet.

Dit word gemeen dat die opwaartsbewegende granodioriet die sedimente in kontak daarmee meegesleur het. Later toe die opwaartse beweging van die granodioriet gestaak is, en horisontale kragte in werking getree het, is die granodioriet min of meer horisontaal oor die

sedimente geskuif. Hierdie hipotese bied 'n goeie verklaring vir die afname in die mate van verplasing van die sedimente verder weg van die granodioriet (Struktuurprofiel I).

Strekingsverskuiwings Gelyktydig met die Oorstoting van die Granodioriet.

Net soos in bogenoemde geval het die granodioriet die aanliggende sedimente meegesleur langs skuifvlakke met hellings van ongeveer 60 grade weg van die granodioriet. Opwaartse beweging van die sedimente langs hierdie skuifvlakke sou 'n nuwe spanning veroorsaak wat geneig sou wees om die sedimente langs 'n platliggende vlak onder die granodioriet in te stoot. Aanduidings van plastiese vloeiing wat in so 'n geval verwag sou word, is nie opgemerk nie. Verder is dit ook meer waarskynlik dat die hellings van die strekingsverskuiwings nader aan vertikaal is. Volgens du Toit (1952) se hipotese vir die ontstaan van die Vredefortkoepel het noordwaartswerkende kragte oorplooiing en stoting veroorsaak. As dit so aanvaar word behoort al die strekingsverskuiwings in die Vredefortkoepel van dieselfde ouderdom te wees.

Strekingsverskuiwings Jonger as die Oorstoting van die Granodioriet.

Met

hierdie verklaring word veronderstel dat daar terugsakking van die sedimente na oorskuiwing van die granodioriet plaasgevind het. In so 'n geval moes al die sedimente rondom die granodioriet teruggesak het anders sou hulle nie die algemene helling na die granodioriet kon vertoon nie. In die regionale strukture rondom die Vredefortkoepel is daar glad nie aanduidings van sulke terugsakkings nie.

Die

twee hipoteses wat die aanneemlikste is, is : (1) dié wat voorstel dat die sedimente opwaarts deur die granodioriet meegesleur is en dat die granodioriet toe later oor die onderste lae van die Hospitaalheuwelserie

gestoot is en (2) dié waarvolgens die verskuiwings gelyktydig sou plaasgevind het as die gevolg van noordwaartswerkende kragte (du Toit 1952). Voorkeur word ~~egter~~ aan eersgenoemde teorie gegee omdat dit die eenvoudigste is en aangesien die normale strekkingsverskuiwings in laasgenoemde ^{hipotese} ~~teorie~~ gelyktydige met die oorstoting van die granodioriet is. Normale verskuiwings wat meestal die gevolg van ^{tensie} ~~spanning~~ is, kan beswaarlik met oorstotings wat die gevolg van samepersing is, geassosieer word.

Argeïese Granodioriet

Daardie deel van die gebied wat deur die Argeïese granodioriet beslaan word, is 'n golwende vlakte met kenmerkende koppies met geronde naatblokke. Die granodioriet verweer na 'n rooi sanderige grond wat groot dele van sy oppervlakte bedek.

Die samestelling en tekstuur van die granodioriet is in besonderhede beskryf deur Willemse (1937) en Nel (1927). Dit is baie veranderlik en varieer van 'n fyn gelykkorrelrige tot 'n grof porfiritiese rots waarin die veldspaatsteling soms so groot as twee duim in deursnee is.

Alhoewel die verskillende variëteite van die granodioriet soms geleidelik in mekaar oorgaan, maak hul gewoonlik min of meer duidelike kontakte met mekaar. In handmonsters kan 'n wit en 'n rooskleurige veldspaat onderskei word en volgens die proporsies van hierdie twee bestandele, die kwarts en die donker minerale, varieer die kleur van die rots van baie lig rooskleurig tot taamlik donker grys. Die wit veldspaat is 'n plagioklaas en die rooskleurige 'n alkali-veldspaat. Die verhouding van die tussenliggende kwarts tot die veldspaat is ongeveer 1:4.

Pegmatiet- en kwartsare, asook growwe stroke kom algemeen in die granodioriet voor. In die noordelike hoek van Davidsfontein 25 is daar 'n breë pegmatiet, net wes van die granodioriet-koppie op Alicehoek 875, wat bykans net uit 'n deurgroeing van kwarts en veldspaat bestaan. Onreëlmatige are en breë stroke van pseudotagiliet is volop in die granodioriet. 'n Goeie voorbeeld hiervan is ongeveer 10 voet wyd en 120 voet lank en kom naby die suidelike grens van Hermanus 705 voor. Dit skyn asof die pseudotagiliet in groter konsentrasies naby die kontak van die granodioriet met die Witwatersrandlae as op ander plekke in die Argeïese granodioriet voorkom.

Die granodioriet vertoon gewoonlik 'n foliasie wat noord of noordnoordwes strek en wat naasteby ewewydig aan sy kontak met die Witwatersrandstelsel is. Behalwe op Bloemfontein 11 en in die noordelike hoek van die gebied, waar die granodioriet aan die Dominionrandsstelsel grens, grens dit na die noordooste aan die onderste lae van die Witwatersrandstelsel. Hierdie kontak is oor die algemeen transgressief oor die strekking van die Witwatersrandlae en in dié opsig verskil hierdie deel van die Vredefortkoepel van die res daarvan. Oënskynlik lê die granodioriet hier transgressief op verskeie van die onderste afdelings van die Witwatersrandstelsel, waarskynlik as gevolg van oorstoting na die noorde en noordooste soos deur Nel (1927) voorgestel is en ook alreeds hierbo aangedui is.

Dominionrifsisteem

In die noordelike hoek van die gekarteerde gebied op Bloemfontein 11 is die granodioriet skynbaar van die steil noordwaarts-hellende Orange Grovekwartsiet geskei deur gemetamorfiseerde amandelsteen, wat die Dominionrifsisteem in die Vredefortgebied verteenwoordig, en 'n metadoleriet plaat, alhoewel die steil hang hier onder puin bedek is. Goeie blootstellings van die amandelsteen word egter langs die strekking van die hang verder wes gevind. Op Tweefontein 385 en Vaalkop 655 is daar ook twee klein kolletjies van amandelsteen blootgestel.

Die rots is 'n donker groen amfiboliet wat rooi-bruin verweer en dikwels liggekleurde pseudotagiliet-aartjies op die verweerde oppervlakte vertoon (Hall en Molengraaff; 1925, p. 23; Nel, 1927, p.30). Verspreide veranderde amandels in die rots varieer baie in vorm en grootte en bestaan uit kwarts, amfibool en zoisiet. Die fyn matriks van die veranderde amandelsteen bestaan uit gerekristalliseerde amfibool, gedeeltelik gerekristalliseerde en veranderde veldspaat, titaniet, kwarts, zoisiet, biotiet en ilmeniet. Die amfibool en titaniet het 'n sifstruktuur. Die zoisiet vertoon 'n diep-blou interferensiekleur.

Hall en Molengraaff (1925) het die veranderde amandelsteen as 'n plagioklaas-amfibool-granuliet beskryf maar die monsters van Tweefontein 385 en Vaalkop 655 kan beter as amfiboliet beskryf word omdat hulle nie 'n duidelike korrelrige tekstuur het nie.

Witwatersrandsisteem

Noordoos van die Argeïese granodioriet en die hibridiese kompleks op Tweefontein 385 bestaan die gekarteerde gebied grotendeels uit die lae van die Hospitaalheuwelserie en die Goewermentrifserie van die onderste afdeling van die Witwatersrandsisteem.

Hospitaalheuwelserie.

Hierdie serie bestaan hier uit verskeie kwartsiet-bande met skalies tussenin. Aan die basis is die Orange Grovekwartsiet. Daarop volg ysterryke leie (Watertoringleie) tot by die volgende kwartsiet (Spikkellaag). Bo die Spikkellaag is daar weer ysterryke leie en skalies waarin die Kronkellaag voorkom tot by die onderste Hospitaalheuwelkwartsiet. Ysterryke leie en skalies skei die boonste Hospitaalheuwelkwartsiet van die onderste. Die diktes van hierdie lae op verskillende plekke in die gekarteerde gebied is diagram^maties voorgestel in Plaat III.

Orange Grovekwartsiet; Hierdie kwartsiet kom voor op Bloemfontein 11 waar dit aan die oostekant skerp afgesny is deur 'n hellingsverskuiwing en op Smalfontein 377 en Vaalkop 655 suid van die hibridiese kompleks van Tweefontein 385 waar dit opgebreek is deur verskuiwings. Tussen Bloemfontein 11 en Smalfontein 377 ontbreek die kwartsiet behalwe vir 'n paar klein geïsoleerde dagsome in die granodioriet op Doornput 94 en langs die grens tussen Hermanus 705 en Tweefontein 385 asook in die veranderde doleriet op Tweefontein 385. Die verdwyning van die kwartsiet tussen die noordelike en suidelike voorkomste kan toegeskryf word aan oorstoting van die granodioriet oor die onderste afdeling van die Witwatersrandstelsel soos reeds verduidelik is. Op Bloemfontein 11 is die kwartsiet wat steil noordwaarts hel, van die Dominionrifamandelsteen deur 'n meta-doleriet-plaat geskei. Op Smalfontein 377 en Vaalkop 655 is die kwartsiet deur strekkingsverskuiwings in twee smaller bande, met moontlike lei tussenin, geskei. Die band naaste aan die granodioriet hel na die ooste en die ander een na die weste.

Die Orange Grovekwartsiet bestaan uit verskeie lae van wit tot effens geel-bruin en soms glaserige kwartsiet wat of saamloep of deur klei-agtige sjisteuse bande van kwartsiet geskei is.

Skabies en Leie Tussen die Orange Grovekwartsiet

en die Spikkellaag: Op Bloemfontein 11, Smalfontein 377, Vaalkop 655 en Venus 656 volg hierdie skabies en leie reëlmagtig op die Orange Grovekwartsiet. Op Tweefontein 385 en Hermanus 705 net noord van die hibridiese kompleks en op die grens tussen Vaalkop 655 en Venus 656, waar die granodioriet oor die Orange Grovekwartsiet gestoot is, grens hierdie leie direk aan die granodioriet. In die suidelike gedeelte van Hermanus 705 is hierdie leie afgesny deur oorskuiwing van die granodioriet en deur indringing van jonger doleriet. Hiervandaan strek hulle suidooswaarts tot op Tweefontein 385 waar hulle deur die hibridiese kompleks oor 'n afstand van ongeveer 800 voet onderbreek is. Suidoos van die hibridiese kompleks strek hulle verder suidoos en oos. In die oostelike gedeelte van Vaalkop 655 is hierdie leie oor 'n horisontale afstand van ongeveer 2500 voet na die noordooste saam met die oorgestote granodioriet verplaas. Op Doornput 94 kom klein geïsoleerde dagsome van hierdie leie langs die oostelike grens van die granodioriet voor terwyl hulle strekking in die oostelike gedeelte van Vaalkop 655 deur dieselfde oorstoting noordwaarts geswaai is.

Hierdie ysterryke leie vorm lae geronde heuwels en verweer rooierig of swart-bruin volgens die hoeveelheid ysteroksied wat hulle bevat. In hierdie leie is daar verskeie bande van swaar magnetiet-ryke horingfels bestaande uit magnetiet, gruneriet, kwarts en veldspaat. Minder ysterryke horingfels bestaande uit aktinoliet, magnetiet, chloriet, kwarts en veldspaat kom ook voor.

Spikkellaag: Hierdie kwartsiet is van vier tot vyf voet wyd en bestaan uit kwarts, mikroklien, ortoklaas, albiet, chloriet, ystererts en geronde sirkoon. Die alkali-veldspaat maak omtrent 15 persent van die rots uit.

Skabies en Leie Tussen die Spikkellaag en

Onderste Hospitaalheuwelkwartsiet: Hierdie leie en skabies volg reëlmagtig op die Spikkellaag sodat hulle verspreiding soortgelyk is aan dié van die leie en skabies onder die Spikkellaag. In die grootste

gedeelte van die gebied word die Kronkellaag deur skalies en leie asook deur 'n metadolerietplaat (ongeveer 200 voet dik) van die Spikkellaag geskei. Twee strekkingsverskuiwings, wat van Doornput 94 oossuidoos tot op Venus 656 loop, het duplikasie van die boonste lede van hierdie lae op Doornput 94, Geluksoord 306, Tweefontein 385 en Venus 656 veroorsaak (Struktuurprofiel I).

Die onderste deel van hierdie lae is baie soortgelyk aan dié onder die Spikkellaag. Net onder die onderste Hospitaalheuwelkwartsiet is daar 'n groenerige, kwartsitiese lei wat rooi-bruin verweer, prominente dagsome vorm en van die ysterryke leie geskei is deur 'n dik meta-dolerietplaat en die jonger doleriet.

Hospitaalheuwelkwartsiete: Hulle vorm rûe met konkawe hange van skalie en lei tussenin. Hierdie kwartsiete strek suidcoswaarts van Bloemfontein 11 waar die onderste kwartsiet deur 'n verskuiwing afgesny is tot op Mara 695. Op Doornput 94 en in die oostelike gedeelte van Tweefontein 385 word hierdie kwartsiete onderbreek deur 'n ingewikkelde struktuur en deur die jonger doleriet respektiewelik. Hulle helling is ongeveer 66 grade na die granodioriet behalwe in die suidelike hoek van Doornput 94, die westelike hoek van Geluksoord 306, op Hermanus 705 en die noordwestelike gedeelte van Tweefontein 385 waar die hellings met groot hoeke weg van die granodioriet is. In handmonsters is die twee Hospitaalheuwelkwartsiete baie soortgelyk. Hulle is fyn tot middelkorrelrig, dikwels glaserig en bevat chroomhidromuskoviet (Frankel, 1939). In die veld kan hierdie twee kwartsiete maklik onderskei word aan hulle verskil in dikte, die feit dat die dagsome van die onderste kwartsiet twee breë bande van maklik verweerbare tussengelaagde growwe sanderige gesteente bevat en die verskillende tipes lei en skalie wat weerskante van hulle voorkom.

Reg teenoor die driehoeksbaken in die noordoostelike deel van Tweefontein 385 is 'n verskuiwingsbreksie in die boonste kwartsiet gevind. Dit vertoon rekristallasie van kwarts en 'n geringe mate van

mineralisasie met limoniet as gevolg van uitloging van yster uit vroeër oorliggende sedimente.

Skalies en Leie Tussen Boonste en

Onderste Hospitaalheuwelkwartsiete: Hierdie skalies en leie is in meer besonderhede ondersoek vanwee die ingewikkelde strukture waarby hulle betrokke is. In hierdie gesteentes kom daar 'n paar oorskuiwings voor wat duplikasie en triplikasie van hulle, asook van die kwartsiete weerskante van hulle veroorsaak. Op Geluksoord 306, Doornput 94, Tweefontein 385 en Mara 695, is jonger doleriet en metadoleriet intrusief in hierdie gesteentes gevind.

Alleen sekere horisonne in hierdie gesteentes is blootgestel en sal in volgorde van die onderste tot die boonste Hospitaalheuwelkwartsiet beskryf word.

Direk op die onderste Hospitaalheuwelkwartsiet is 'n groenerige lei, baie soortgelyk aan dié net onder hierdie kwartsiet. Hierdie lei bestaan uit reghoekige biotietvlokkies en verspreide kolle van magnetiet in 'n fyn matriks van kwarts, serisiet en chloriet. 'n Swak blootgestelde dun geel-bruin skalie wat maklik verweer skei die groen lei van 'n dik, swaar, swart lei.

Op Doornput 94, is die swart lei in 'n granaat-biotiet-horingfels deur metamorfose verander. In die horingfels kom metakriste van lig-rooskleurige granaat, geel-bruin biotiet en reghoekige, oktaedra^{iese}le en onreëlmatige magnetiet in 'n fyn matriks van kwarts, chloriet en serisiet voor (Plaat 2, fig. 3). Tussengelaag in die swart lei is growwe rooi-bruin kwartsietbande en lense van ongeveer twee tot vier voet ^{dik} breed. Op Doornput 94 en Hermanus 705 het Nel (1927) hierdie kwartsietbande en lense as Goewermentrifkwartsiet gekarteer. Aangesien die lense en bande van hierdie kwartsiet veel dunner as die Goewermentrifkwartsiet is en aangesien dit ook in onverstoorde plekke in die swart lei voorkom, is dit meer waarskynlik dat hierdie kwartsiete aan die Hospitaalheuwelserie behoort.

Tussen die swart lei en die boonste Hospitaalheuwelkwartsiet is 'n lig rooi-bruin, fyn gelamineerde skalie waarin gewoonlik lense van growwe rooi-bruin kwartsiet tussengelaag voorkom.

Goewermentrifserie.

Op Bloemfontein 11, Nooitgedacht 829, Mooihoek 827, Kameelkraal 826 en Mara 695 vorm die onderste deel van die Goewermentrifserie geïsoleerde dagsome langs die noordoostelike grens van die gekarteerde gebied. Die skalies, leie en kwartsiete(konglomeraat) van hierdie serie is gewoonlik rooierig en vertoon geen reliefsverskille in die topografie nie.

Die skalies en leie is meestal kwartsities en die growwe kwartsiete is gewoonlik swak gesementeer. Swak ontwikkelde bande van konglomeraat in die kwartsiet is selde dikker as drie voet. Goed geronde rolstene van kwarts en kwartsiet van 'n duim en minder in deursnee, kom in die growwe kwartsitiese matriks van die konglomeraat voor.

Basiese Stollingsgesteentes met Pseudotagiliet

Hierdie groep gesteentes sluit verskeie doleritiese tipes asook 'n pirokseniet in, almal waarvan pseudotagiliet bevat. Party is onverander, maar ander vertoon verskillende mates van verandering, skynbaar as gevolg van verskille in ouderdom maar ook moontlik tendele as gevolg van verskille in samestelling. Die voorkoms van pseudotagiliet onderskei hulle dadelik van die jonger doleriet wat bowendien ook as 'n golwende diskordante plaat oor die ouer strukture sny. Die ouer doleritiese gesteentes wat pseudotagiliet bevat kan soos volg ingedeel word:

1. Meta-doleriet (Tipe II) waarin al die pirokseen in amfibool verander is en ^{die} veldspaat gerekristalliseer is.
2. Meta-doleriet (Tipe I) waarin al die pirokseen in amfibool verander is maar die veldspaat nie gerekristalliseer is nie.
3. ^{Veranderde} Doleriet wat gedeeltelik veranderde pirokseen bevat.
4. Onveranderde doleriet.
5. Pirokseniet.

Metadoleriet (Tipe II).

Op Hermanus 705, Rietgat 367 en Rietgat 368 kom hierdie tipe as twee gange in die Argeïese granodioriet voor. In hulle is alle pirokseen in gerekristalliseerde, sonale groen horingblende en die plagioklaas in albiet verander. Die rots het 'n granulitiese tekstuur. Die ruimtes tussen die horingblende is gevul met 'n mosaïek van kwarts en albiet en ruitvormige titaniet. Enkele oorgeblewe plagioklaaskristalle wat nie gerekristalliseer is nie, word soms aangetref en kan van gerekristalliseerde veldspaat aan hulle troebelrigheid, die groter kristalle en verskil in samestelling, onderskei word.

Metadoleriet (Tipe I).

Op Tweefontein, Smalfontein en Vaalkop kom hierdie metadoleriet as 'n konkordante plaat tussen die Kronkellaag en Spikkellaag voor. Dit kom ook in die noordoostelike dele van die gebied in die Goewermentrifserie voor. Op Hermanus, Tweefontein en Venus is daar ook 'n hellende plaat intrusief in die skalies en leie tussen die onderste Hospitaalheuwelkwartsiet en Spikkellaag. Op Mara 695 vorm hierdie tipe 'n diskordante indringing in die skalies en leie tussen die Hospitaalheuwelkwartsiete.

Die oorspronklike ofitiese tekstuur is behou waar die amfibool pseudomorfe na pirokseen vorm, maar waar dit gerekristalliseer is, is die oorspronklike tekstuur uitgewis. Wanneer die amfibool nie gerekristalliseer is nie, is dit aktinoliet, maar met rekristallasie gaan dit oor in sonale horingblende wat pleochroïes van blou-groen na ligbruin is. Die plagioklaas se anortiet-gehalte strek van An_{52} tot An_{27} . Behalwe vir lokale neigings tot rekristallasie is die plagioklaas se oorspronklike vorm behou. Dikwels is die plagioklaas ligbruin gevlek en geheel of gedeeltelik in kaolien en zoisiet verander. Die ruimtes tussen die amfibool en die veldspaat is gevul met kwarts, mikropegmatiet, ilmeniet en magnetiet. Die ilmeniet is meestal in leukokseen en titaniet verander en magnetiet het langs die splytings van sommige aktinoliet-kristalle

uitgeskei. Zoisiet vorm dikwels 'n belangrike bestanddeel van hierdie gesteentes.

'n Konkordante plaat van 'n gesteente wat lang aktinolietaal naalde bevat vorm swak dagsome net wes van die onderste Hospitaalheuwelkwartsiet op die grens tussen Geluksoord en Doornput. Hierdie gesteente verskil van die ander metadoleriete (Tipe I) in die vorm van die amfiboolkristalle maar verder stem hulle goed ooreen daarmee. Die amfibool vorm naalde wat tot vier duim lank mag wees en hierdie naalde is veral gekonsentreer naby die kontak van hierdie rots met die groen lei net onderkant die onderste Hospitaalheuwelkwartsiet. Die ruimtes tussen die aktinolietaal word gevul met sterk sonale plagioklaas (An_{52-53}) zoisiet, kwarts, leukokseen en ilmeniet. Hierdie gesteente is waarskynlik 'n variëteit van die metadoleriet (Tipe I) wat deur assimilasie van die groen lei ontstaan het.

Veranderde Doleriet.

Op Smalfontein en die aangrensende gedeelte van Tweefontein vorm hierdie gesteente 'n plaat. Die tekstuur van die rots is gewoonlik ofities maar soms ook duidelik glomeroporfirities (Plaats XLV, Fig.2). Dit bestaan uit gedeeltelik veranderde en sonale ougietaal, geserisitiseerde plagioklaas (An_{63-48}), ilmeniet en veranderingsprodukte. Die pirokseen is gewoonlik tot 'n groot mate in liggroen aktinolietaal en bruin-groen uraliet verander terwyl die plagioklaas en veral die eersteling geheel of gedeeltelik in serisiet verander is. Ilmeniet vorm kenmerkende skeletkristalle wat gedeeltelik in leukokseen verander is. Konsentrasies van serpentyn verteenwoordig waarskynlik veranderde olivien.

In die suidelike gedeelte van Doornput 94 is daar 'n basiese gang met 'n ooswes strekking wat deur Hall en Molengraaff (1925) as 'n hiperiet beskryf is. Hierdie gesteente bestaan uit eersteling van magnesiumryke hipersteen, sonale ougietaal, klein latte van labradoriet (An_{62-65}), ilmeniet en veranderingsprodukte. Die piroksene wat die hoof

bestandele van die rots is, is albei gedeeltelik verander in aktinoliet en zoisiet. Die labradoriet is lig-bruin gevlek en soms geserisitiseer. Koronas van titaniet omring die ilmeniet.

Onveranderde Doleriet.

Hierdie gesteente is buite die gebied wat gekarteer is op Kafferkop 858 ongeveer drie myl suidwes van Parys aangetref. Dit bevat volop pseudotagiliet, het 'n sub-ofitiese tekstuur en bestaan uit sonale ougiet, lig-bruin gevlekte labradoriet (An_{66-64}), kwarts, ilmeniet en uraliet.

Pirokseniet.

In die suidelike gedeelte van die gekarteerde gebied net wes van die pad na Sasolburg op Abel 652 kom effens veranderde pirokseniet voor. Hierdie gesteente het geen regionale metamorfose ondergaan nie en bestaan hoofsaaklik uit enstatiet en ougiet in 'n veselrige matriks van veranderingsprodukte. Die sonale enstatiet vorm eerstelinge wat saam met die kleiner korrelrige ougiet gedeeltelik in aktinoliet verander is. Die matriks van die rots bestaan uit veselrige zoisiet en serisiet wat skynbaar die oorspronklike veldspaat vervang het.

„Kwartskeratofier“

Vier gange van 'n aplitiese gesteente kom in die suidelike deel van Hermanus 705 en Rietgat 367 intrusief in die granodioriet voor. Op Doornput 94 kom daar ook 'n gang van hierdie gesteente intrusief langs die kontak van die onderste Hospitaalheuwelkwartsiet en die granodioriet voor. Hierdie gesteente wat meestal fyn foliasie ewewydig aan die strekking vertoon, is lig-rooi-pers op vars breuke maar lig-roos op verweerde oppervlakte. Pseudotagiliet vorm donker onreelmatige are in hierdie aplitiese rots wat in alle opsigte ooreenstem met dié wat deur Nel (1927) as „Kwartskeratofier“ geklassifiseer is.

Onder die mikroskoop het die rots 'n aplitiese tot granitiese tekstuur en bestaan uit eersteling van veldspaat, en soms verspreide klonte van amfibool en ystererts in 'n matriks van veldspaat, kwarts, serisiet, biotiet, titaniet, fluoriet en ystererts. Die eersteling is meestal pertiet, alhoewel albiet ook voorkom. Die albiet het 'n anortietgehalte van 5-9 persent wat goed ooreenstem met die bevindings van Willemse (1937). 'n Bruin pleochroïese (α =geel-bruin; β =groen-geel-bruin en γ =groen-bruin) amfibool met duidelike splytings, „ $2\alpha\gamma = 44^\circ$ ” en dubbelbreking 0.010 kom soms as verspreide klonte in die rots voor (Plaat IV, fig.1). Hierdie eienskappe stem beste ooreen met die gegewens wat Winchell (1951) en Dana (1932) vir kataforiet gee.

Ortoklaas, pertiet en albiet vorm die veldspaat van die matriks. Die veldspaat (An_{5-9}) vorm oneievormige kristalle met duidelike splytings veral in die geval van die albiet. Kwarts kom volop voor as geronde en verlengde korrels wat skynbaar deur silisifisering van die rots ontstaan het. Sterk pleochroïese groen biotiet word algemeen aangetref. Fyn lig groen vlokies van effens pleochroïese serisiet met 'n hoë dubbelbreking kom ook voor. Oneievormige korrels van titaniet, soms nou geassosieer met ystererts, is 'n vername bykomstige mineraal. Die ystererts wat as verspreide klonte aangetref word, is dus skynbaar ilmeniet. 'n Isotrope mineraal met 'n lig blou kleur, negatiewe relief en oktaedra^{iese}le splyting is fluoriet. Dit kom ond^regeskik as half- of oneievormige kristalle voor.

Die modes van twee monsters van verskillende plekke toon 'n nou ooreenkoms (Tabel I).

TABEL I

Modes van aplitiese gange.

Plek	Alkali- Veldspaat	Plagioklaas	Kwarts	Mafiese Minerale	Ystererts	Bykomstige Minerale.
Rietgat 367	46.1	18.9	28.8	4.5	1.5	0.2
Doornput 94	46.3	18.2	26.1	3.4	5.5	0.5
Gemiddeld	46.2	18.5	27.4	4.0	3.5	0.3
* Otavi 760	27.6	41.5	28.1	0.4	1.5	0.3

* Norm van 'n aplitiese gesteente baie soortgelyk aan dié hierbo beskryf (Willemse, 1937).

In tabel I is die modale proporsies plagioklaas baie laer as dié wat Willemse (1937) deur normberekening vir 'n soortgelyke ganggesteente op Otavi 760 gekry het. Hierdie verskil is waarskynlik daaraan toe te skryf dat alle veldspaat wat deur natriumkobaltinitriet gevlek is, insluitende kaliumryke albiet, as alkali-veldspaat gemeet is.

Volgens ^{Niggli se stelsel} ~~negatiewe~~ klassifiseer Willemse (1937) hierdie rots as normaal-alkaligranities. Nel (1927) het soortgelyke gesteentes wat intrusief in die Witwatersrandsedimente op Annas Rust 4 is as kwartskeratofier⁶ geklassifiseer. Hy reken dat hierdie gesteentes in genetiese verband met die alkaligraniet van na-Witwatersrandse ouderdom staan. Bisschoff (persoonlike mededeling) het in 'n ondersoek van die stollingsgesteentes in die Vredefortkoepel aplietgange in die alkaligraniet op Rietfontein ¹⁶³ ~~54~~ en Koedoeslaagte ^{fontein 12} ~~59~~ gevind wat in baie opsigte ooreenstem met die sogenaamde „kwartskeratofier" van Nel.

Met die beskikbare gegewens kan geen besliste gevolgtrekking omtrent die presiese aard en klassifikasie van hierdie ganggesteentes op die oomblik gemaak word nie. Of daar enige werklike genetiese verband tussen hulle en die alkaligraniet is, is maar baie onseker. Dit sou nodig wees om 'n noukeurige studie van alle voorkomste van hierdie gesteentes in Vredefort te maak voordat 'n uitspraak in dié verband gewaag kan word.

„Enstatietgranofier“

'n Gang van hierdie gesteente strek oos van Rietgat 368, deur Hermanus 705 tot naby die oostelike baken van Smalfontein 377. Noord van die hibridiese kompleks op Tweefontein word hierdie gang deur die jonger dolerietplaat afgesny. Noordoos van die kompleks maak die gang twee kort vertakings. Hoekige en geronde xenoliete van kwarts en halfverteerde granodioriet is volop in die gesteente. Die gesteente is swart en afanities.

Volledige beskrywings van die „enstatietgranofier“ van Vredefort wat eintlik beter as bronsietgranofier beskryf kan word is deur Hall en Molengraaff (1925), Nel (1927) en Willemse (1937) gegee. Omdat die rots volop xenoliete bevat en skynbaar 'n produk van assimilasie is, kan mikrometriese gegewens alleen 'n benaderde aanduiding gee van die mineralogiese samestelling van die rots wat uit die magma sonder assimilasie sou gekristalliseer het. Volumetries bestaan die rots uit 23 persent plagioklaas, 24 persent bronsiet, 48 persent mikropegmatiet, 3 persent biotiet en 2 persent erts.

Die plagioklaas eerstelinge vertoon gewoonlik goedontwikkelde sonebou met 'n anortiet-gehalte van 58 persent in die kern en 32 persent in die rand. Hierdie eerstelinge is gewoonlik omring met mikropegmatiet en ook grotendeels langs die rande daardeur vervang (Willemse, 1937 p.107). Eerstelinge van ortopirokseen met $2V_{\alpha} = 61^{\circ} - 66^{\circ}$, $n_g = 1.742$ en $n_g - n_{\alpha} = 0.013$, vorm naaldagtige en prismatiese kristalle. Volgens Poldervaart (1947) se krommes vir ortopirokseen is dit bronsiet (Of 23-31). Die ortopirokseen van die matriks het 'n samestelling van Of. 30 volgens dieselfde krommes. Mikropegmatiet met kaliumryke veldspaat vul die tussenruimtes. Biotiet vorm dikwels ten koste van pirokseen^{g.vorm}. Die ystererts is fyn versprei deur die matriks of vorm deel van reaksierende om kieselrige xenoliete.

Aangesien die pirokseen in hierdie gesteente bronsiet is en nie enstatiet nie, is die benaming bronsietgranofier daarvoor beter en meer korrek as enstatietgranofier soos die gebruik tot dusver was.

Die xenoliete in die bronsietgranofier vertoon baie ooreenkoms met dié in die hibridiese gesteentes van Tweefontein en ander plekke. Onder hierdie xenoliete is daar kieselrige en klei-agtige sedimentêre tipes en granitiese en basiese stollingsgesteentetipes.

Sedimentêre Xenoliete.

Hierdie xenoliete is van kwarts en kwartsiet en het gewoonlik hoekige of geronde vorms wat van blokke tot mikroskopiese groottes varieer. Onderbroke of aanlopende reaksierande van bronsiet, in sommige gevalle nou geassosieer met ystererts, omring die xenoliete. Een buitengewoon breë reaksierand met 'n wydte van ongeveer 1 mm. het 'n binneste sone wat hoofsaaklik uit ystererts bestaan met 'n buitenste sone van ortopirokseen daarom (Plaat IV fig. 2). Die kwarts van die xenoliete en die xenokriste is gewoonlik opgebreek om 'n mosaïek met duidelike spanningseffekte ^{soos} en ^{het as} golwende uitdowing te vorm. Die kieselrige sement tussen die korrels is in kalsedoon gekristalliseer (Plaat IV fig. 3). Die individuele korrels van sommige van hierdie kwartsmosaïeke bevat volop mikrolitiese insluitels van liggekleurde naalde en geronde korrels met 'n hoë reliëf en middelmatige dubbelbreking in hulle kerns terwyl hulle rande taamlik vry van insluitels is (Plaat V fig. 1).

Klonte in die bronsietgranofier, bestaande ^{hoofsaaklik} uit fyn ortopirokseen-kristalle en tussen reëlrige kwarts verteenwoordig waarskynlik vroeëre xenoliete van magnesiumryke skalie of lei. Hulle is gewoonlik omring deur 'n onderbroke reaksierand van groter ortopirokseen-kristalle (Plaat V fig. 2).

Xenoliete van Suur Stollingsgesteentes.

Xenoliete van stollingsgesteentes is meestal van granodioriet en gewoonlik is hulle tot 'n groot mate deur die magma verteer sodat hulle dikwels duidelike hibridiese kolle in die bronsietgranofier vorm. Hierdie xenoliete is ook omring deur reaksierande van ortopirokseen. Die kwarts van die granodioriet het veranderings soortgelyk aan dié van die sedimentêre xenoliete ondergaan en is bowendien ook soms deur mikropegmatiet ingevreet.

Drie verskillende tipes van verandering en vervanging word by die veldspaat aangetref, nl: (1) opbreking tot 'n blokagtige mosaïek; (2) rekristallisatie; en (3) vervanging deur mikropegmatiet. Hierdie verskillende veranderings word soms in dieselfde kristal aangetref en dan bestaan die grootste gedeelte van die kristal uit 'n blokvormige mosaïek, omring met 'n smal sone gerekristalliseerde veldspaat waarvan daar 'n breë strook mikropegmatiet na buite uitstrek (Plaat V, fig.3).

Die blokvormige mosaïek in die plagioklaas vorm deur opbreking langs die splytings. In die beginstadium grens die reghoekige splytingsblokkies direk aan mekaar en vertoon nog die oorspronklike verdubbeling met die lamelle nog in lyn met mekaar. In gevorderde stadia van opbreking word hierdie blokkies deur kwarts van mekaar geskei. Alhoewel die individue nog die oorspronklike verdubbeling mag vertoon, sluit die verdubbelingslamelle in die blokkies nie meer by mekaar aan nie en is die blokkies ook nie meer almal opties aaneenlopend nie. By hierdie gevorderde stadium doof die blokkies saam in groepe uit om 'n kol-tekstuur aan die oorspronklike veldspaatkristal te verleen. Dikwels vertoon die individuele blokkies sonebou sodat die tekstuur baie onreëlmatig voorkom.

Hall en Molengraaff (1925) maak melding van hierdie tekstuur in hulle beskrywing van die hibridiese kompleks op Tweefontein sonder om enige verklaring daarvoor te gee. Soortgelyke blokvormige opbreking van die veldspaat is al deur talle werkers in veldspathoudende gesteentes beskryf wat gedeeltelike vitrifikasie ondergaan het, o.a. Lacroix (1893),

Rosenbusch (1905); Guppy & Hawkes (1925); Tidmarsh (1932), Williams (1936); Knopf (1938); Larsen & Switzer (1939); Wilcox (1944); Benson (1945) en Watson & Mathews (1948). In hierdie gevalle egter, word die ruimtes tussen die opgebreekte veldspaat met glas in plaas van kwarts gevul.

Hall en Molengraaff (1925) het hierdie tekstuur as, 'honey comb' of 'cellular structure' beskryf. Terme soos 'fingerprint structure', 'netzartige tekstur', 'frit-lattice', 'frit-channeling', 'rectangular mosaic' en 'casket structure' is deur die verskillende skrywers aan die blokagtige veldspaat met glas tussenin gegee. Ackermann (Persoonlike mededeling) het in 'n studie van verglasing van sedimente langs kontakte met Karoo-doleriet soortgelyke opbreking van veldspaat gevind. In die hibridiese gesteentes, wat later beskryf word, is soortgelyke opbreking van veldspaat baie goed te sien. Onder die beskrywing van die hibridiese gesteentes word meer besonderhede oor die opbreking van die veldspaat gegee.

Sommige van die plagioklaas xenokriste het geheel en al rekristallisatie ondergaan sodat hulle nou bestaan uit 'n massa fyn gebuigde plagioklaaslatte wat albiëterverdubbeling vertoon (Plaat VI, fige 1 en 2). In ander gevalle het die kristalle gedeeltelike opbreking en gedeeltelike rekristallisatie ondergaan.

Die mikropegmatiet van die xenoliete is baie fyn langs die kontak met die veldspaat maar verder weg daarvandaan word dit growwer. Die veldspaatlid van die mikropegmatiet naby die plagioklaaskristal is waarskynlik anortoklaas omdat dit met natriumkobaltinitriet gevlek word en $2V_{\alpha} = 46^{\circ}$.

In die granodioriet xenoliete is daar gewoonlik heelwat bestanddele wat van die omringende bronsietgranofier afkomstig is. Oorvloedige naalde van veranderde klinopirokseen, gewoonlik geassosieer met verspreide fyn naalde en korrels van ystererts is veral kenmerkend. Die hoeveelheid biotiet is waarskynlik ook groter as wat dit in die oorspronklike granodioriet was.

Xenoliete van Basiese Stollingsgesteentes.

Konsentrasies van groot sonale bronsietkristalle in 'n kriptokristallyne matriks van gerekristalliseerde veldspaat wat soms as duidelike kolle te sien is, is waarskynlik die reaksieproduk van xenoliete van basiese stollingsgesteentes (Plaat V1 fig. 3).

Die xenoliete in die bronsietgranofier van die gekarteerde gebied is skynbaar tot 'n groter mate deur die magma geassimileer as in monsters wat in ander dele van die Vredefortkoepel versamel is. Buitendien vertoon die bronsietgranofier so 'n groot mate van assimilasie van xenoliete dat dit nie 'n normale stollingsgesteente is nie. (Willemse, 1937 p.110). Die rots kon beter onder die groep hibridiese rotse ingeskakel word.

(Karoo-)
Die Jonger Doleriet

Die jonger doleriet wat deur Nel (1927) die „Annas Rust gabbro" genoem is, bevat nie pseudotagiliet nie en is die jongste doleritiese gesteente in die gekarteerde gebied. Dit vorm 'n golwende plaat wat intrusief is in die Argeïese granodioriet op Tweefontein 385, Hermanus 705 en Doornput 94 en in die gesteentes van die onderste Witwatersrandstelsel op Geluksoord 306, Doornput 94, Kameelkraal 826, Tweefontein 385, Mara 695, Venus 656 en Vaalkop 655. Van die dagsome op hierdie plekke kan die plaat gevolg word tot op Annas Rust 4 wat deur Liebenberg (Private mededeling) ondersoek word.

Die dak van die jonger dolerietplaat is gewoonlik blootgestel in die laer liggende dele, maar op Mara 695 en in die oostelike hoek van Tweefontein 385 is die dak sigbaar op 'n hoogte van ongeveer 300 voet hoër as die vlakte. Teen die hange van hierdie twee koppe is die doleriet blootgestel maar die vlakte tussen die koppe word onderlê deur Witwatersrandsedimente. Die hellings van die dak van die plaat is weg van hierdie kol sedimente wat dus blykbaar die vloer van die plaat verteenwoordig. As dit so is, is die dolerietplaat ongeveer 150 voet

dik (Nel, 1927; Hall en Molengraaff, 1925). Dagsome van die boonste kontak van die jonger doleriet met die newegesteentes is te sien op Doornput 94, Hermanus 705, Tweefontein 385 en Mara 695.

Die jonger doleriet is 'n donker gekleurde rots met 'n middelkorrelrige doleritiese tekstuur. Langs die kontakte word soms xenoliete van kwartsiet, granodioriet en metadoleriet gevind. Naby die boonste kontak van die doleriet is daar verskeie soorte aartjies wat slegs in die doleriet maar nie in die newegesteentes voorkom nie. Verspreide liggroen veldspaatklonte of - aggregate sowel as growwe pegmatitiese kolle word dikwels in die doleriet aangetref.

Daly (19³³~~28~~, p. 105) het hierdie dolerietplaat as 'n sool-injeksie langs die oppervlak van 'n byna horisontale oorverskuiwing beskou. Omdat die oorskuiwingsvlak 'n sone van swakheid was, het die dolerietplaat dit tot 'n sekere mate gevolg maar dagsome wat geen verband met die oorskuiwingsvlak toon nie dui aan dat die indringing nie net tot hierdie sone beperk is nie. Alhoewel hierdie indringing gedeeltelik die kenmerke van 'n soolinjeksie het, kan dit miskien beter beskryf word as 'n onreelmatige golwende plaat, aangesien dit die vlak van die oorskuiwing slegs gedeeltelik volg.

Hibridiese Gesteentes

Op Tweefontein 385, Waarom 178, Hermanus 705, Venus 656, Doornput 94 en Klipspruit 64 het hibridisasie langs die boonste kontak van die jonger doleriet as gevolg van reaksie met Argeïese granodioriet en kwartsiet op 'n megaskopiese skaal plaasgevind. Mikroskopiese ondersoek toon egter dat 'n hibridiese strokie tussen die kilrand van die doleriet en die Argeïese granodioriet teenwoordig is. Xenoliete van Argeïese granodioriet, kwartsiet en epidioriet, wat soms gedeeltelik gehibridiseer is, kom algemeen ^{net onder} in die dak van die dolerietplaat voor.

Op Tweefontein 385 is die hibridiese gesteentes die beste ontwikkel en hier kan ^{hulle} ~~dit~~ in vyf tipes verdeel word, wat geleidelik in mekaar oorgaan. Op Waarom 178 is voorbeelde van al vyf hibridiese tipes gevind in teenstelling met die ander kleiner voorkomste waarin daar gewoonlik net een of twee hibridiese tipes teenwoordig is. Kwartsiet- en granodiorietrelikte is volop in die hibridiese rotse en varieer in grootte van mikroskopies klein tot blokke wat meer as twee voet in deursnee is (Plaat VII, fig. 1). Die hibridiese gesteentes vertoon 'n geleidelike oorgang van donker-kleurig tot lig-kleurig van die doleriet tot die Argeïese granodioriet. Die korrelgrootte varieer onreëlmatig.

DIE
PETROLOGIE VAN HIBRIDIESE GESTEENTES

Die hibridiese gesteentes is die produkte van kontaminasie van die jonger dolerietmagma deur reaksie met die ouer Argeïese granodioriet. Die aard en samestelling van die hibridiese gesteentes is bepaal deur die samestellings van die Argeïese granodioriet en die dolerietmagma.

Die Argeïese Granodioriet

In die omgewing van die hibridiese gesteentes van Tweefontein 385 is die granodioriet lig rooskleurig; die tekstuur varieer van grof porfirities tot gelykkorrelrig, en die foliasie strek noordoos. Die petrografie van die Vredefort-,,granië" is deeglik deur Willemse (1937) beskryf. Die granodioriet bestaan uit veldspaat, kwarts, mika, ilmeniet, apatiet, titaniet, chloriet, epidoot, magnetiet en leukokseen.

Omtrent 64-70 persent van die volume van die rots bestaan uit ortoklaas, ortoklaas-pertiet, mikroklien en oligoklaas. Uit mikrometriese analises van plaatjies wat met natriumkobaltinitriet gevelek is, blyk dit dat die verhouding van alkali-veldspaat tot plagioklaas in die granodioriet ongeveer een tot twee is. Gevolglik is granodioriet 'n beter benaming vir die rots as granië. Albei soorte veldspaat is grotendeels verander in kaolien en serisiet. Die kaliumveldspaat is ortoklaas, ortoklaaspertiet en mikroklien in varierende proporsies en die plagioklaas het 'n anortietgehalte van 21 tot 25 persent. Oor die algemeen is die proporsie van alkali-veldspaat, plagioklaas, kwarts en ondergeskikte bestanddele taamlik konstant (Tabel II).

TABEL II

Die mineraal-proporsies is in volum-persentasies gegee.

Plek	Plagioklaas	Kalium- veldspaat	Kwarts	Mikro- pegmatiet	Donker minerale	Erts	Bykomstige minerale.
Tweefontein	40.2	21.4	26.4	0.7	9.0	2.1	0.2
Tweefontein	40.5	22.4	26.9	-	7.8	1.9	0.5
Hermanus	45.5	24.5	24.9	0.1	3.6	1.5	0.1
Hermanus	43.5	23.5	26.6	0.1	4.5	1.8	0.1
Tweefontein	46.6	20.6	24.2	-	6.8	1.6	0.2
Tweefontein	48.6	19.2	21.6	-	7.2	1.9	0.3
Gemiddeld	44.2	21.9	25.1	0.2	6.5	1.8	0.3

Alhoewel die alkali-veldspaat meestal in kaolien verander is, is die roosterstruktuur van mikroklien soms nog sigbaar. In 'n vars monster van Hermanus is bykans al die alkaliveldspaat mikroklien. Willemse (1937) is egter van mening dat mikroklien selde in die Vredesfontein-, „graniet" voorkom. Die plagioklaas vorm half- of oneievormige kristalle en vertoon albietverdubbeling. Die anortietgehalte (An_{21-25}) vergelyk goed met die waardes wat deur Willemse (1937) gevind is. Die twee veldspate staan in nou verband met mekaar. Soms skyn dit asof die alkaliveldspaat die plagioklaas in die vorm van 'n pertiet vervang. Baie mooi geronde kwartskorrels kom dikwels in die veldspate voor soos duidelik in Plaat VII fig. 2 te sien is.

Kwarts vorm groot oneievormige kristalle of mosaiëke en vertoon duidelike spanningseffekte soos golwende uitdowing en tweeassige interferensiefigure. Mirmekitiese deurgroeiing van kwarts en plagioklaas kom soms voor. Biotiet en muskoviet vorm dikwels bondels tussen die veldspaat en kwartskristalle. Die biotiet is groen, waarskynlik as gevolg van gedeeltelike verandering in chloriet en dit bevat insluitels van sirkoon met pleochroïese kringe^{rondom}. Die biotiet is meestal geassosieer met skeletkristalle van ilmeniet, wat gedeeltelik

in leukokseer verander en met reaksierende van titaniet omring is. Die titaniet word waarskynlik gevorm deur reaksie tussen plagioklaas en ilmeniet (Plaat VII, fig. 3). Die fyn insluitels van ystererts in die veldspaat is moontlik magnetiet. Kort dik prisma's van apatiet vorm insluitels in al die minerale van die granodioriet. Epidoot kom dikwels in die granodioriet ^{as} ~~en~~ ook in die pseudotagiliet in die granodioriet voor. Dit vertoon pleochroïsme van geel na groen en dikwels ook verdubbeling.

'n Eienaardige kristal van 'n mineraal met 'n ^{skynbare} dubbelbreking van 0.036 is in die granodioriet opgemerk (Plaat VIII, fig. 1). Volgens Berek se metode is $2V_x$ ongeveer 80° . Dit is effens bruin en baie swak pleochroïes en vertoon polisintetiese verdubbeling baie soortgelyk aan dié van albiet. Die splyting maak 'n hoek van ongeveer 15° met die tweelingslamelle. Die tweelingslamelle doof simmetries weerskante van die kruisdraad met 'n hoek van 6 grade uit. Hierdie eienskappe stem beste ooreen met dié van epidoot (Winchell, 1951).

Vorige skrywers (Hall en Molengraaff, 1925; Nel, 1927; Willemsse, 1937) is dit eens dat die granodioriet van magmatiese oorsprong is. Geronde kwartskorrels, vervanging van plagioklaas deur ortoklaas en afgeronde sirkoonkorrels mag egter aanduidings vir 'n metasomatiese oorsprong wees.

So 'n bewering sou 'n deeglike ondersoek oor die hele voorkoms van die granodioriet verg. Die kwessie van die manier van ontstaan van die granodioriet van Vredefort val egter buite die bestek van die huidige ondersoek.

Kriptokristallyne pseudotagiliet met baie insluitels van kwarts, plagioklaas, ystererts en titaniet kom volop in die granodioriet voor. Klonte van fyn gebreekte kwarts met duidelike spanningseffekte en geassosieerde kalsiet, veldspaat, chloriet en epidoot kom mees dikwels as insluitels in die pseudotagiliet voor. Die erts in die pseudotagiliet is skynbaar ilmeniet omdat klein rooi-bruin pleochroïese

kristalletjies wat waarskynlik rutiel is daarmee geassosieer is. Die korrels in die grondmassa van die pseudotagiliet kon alleen met die hoogste vergroting onder die mikroskoop waargeneem word en alhoewel geen mineraal met sekerheid daarin geïdentifiseer is nie, bestaan dit skynbaar uit chloriet, epidoot, amfibool, magnetiet, kwarts en veldspaat. Die dun aartjies van epidoot wat deur die pseudotagiliet sny bevat ook chloriet en kwarts. Langs die wande van hierdie aartjies is die pseudotagiliet effens pleochroies, waarskynlik as gevolg van deurweking met epidoot. Dit mag beteken dat die epidoot in hidrotermiese oplossings na die vorming van die pseudotagiliet ingebring is.

Die Jonger (KaPoö-) Doleriet

Swart pirokseenkristalle onderskei die jonger doleriet in handmonsters van die meta-doleriete wat op vars breuke gekenmerk word deur 'n groen kleur vanweë die groot persentasie aktinoliet wat hulle bevat.

Die doleriet het 'n ofitiese tot subofitiese tekstuur en bestaan uit sonale labradoriet, sonale ougiet, pigeoniet, olivien, mikropegmatiet, amfibool, biotiet, ilmeniet, magnetiet en piriet. Die variasie in die volumetriese samestelling van die doleriet is aangedui in tabel III.

TABEL III

Die mineraal-proporsies is in volum-persentasies gegee.

Plek	Mikro-				Bykomstige		
	Olivien	Plagioklaas	Pirokseen	pegmatiet	Ystererts	Minerale.	
Wweefontein 385 T2	0.6	45.0	38.5	11.7	4.1	0.1	
ermanus 705 T181	0.1	45.1	37.6	12.1	4.9	0.2	
Wweefontein 385 T7	0.2	45.4	40.5	10.0	3.7	0.2	
oorrupt 94 T315	0.1	46.2	35.1	14.9	3.6	0.1	
Wweefontein 385 T146	0.2	46.2	37.0	12.2	4.1	0.3	
" " T9	0.2	48.5	37.5	8.2	5.3	0.3	
eluksoord 306 T161	0.1	49.0	39.6	8.0	3.2	0.1	
oorrupt 94 T175	0.3	49.0	37.3	9.7	3.6	0.1	
Wweefontein 385 T129	1.7	49.8	33.2	11.3	3.8	0.2	
eluksoord 306 T314	0.2	50.2	36.2	9.7	3.6	0.1	
Wweefontein 385 T148	0.2	53.5	30.6	10.8	4.6	0.3	
T184	0.6	53.5	31.2	8.6	6.1	0.1	
temiddeld	0.4	48.4	36.2	10.6	4.2	0.2	

Uit bostaande tabel blyk dit dat die variasie in mineraal-samestelling van die doleriet gering is. Dit kan waarskynlik daaraan toegeskryf word dat gewoonlik net die boonste dele van die plaat blootgestel is.

Veldspaat

Die plagioklaas vorm half- of eievormige kristalle en is gewoonlik gedeeltelik in serisiet verander. Hulle lengte-breedte-verhoudings is ongeveer 1:6 vir die kleiner latte en ongeveer 1:3 vir die groteres. Verdubbeling volgens die albiet, karlsbad- en periklienwette is algemeen terwylmanebach-, baveno- en aklienverdubbeling ook soms voorkom. Die samestelling van die plagioklaas varieer baie weens die sterk sonebou. Die gemiddelde anortiet-gehalte van meer as honderd kerns van die plagioklaas in verskeie monsters is 64 persent.

Waar die plagioklaas teen vroeë olivien grens is die anortiet-gehalte (72 - 69) gewoonlik hoër as in die kerns van plagioklaas (An_{64-58}) wat in kontak met laat mikropegmatiet is. Die skynbare oorsaak hiervan is dat die plagioklaas wat teen vroeë olivien gekristalliseer het effektief langs die kontak met die olivien van die magma geskei is, sodat dit nie verder daarmee kon reageer nie, terwyl plagioklaas in kontak met mikropegmatiet tot 'n baie later stadium in reaksie met die magma kon bly, aangesien die mikropegmatiet heel laaste gekristalliseer het. Daardie dele van die plagioklaas wat in kontak met die mikropegmatiet is, is aansienlik meer albietryk as die dele verste weg van mikropegmatiet. Hierdie dele van die plagioklaas is duidelik van mekaar geskei deur 'n sone met 'n intermediêre samestelling tussen bogenoemde uiterstes (Plaat VIII, fige. 2 en 3).

Die randsone is altyd deur kwarts ingevreet of mikrografies daarmee deurgroei. Hierdie plagioklaasrande is skerp van die res van die plagioklaas geskei, word deur natriumkobaltinitriet gevlek en het $2V_{\alpha} = 68^{\circ} - 70^{\circ}$. Die feit dat die albietslamelle van die plagioklaas deur hierdie sone strek, dui aan dat dit wel 'n plagioklaas is. Volgens die uitdowingshoeke van die albiet-lamelle reghoekig met die (010) vlak van die kristalle is die anortiet-gehalte 13-15 persent. Hierdie oligoklaas is dus waarskynlik 'n kaliumryke plagioklaas. Aan hierdie randsone grens daar mikropegmatiet met veldspaat wat deur

natriumkobaltinitriet gevlek word en met $2V_{\alpha} = 44^{\circ} - 46^{\circ}$. Die lae waarde van die optiese ashoek van hierdie mikrografies deurgroeide veldspaat dui aan dat dit anortoklaas is (^{Winchell, 1951} ~~Lombaard, 1952~~). Verder weg van die plagioklaas het die veldspaat van die mikropegmatiet 'n optiese ashoek van $2V_{\alpha} = 61 - 68^{\circ}$, en gevolglik is dit ortoklaas.

Volgens draaitafelbepalings van die optiese ashoeke en uitdowingshoeke sowel as die resultate van natriumkobaltinitriet - vlektoetse blyk dit dat die natriumgehalte van die plagioklaas toeneem van die kerns na die rande waar dit teen mikropegmatiet grens. Die proporsie kalium in die veldspaat van die mikropegmatiet neem toe van die kaliumryke randsones weg van die plagioklaas ten koste van natrium (Plaat VIII, fig. 3). Skynbaar gaan die isomorfe reeks van die plagioklaas by die kristallisatie van mikropegmatiet oor in die beperkte isomorfe reeks van alkaliveldspaat.

Soms kom daar blokvormige sonale aggregate van plagioklaas in die doleriet voor bestaande uit kristalle met ^{anortiet} kerns van die omringende mantel met reëlmatige sonabou (Plaat IX fige. 1 en 2). Die kerns van hierdie veldspaatkristalle het 'n hoër anortietgehalte (An_{80}) as die eerstelinge in die kilrande van die doleriet. Tussen die kerns en die mantel wat hulle omring is daar 'n verskil in anortietgehalte van byna 30 persent. Hierdie kristalle grens gewoonlik met oneievormige kontakte teen die pirokseene. Waarskynlik het hierdie plagioklaas-aggregate oorspronklik met 'n anortietgehalte van 80 persent uit 'n diepgesette basiese magma gekristalliseer. Later is hulle deur die dolerietmagma opgeneem waarna die buitenste dele van hierdie anortietryke kristalle deur resorpsie en rekristallisatie omgesit is in ^{natriumryke} ~~suurder~~ plagioklaas (An_{52}).

Olivien.

Alhoewel olivien 'n ondergeskikte bestanddeel van die doleriet is, is dit wenslik om dit voor die piroksene te behandel aangesien dit 'n definitiewe verband met die piroksene vertoon soos later

aangedui sal word. Die olivien kom as vars kristalle in die pirokseen (Plaat IX, fig. 3) en ook as geheel of gedeeltelik veranderde kristalle in die matriks voor. Die olivien vertoon gewoonlik swak sonebou en het die volgende optiese konstante: $2V_p = 78^\circ$, $n_p = 1.730$. Volgens hierdie eienskappe het dit 'n samestelling van Fa_{37} (Wager en Deer, 1939). Deur reaksie met die magma is pigeoniet van die olivien gevorm soos ook deur Walker en Poldervaart (1949) in die Karoodoleriete waargeneem is. In die sone van verwerking is die olivien in bowlingiet verander. Die bowlingiet is weer in antigoriet verander.

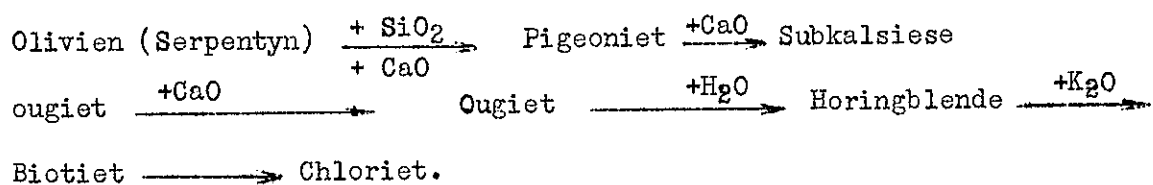
Pirokseen.

Beide pigeoniet en ougiet vorm half- of oneievormige kristalle in die doleriet. In die ougiet is daar dikwels oorblyfsels van pigeoniet en subkalsiese ougiet waarom sonebou met abnormale variasie in samestelling uitstrek (Poldervaart, 1946) (Plaat X, fige. 1 en 2).

Dit is moeilik om die sub^kalsiese ougiet en omringende ougiet skerp van mekaar te onderskei aangesien die een sonaal in die ander oorgaan. Albei is ligbruin van kleur, soms verdubbel en vorm half- of oneievormige kristalle. $2V_p$ varieer tussen 38° en 56° en $z\wedge c'$ tussen $+41^\circ$ en $+47^\circ$ en n_p vir die twee is ongeveer 1.72. As Walker en Poldervaart (1949) se metode vir die bepaling van die samestelling van die klinopirokseen gebruik word, d.w.s. as die interseksie van die kromme vir n_p met die pirokseenkristallisasiekromme van Hess (1941) vasgestel word, gee dit 'n samestelling van $Wo_{41-31}^{En_{42-41}}$ Fs_{17-28} . Net soos wat Walker en Poldervaart (1949) in die geval van die Karoodoleriete gevind het, stem die waardes van $2V_p$, $z\wedge c'$ en n_p nie met mekaar ooreen, as Wager en Deer (1939) of Hess (1941) se diagramme direk vir die bepaling van die pirokseen se samestelling gebruik word nie.

Die pigeoniet besit die volgende eienskappe: $2V_p = 0-20^\circ$, $z\wedge c' = +24^\circ$ ~~$+36^\circ$~~ en n_p is ongeveer 1.70. Volgens die krommes van Hess (1949) en Walker en Poldervaart (1949) is die samestelling van die pigeoniet $Wo_{10-13}^{En_{65-52}Fs_{25-35}}$.

Die pigeoniet wat moontlik van die olivien deur reaksie met die magma gevorm het, kon op sy beurt weer met die magma reageer om subkalsiese ougiet te vorm en kon in 'n later stadium van kristallisasie op 'n soortgelyke wyse plek maak vir ougiet, (Walker en Poldervaart, 1949; Poldervaart en Hess, 1951) (Plaat XI, fige. 1 en 2). Ougiet mag weer in amfibool, biotiet en chloriet agtereenvolgens verander. Die verskillende veranderinge wat olivien en pirokseen gedurende afkoeling van die magma ondergaan het, kan soos volg voorgestel word.



Hierdie veranderinge is in ooreenstemming met die reaksiereeks van Bowen (1928) en die bevindings van Mason (1952) en Poldervaart en Elston (1954) wat die stabiliteit van die minerale in terme van hulle interne strukture verklaar het. Mason (1952) meen, soos ook uit hierdie veranderinge blyk, dat minerale wat enkel SiO_4 - tetraeders bevat alleen by hoë temperature stabiel is en dat dié met meer ingewikkelde strukture soos biotiet met plaatstrukture meer stabiel by lae temperature is.

Mikropegmatiet.

Tussenliggende mikropegmatiet vorm 'n belangrike bestanddeel van die normale doleriet. Dit bestaan uit driekantige stafies van kwarts en alkaliveldspaat. Die alkaliveldspaat is reeds onder die veldspaat bespreek. Dikwels bevat die mikropegmatiet insluitels van liggroen amfiboolnaalde en apatiet.

Bykomstige Minerale.

Die biotiet in die doleriet is gewoonlik nou geassosieer met ystererts maar dit kom ook as 'n veranderingsproduk van amfibool voor. Dit is gewoonlik rooibruin maar dikwels verander dit in chloriet in welke gevalle groen biotiet 'n tussenproduk vorm. Sirkoon, omring met pleochroïese kringe, en apatiet vorm insluitels in die biotiet.

Skeletkristalle van ilmeniet vertoon soms verandering in leukokseen en soms is rutiel ook nou daarmee geassosieer. Grafiese deurgroeiing van magnetiet en piriet is ook in die doleriet gevind.

Orde van Kristallisasie.

Die eerste mineraal ^{Wat} om in die doleriet ^{magma} te begin kristalliseer ^{het} (was skynbaar basiese plagioklaas want in die kilrande is alleen eersteling van labradoriet en soms ook enkeles van olivien gevind. Dit stem in hooftrekke ooreen met Walker en Poldervaart (1949) se bevindings vir die Karoodoleriete. Olivien is in elk geval 'n ondergeskikte best^ddeel in die grof gekristalliseerde doleriet. Dit mag dus wees dat die eersteling daarvan in die kilrande so yl versprei is of deur reaksie met materiaal uit die newegesteentes verander is dat hulle selde opgemerk word. Alhoewel plagioklaaskristalle soms gedeeltelik deur olivien in die grof-gekrystalliseerde doleriet ingesluit word, beteken dit nie noodwendig dat die plagioklaas voor die olivien begin kristalliseer het nie. In elk geval lyk dit of die olivien deur reaksie met die magma in pigeoniet omgesit is soos die temperatuur gedaal het en pigeoniet direk uit die magma begin kristalliseer het. Daarna het ougiet direk uit die magma begin kristalliseer terwyl subkalsiese ougiet, wat deur reaksie van die pigeoniet met die magma gevorm is, ook in ougiet omgesit is. Apatiet en sirkoon het toe voor biotiet en die ysterertse gekristalliseer.

Die kristallisasie van alkaliveldspaat en kwarts in mikrografiese deurgroeiing met mekaar is voorafgegaan deur die kristallisasie van lang dun amfiboolnaalde.

Ouderdom van die Doleriet.

Volgens Hall en Molengraaff (1925) en Nel (1927) kom pseudotagiliet in die jonger doleriet, of gabbro soos hulle dit genoem het, voor. Pseudotagiliet is egter nêrens in die doleriet gevind nie alhoewel spesiaal daarvoor gesoek is. Dit mag wees dat hulle die jonger doleriet ^{nie onderskei het van die} ~~met~~ effens veranderde ouer doleriet wat wel pseudotagiliet bevat, ^{nie} ~~verwar~~ het. Pseudotagiliet kom in al die gesteentes in die Vredefortkoepel behalwe dié van die Karoosisteam en die bronsietgranofier voor. Alhoewel die jonger doleriet in korrelgrootte en tekstuur ^(Perdeklaaf-tipe) duidelik van die Karoodoleriet~~o~~ suid van Parys verskil, vertoon dit aan die anderkant nou ooreenkoms met die Karoodoleriet wat deur Walker en Poldervaart (1949) as die Kokstad-tipe beskryf is. Nel (1927) maak ook melding van die sub-ofitiese tekstuur van die doleriet maar hy noem dit 'n gabbro.

Dit is moontlik dat hierdie ^{doleriet} ~~doleriet~~ van na-Karoo-ouderdom mag wees aangesien die pseudotegiliet in alle ^{voor-Karoo-gesteentes} ~~na-Waterberg-gesteentes~~ rondom Vredefort behalwe die bronsietgranofier teenwoordig is, maar nie in hierdie doleriet voorkom nie. Verder skyn dit asof hierdie doleriet Karoosandsteen op Erfdeel 684 buite die gekarteerde gebied tot 'n groot mate gemetamorfiseer het. Gevolglik word dit gemeen dat hierdie jonger doleriet 'n Karoodoleriet van die Kokstad-tipe is.

Are en Sliere in die Doleriet.

Op Hermanus en Doornput waar die doleriet naby sy kontak in stroombeddings goed blootgestel is, is daar verskeie pegmatitiese en reomorfiëse are asook growwe sliere in die doleriet te sien. Geen are is egter in die newegesteentes gevind nie. Die pegmatitiese are is meer volop as die reomorfiëse are maar sliere is seldsaam. Beide die pegmatitiese en reomorfiëse are wissel in wydte van minder as een-twee-en-dertigste van 'n duim tot meer as sesduim. Hulle volg gewoonlik die nate in die doleriet maar sny ook skuins daaroor. Langs die are is die doleriet geelbruin as gevolg van hidrotermiese verandering. Die vernaamste veranderings wat in hierdie sone plaasgevind het, is verandering van pirokseen in amfibool, kaolinisasie van die veldspaat en oksidasie van die ^{erts-} ~~ander~~ minerale.

Pegmatitiese Are: Hierdie are is gewoonlik grofkorrelrig met 'n pegmatitiese tekstuur. Volgens die teenwoordigheid of afwesigheid van pirokseen kan hulle in twee tipes verdeel word; waarvan die prehniet-amfibool-are die volopste is:

(i) Prehniet-amfibool-are sonder pirokseen: Hulle kleur varieer van lig tot donker groen volgens die relatiewe proporsies van prehniet en amfibool. Die mineraalsamestelling is baie heterogeen sodat nie al die bestandele in 'n enkele slypplaatjie waargeneem kan word nie. Hierdie pegmatiet-are bestaan uit prehniet, amfibool, kwarts, biotiet, mikropegmatiet, chloriet, kalsiet, apatiet en ystererts (Plaat X, fig. 3).

Gewoonlik is prehniet die oorwegende mineraal. Dit het die volgende optiese konstante:

$$\begin{array}{ll} n_{\alpha} &= 1.614 & n_x - n_{\alpha} &= .031 \\ n_{\beta} &= 1.623 & 2V_{\alpha} &= 66^{\circ} \\ n_{\gamma} &= 1.645 \end{array}$$

Volgens die krommes van Winchell (1951, p.360) bevat die prehniet ongeveer 3 persent Fe_2O_3 . Dit vertoon tipiese, bowtie-¹struktuur en

bevat gewoonlik volop insluitels van fyn amfibool-naalde wat 'n groen kleur aan die mineraal gee.

Langs die kontakte van die are met die doleriet is die amfibool in die vorm van veselrige aggregate gekonsentreer. Dit besit die volgende eienskappe:

$$\begin{array}{ll} n_{\alpha} = 1.658 & n_{\gamma} - n_{\alpha} = .023 \\ n_{\beta} = 1.672 & 2V_{\alpha} = \text{ongeveer } 70^{\circ} \\ n_{\gamma} = 1.681 \end{array}$$

Orientasie is lengte positief.

Pleochroïsme : α = lig-groen
 β = lig-groen-bruin
 γ = lig-bruin.

Volgens hierdie eienskappe is die amfibool groen horingblende (Winchel 1951).

Kwarts vorm perfekte of half-tot oneievormige kristalle in die prehniet (Plaat XI, fig. 3). Mikropegmatiet is taamlik volop en vul die tussen-ruimtes. Chloriet vorm meestal sferoliete, dikwels rondom biotiet ten koste waarvan dit gevorm het. In sommige plaatjies is biotiet en kalsiet taamlik volop terwyl ilmeniet soms deur klein hoeveelhede piriet vergesel, meestal in leukokseen verander is.

(ii) Pirokseen-houdende are: Hierdie donker gekleurde are bestaan bykans uit dieselfde minerale as die doleriet nl. plagioklaas (An_{54-58}) sonale ougiet, pigeoniet, sekondêre amfibool na pirokseen, ilmeniet en piriet wat dikwels nou met biotiet geassosieer is, asook prehniet wat in variërende hoeveelhede teenwoordig is.

Reomorfiëse Are: Die reomorfiëse are van gemobiliseerde granodioriet varieer baie in dikte en samestelling en bevat soms soveel doleriet-materiaal dat hulle as hibridiese are beskryf kan word. Hierdie are kan ingedeel word in twee tipes. Die mees algemene een is lig van kleur. Die minder algemene tipe is meer hibridies van aard

en donkerder van kleur. Hierdie are stem goed ooreen met die reomorfiëse are wat deur Mountain (1943, 1944) beskryf is.

(i) Liggekleurde reomorfiëse are: Hulle bestaan uit veldspaat, kwarts, mikropegmatiet, chloriet, apatiet en ystererts. Veldspaat, kwarts en mikropegmatiet is altyd in groot hoeveelhede teenwoordig. Die veldspaat is gewoonlik baie verander en word van die kante af deur mikropegmatiet vervang. Kort dik sonale latte van gedeeltelik veranderde plagioklaas (An_{18-21}) vertoon soms albiet-verdubbeling. Die kwarts vorm oneievormige kristalle. Chloriet is gewoonlik in ondergeskikte hoeveelhede teenwoordig. Apatiet kom as dun naalderige insluitels in die mikropegmatiet voor. Fyn korrels van ystererts wat waarskynlik ilmeniet is, is deur die are versprei (Plaat XII, fige. 1, 2 en 3).

(ii) Donkergekleurde reomorfiëse are: Hierdie are het dieselfde tekstuur as die liggekleurde reomorfiëse are maar is donkerder van kleur (Plaat XIII, fig. 1). Hulle bestaan uit veldspaat, kwarts, mikropegmatiet en hoeveelhede van chloriet, prehniet, titaniet, amfibool, biotiet en ystererts wat wissel volgens die hoeveelheid doleriet-materiaal wat in die are opgeneem is. Kenmerkend van hierdie are is die groot hoeveelheid naalde van horingblende, titaniet, naalde van ystererts en biotiet. Die veldspaat is gewoonlik heeltemal in kaolien verander. Mikropegmatiet is taamlik volop. Die amfibool vertoon dikwels 'n diep-blou-groen kleur en $z\alpha c$ is ~~van~~ ongeveer $\pm 22^\circ$. Die titaniet is gewoonlik nou geassosieer met die ystererts en vorm eievormige ruitvormige of oneievormige kristalle.

Pegmatitiese Sliere: Geronde en verlengde pegmatitiese sliere in die doleriet bestaan uit diopsidiese ougiet, albiet, prehniet, titaniet, ilmeniet en apatiet. Die pirokseen is lig-groen en is gedeeltelik verander in aktinoliët. $Z\alpha c' = +41^\circ$ en die dubbelbreking is 0.029. Dit kom dikwels as 'n taamlik reëlmatige patroon in die albiet voor. In hierdie deurgroeiing het die pirokseen veral langs die splytings van die albiet gevorm. Die pirokseen-gedeelte van die deurgroeiing is nie opties aaneenlopend nie, sodat die patroon nie as 'n eutektiese deurgroeiing beskryf kan word nie. Die blokvormige, effens sonale albiet (An_{0-4}) is grotendeels in kaolien verander alhoewel sommige kristalle nog albiet en periklien-verdubbeling vertoon. Prehniet vertoon tipiese, bowtie-struktuur en is in kolle gekonsentreer. Titaniet is dikwels nou met die ilmeniet geassosieer en vervang skynbaar die pirokseen. Apatiet vorm insluitels van kort-gesette prisma's en lang dun naalde in die ander bestandele.

Kontakverhoudings van die Doleriet en Granodioriet

Meeste van die dagsome van die doleriet in die Vredefortkoepel wat met dié van Tweefontein 385 gekorreleer kan word, is besoek en spesiale aandag is aan hulle kontakte gewy. Meestal is die kontakte nie blootgestel nie. Ongeveer 90 persent van dié wat wel blootgestel is, is skerp en vertoon kilrande. In slypplaatjies van hierdie kontakte is daar altyd 'n smal hibridiese strokie, wat selde breër as 'n duim is, onder die mikroskoop te sien (Plaat XII, fig. 1). Hierdie hibridiese strokie kan soms ook met die blote oog in hand-monsters van die kontak waargeneem word. Op 'n paar plekke is die ontwikkeling van hibridiese gesteentes op 'n heelwat groter skaal. Hierdie voorkomste word later behandel.

Op Doornput 94 en Hermanus 705 ^{en Tweefontein 385} is daar xenoliete van kwartsiet granodioriet asook een van meta-doleriet langs die kontak gevind. Hulle is deur 'n duidelike hibridiese strook van die doleriet geskei

of met die dolerietmateriaal deurweek ^{en Plaat XIV, fig. 3.} (Plaat XIII, fige. 2 en 3).

Party van die granodioriet-xenoliete is in hibridiese kolle verander terwyl die veldspaat en kwarts van ander eenvoudig gerekristalliseer is in 'n growwe grafiese deurgroeiing (Plaat XIV, fig. 1).

Die enigste kilrande van die doleriet teen die granodioriet en metadoleriet wat in besonderhede ondersoek is, is dié wat op Hermanus 705, Doornput 94, Kameelkraal 826 en Mara 695 voorkom. Die kontak met die doleriet op hierdie plekke is kronkelend en vorm 'n golwende oppervlak. Hierdie kontak is gewoonlik met aartjies deurkruis en van die newegesteentes losgebars onder die invloed van verwerking.

In die granodioriet buite die hibridiese strook is daar tekens van termiese metamorfose asook metasomatose. Die plagioklaas is in meeste gevalle grotendeels gerekristalliseer in latte wat soms waaiervormig gerangskik is om 'n „gerf-bondel“-struktuur te vorm, ^{Thornton} (Thomson, 1930). Hierdie plagioklaaslatte het 'n anortietgehalte van 18-22 persent. Ten spyte daarvan dat hulle gewoonlik baie gekaoliniseer is, is albietverdubbeling soms sigbaar. Wanneer die plagioklaas nie heeltemal gerekristalliseer is nie, vertoon dié opbreking in klein reghoekige blokkies. Dit skyn asof hierdie opbreking rekristallasie voorafgaan. Waar kwarts en veldspaat, en veral kaliumveldspaat, teen mekaar grens, is albei minerale saam gerekristalliseer in 'n mikrografiese deurgroeiing. Dikwels vul hierdie grafiese deurgroeiing inhamme in beide die veldspaat en die kwarts.

Die kwarts van die granodioriet is gewoonlik vergruis en gerekristalliseer om 'n mosaïek te vorm waardeur daar soms stringe van fyner kwarts sny. Hierdie kwarts is gewoonlik met onderbroke reaksierande van geheel of gedeeltelik veranderderde pirokseen en ystererts omring.

Naalderige geel-bruin amfibool wat deur verandering van die pirokseen ontstaan het, biotiet in buitengewone hoë proporsie en naalderige ilmeniet is soms ook in die granodioriet teenwoordig, en dui metasomatose van die granodioriet aan.

Smal reomorfiëse aartjies bestaande uit 'n mikrografiese deurgroeiing van kwarts en veldspaat, geel-bruin amfibool asook liggroen amfiboolnaalde, ystererts en chloriet, strek soms van die granodioriet uit in die doleriet en verteenwoordig skynbaar gemobiliseerde granodioriet (Plaat XII, fig. 1).

Die smal hibridiese strook wat altyd onder die mikroskoop tussen die kilrand van die doleriet en die granodioriet te sien is, is dikwels skerp van die granodioriet afgebaken maar dit gaan geleidelik in die doleriet oor. Hierdie gehibridiseerde strook bestaan uit veranderde veldspaatlatte (waarskynlik plagioklaas) baie soortgelyk aan dié in die aanliggende granodioriet asook pirokseen wat in amfibool en biotiet verander is, met baie mikropegmatiet en 'n aansienlike hoeveelheid ystererts. Hierdie strook is sonder twyfel gevorm deur inkorporasie van granodiorietmateriaal in die dolerietmagma. Op Zandfontein 194, buite die gekarteerde gebied, het Hall en Molengraaff (1925) egter die buitengewone hoë persentasie mikropegmatiet in die doleriet aan assimilasie van Orange Grovekwartsiet toegeskryf, alhoewel hulle geen xenoliete van die kwartsiet in die doleriet gevind het nie. Aangesien die doleriet hier egter in direkte kontak met die Argeïese granodioriet en nie die Orange Grovekwartsiet is nie, kan hulle verklaring vir die mikropegmatiet nie aanvaar word nie.

Die onveranderde kilrand van die doleriet is basalties en bevat eersteling van plagioklaas (An_{75-69}) wat dikwels groepies vorm en 'n glomeroporfiritiese tekstuur veroorsaak. Op Zandfontein is ook 'n eersteling van olivien in die kilrand gevind. Die matriks is holokristallyn alhoewel daar in die fyner tipes soms swak gekristalliseerde mesostasis voorkom. Vanaf die kontak neem die korrelgrootte

vinnig toe. Omtrent 6 duim vanaf die kontak bestaan die fynkorrelrige doleriet uit sonale latte van plagioklaas (An_{66-53}) gedeeltelik veranderde ougiet en pigeoniet, veranderde olivien, 'n groot hoeveelheid verspreide korrels van ystererts, taamlike groot vlokkes van biotiet en 'n tussenliggende mineraal wat volop dun groen naalderige insluitels bevat en geel gevlek word deur natriumkobaltinitriet. Hierdie tussenliggende mineraal het 'n groot optiese ashoek oor die skerp bisektriaks en is waarskynlik 'n kaliumryke veldspaat.

Kompleks van Hibridiese Gesteentes op Tweefontein 385

Op Tweefontein 385 vorm die dagsome van die hibridiese gesteentes 'n naasteby ovaal kol, ongeveer 440 tree by 180 tree, met die langas oorkruis met die strekking van die Hospitaalheuwellaai en die kortas ewewydig daarmee (Plaat XV en Kaart IV). Hierdie kompleks van hibridiese gesteentes is verdeel in 'n suidwestelike en 'n noordoostelike massa deur die jonger doleriet. Noordoos, suidoos en suidwes van hierdie kompleks is daar ook dagsome van die jonger doleriet. In die noordelike en oostelike dagsome is die doleriet fyner gekristalliseer naby die hibridiese gesteentes as elders. Die kontak van die doleriet met die hibridiese gesteentes is egter nêrens blootgestel nie. Aan die oostekant van die kompleks is daar verskeie relikte van granodioriet en kwartsiet in die hibridiese gesteentes (Plaat XIV, fig. 3, en Plaat VII, fig. 1).

Aan die noordwestekant is die hibridiese kompleks skynbaar intrusief in die Hospitaalheuwelsedimente en die metadolerietplaat wat in hierdie sedimente ingedring is. Wes en oos van die kompleks is daar geen dagsome nie, maar ongeveer 120 tree weg daarvan aan die suidwestekant is die granodioriet plek-plek blootgestel. Die sedimente en die metadolerietplaat aan die noordwestekant van die kompleks is oor 'n horisontale afstand van ongeveer 80 tree met betrekking tot dieselfde gesteentes aan die suidoostekant van die kompleks verplaas.

In die hibridiese gesteentes van die kompleks is daar 'n geleidelike oorgang van die doleriet na die granodioriet. Naaste aan die doleriet is die kleur van die hibridiese gesteentes donker groen of grys maar na die granodioriet verander dit deur rooigrys tot rooskleurig. Die korrelgrootte van die hibridiese gesteentes is deur die spoed van kristallisasie van die dolerietmagma en die korrelgrootte van die oorspronklike granodioriet bepaal en is meestal middelkorrelrig. Die tekstuur verander van ofities of subofities naaste aan die doleriet deur granofiries na granities in die granodioriet. Die soortlike gewig wat hoofsaaklik deur die proporsie mafiese minerale in die hibridiese gesteentes beheer word, daal van ongeveer 3.00 in die doleriet tot 'n minimum van 2.54 in die hibridiese gesteentes waarna dit weer toeneem tot 2.67 in die granodioriet. Die proporsie mikropegmatiet neem toe van die doleriet en die granodioriet om 'n maksimum in die hibridiese gesteentes te bereik en vertoon 'n antipatetiese verhouding met die proporsie veldspaat wat nie met kwarts deurgroei is nie (Plaat XXVIII, fige. 1 en 2).

Volgens mineralogiese samestelling, soortlike gewig en die mate van verandering wat die minerale ondergaan het, kan die hibridiese gesteentes in vyf tipes verdeel word:

Tipe I (S.G. = 2.95 - 2.84).

Gesteentes van hierdie tipe is grof-korrelrig (Plaat XVll, fige. ²/₃ en ³/₄; Plaat XVlll, fig. 1) maar fyner korrelrige kontakmodifikasies (Plaat XVlll, fig. 2) is ook gevind. Die tekstuur is subofities tot granofiries. In handmonsters het rotse van hierdie tipe soms 'n siënitiese voorkoms. Hierdie gesteente bestaan uit plagioklaas met goed ontwikkelde sonebou, gedeeltelik veranderde sonale pirokseen (ougiet en pigeoniet), mikropegmatiet, amfibool, biotiet, kwarts, ilmeniet, prehniet, chloriet, kalsiet en apatiet.

Die volumetriese proporsies van hierdie minerale en die soortlike gewigte van hibridiese tipe I word in tabel IV gegee.

Tabel IV

No.*	S.G.	Veldspaat	Mikro-pegmatiet	Mafiese minerale	Kwarts	Erts	Bykomstige minerale.
N@	-	46.9	12.3	33.7	4.8	2.3	-
P@	-	51.0	20.0	23.8	3.7	0.9	-
T144	2.83	56.2	16.3	27.7	2.0	0.8	-
T302	2.82	60.3	19.4	17.6	2.2	0.3	-
T302	2.82	58.7	20.8	18.3	0.3	1.8	-
T183	2.91	44.1	23.1	30.0	1.1	1.6	0.1
T143	2.85	36.8	24.0	31.3	0.6	7.2	0.1
O@	-	35.4	25.0	29.9	5.7	4.0	0.1
T 33	2.86	30.1	28.3	31.2	4.3	6.0	0.1
Ge-middel-de	2.85	46.7	21.0	26.8	2.7	2.8	-

* Hierdie nommers verwys na posisies van monsters op Kaart Vlll

@ Geanaliseerde monsters versamel deur L.T. Nel (Jansen, 1954; N, O en P respektiewelik).

Die kerns van die plagioklaas (An_{63}) is tot 'n groot mate in serisiet verander; die kante (An_{20}) is gedeeltelik deur mikropegmatiet vervang. In een seksie is ook 'n pertitiese veldspaat wat in chloriet en epidoot verander en wat met kwarts geassosieer is, gevind. Hierdie veldspaat en kwarts is waarskynlik van die granodioriet afkomstig.

Die ougiet het die volgende eienskappe:

$2V_g = 50^\circ$, $z \wedge c' = 44^\circ$ en $n_g =$ ongeveer 1.72. Volgens die krommes van Walker en Poldervaart (1949) en Wager en Deer (1939) is die samestelling $En_{38} Wo_{37} Fs_{25}$. Die pigeoniet is dikwels grotendeels

verander en vertoon die volgende optiese konstante: $2V_p = +0-16^\circ$, $z_{Ac} = +25-30^\circ$ $n_g =$ ongeveer 1.70. Die samestelling van die pigeoniet is $En_{65-54} Wo_{10-12} Fs_{25-34}$ (Walker en Poldervaart, 1949). Albei piroksene is gedeeltelik verander in uraliet en 'n veselrige amfibool. Hierdie amfibool het 'n laer brekingsindeks as die piroksene en is lig-groen-bruin gekleur en effens pleochroïes. Dit het 'n $2V_x$ waarde van ongeveer 81° . Die uitdowingshoek varieer tot die mate waartoe ^{die amfibool} dit (die pirokseene vervang en is by volkome vervanging ongeveer 10° . In optiese orientasie het dit 'n gemeenskaplike β - as met die pirokseene wat dit vervang terwyl die α - en γ -asse omgeruil is. Hierdie amfibool behoort aan die tremoliet-aktinoliet serie (Winchell, 1951).

Die mikropegmatiet vorm soveel as 35 persent van die volume van die rots. Gewoonlik sprei dit uit vanaf die plagioklaaskristalle wat gedeeltelik daardeur vervang is en vul die tussenruimtes in die rots (Plaat XV, fig. 1). Die alkali-veldspaat in die mikropegmatiet is soms deur chloriet of epidoot vervang.

Kwarts is gewoonlik 'n belangrike ondergeskikte bestanddeel en is meestal met chloriet, biotiet en horingblende geassosieer. Prehniet, kalsiet en chloriet vorm meestal onreëlmatige kolle in die rots. Die ystererts is versprei as naalde of kom as skeletkristalle in die amfibool-pseudomorfe na pirokseene, voor.

Hierdie hibridiese gesteentes is baie soortgelyk aan die tholeiiet wat deur Poldervaart (1946) by Mount Arthur beskryf is en wat deur hom as 'n hibridiese tipe beskou word. Hulle toon ook nou ooreenstemming met die granofiriese gabbro van Losberg (Jansen, 1954) en die granofiriese noriet van Leeuwfontein (Teens, 1954).

Die fyner korrelrige modifikasies van hierdie hibridiese tipe bevat baie relikte van granodioriet en kwartsiet. Die kwarts van kwartsiet-relikte vertoon verlengde vorms en is omring met reaksierande van pirokseene, amfibool en ystererts (Plaat XVlll, fig. 4).

Die veldspaat van die granodioriet-relikte het rekristallisasie of opbreking in blokkies soortgelyk aan dié van die „enstatiet“- granofier, soos hierbo beskryf (p.25) ondergaan. Hierdie modifikasie het dikwels 'n ofitiese tekstuur. Die sonale plagioklaaslatte het 'n anortietgehalte van ongeveer 59 persent in hul kerns en is heelwat minder in serisiet verander as in die growwer kristallyne modifikasie. Die pirokseen verander in 'n amfibool van die tremoliet-aktinoliet-serie of 'n geel-bruin amfibool met die volgende pleochroïsme : α = lig-geel-groen β = bruin-groen = olyf-groen. In ander opsigte is die fyner varieteit soortgelyk aan die growwe.

Tipe II (S.G.= 2.84-2.72): Hierdie tipe is oor die algemeen middelkorrelrig (Plaat XLX, fige.1, 2 en 3) maar fynkorrelrige varieteite kom ook voor (Plaat XX, fig.1). Kenmerkend is die voorkoms van donker gekleurde naalde in 'n rooierige of vaal-grys matriks. Volop relikte van kwarts en veldspaat is teenwoordig. Die tekstuur in hierdie tipe is granofiries.

Tabel V toon die volumetriese variasie van die minerale in hierdie tipe aan.

Tabel V

No.*	S.G.	Veldspaat	Mikro-pegmatiet	Mafiese minerale	Kwarts	Erts	Bykomstige minerale.
T185	2.76	35.1	36.3	25.7	-	2.7	0.2
T 30	2.74	31.4	41.1	21.9	2.7	2.8	0.1
T 31	2.78	29.6	41.5	23.0	1.5	4.3	0.2
T 73	2.74	29.0	43.1	19.3	5.8	2.6	0.2
T 34	2.74	31.6	44.8	20.8	0.3	2.4	0.1
T 35	2.77	27.7	45.8	20.6	1.8	4.0	0.1
T 10	2.75	26.7	46.6	22.8	1.8	2.1	-
T 25	2.77	26.3	47.7	19.2	1.7	4.9	0.2
T 28	2.76	24.8	48.4	22.4	1.8	2.1	0.5
Gemiddel-de	2.76	29.1	43.9	21.9	1.9	3.1	0.2

*Hierdie nommers verwys na posisies van monsters op Kaart Vl11.

Mikropegmatiet maak soveel as ^{byna} die helfte van die volume van die rots in hierdie tipe uit. Net soos in Tipe I is die alkaliveldspaat van die mikropegmatiet soms deur chloriet vervang. Die plagioklaas van Tipe II is baie soortgelyk aan dié van Tipe I maar is tot 'n groter mate deur mikropegmatiet vervang en meer verander sodat verdubbeling selde waargeneem kan word. Die plagioklaas (An_{30-40}) vertoon goed ontwikkelde sonebou. Die pirokseen is grotendeels in aktinolitiese amfibool verander wat soms in biotiet oorgaan. Die ystererts wat by die verandering van pirokseen vrykom vorm of ewewydige groeisels of skeletkristalle, of verspreide naalde in die matriks. Prehniet, chloriet en kalsiet word ook in hierdie tipe aangetref.

Relikte van granodioriet en kwartsiet is volop in hierdie hibridiese tipe. Die veldspaat van die granodiorietrelikte is meestal gerekristalliseer of in blokkies opgebreek en langs die kante gedeeltelik deur mikropegmatiet vervang en wel tot 'n baie groter mate as in Tipe I. Die kwarts van die relikte vertoon spanningseffekte, opbreking en rekristallisatie. Hierdie kwarts is gewoonlik deur reaksierende van gedeeltelik veranderde pirokseen omring.

In die fynkorrelrige variëteit van hibridiese Tipe II is daar volop gedeeltelik verteerde relikte van granodioriet en kwartsiet (Plaa XX, fig. 1). Hierdie relikte is heelwat minder deur reaksie met die magma verander as in Tipe I. Die sonale plagioklaas van die matriks is grotendeels deur mikropegmatiet vervang maar ^{is} minder verander as in die growwe modifikasie. Die kristalle het 'n anortiet-gehalte van ongeveer 48 persent in hul kerns en ongeveer 15 persent langs hul rande.

Tipe III (S.G. = 2.72 - 2.59).

Gesteentes van hierdie tipe is rooi tot rooskleurig met donker gekleurde naalde ^{van amfibool} wat belangrik of ondergeskik mag wees. Tipe III is oor die algemeen fyner korrelrig as Tipes I en II (Plaa XX, fige. 2 en 3). Die tekstuur is baie duidelik granofiries. In gesteentes van hierdie tipe is daar volop relikte van granodioriet en kwarts wat tot 'n kleiner mate deur die magma as in Tipe II verteer is.

Die naalderige amfibool wat ten koste van die pirokseen ontwikkel het, is soortgelyk aan dié van die growwe variëteit.

Mikropegmatiet is die hoofbestanddeel van hierdie tipe saam met veranderde veldspaat, amfibool, biotiet, naalde van ilmeniet, prehniet, chloriet, kalsiet en epidoot. Die volumetriese samestelling van hierdie tipe blyk uit tabel Vl.

Tabel Vl

No.*	S.G.	Veld- spaat	Mikro- pegmatiet	Mafiese minerale	Kwarts	Erts	Bykomstige minerale
T 32	2.72	24.7	55.1	16.0	0.2	3.7	0.2
T 32	2.72	25.1	56.5	14.8	0.4	3.1	0.1
T 49	2.63	29.2	57.2	8.7	3.6	1.2	0.1
T 52	2.59	35.1	54.4	5.8	3.9	0.9	0
T 1	2.67	28.2	53.2	13.6	3.5	1.4	0.1
T 1	2.67	29.0	52.7	12.2	3.9	2.1	0.1
T 59	2.66	34.0	51.1	7.4	6.2	0.7	0.1
T 38	2.67	36.8	51.3	7.5	2.7	1.4	0.3
T152	2.60	34.5	50.9	6.1	8.2	0.3	0
Q@	-	40.1	50.0	6.4	3.1	0.4	0.1
T139	2.60	37.5	45.6	8.8	7.6	0.5	-
Ge- middel- de	2.65	32.2	52.5	9.8	3.9	1.2	0.1

* Hierdie nommers verwys na posisies van monsters op Kaart Vl11.

@ Geanaliseerde monster, versamel deur L.T. Nel (Jansen, 1954; Q).

Die mikropegmatiet het die veldspaat grotendeels vervang en vul die tussenruimtes van die rots. Al die pirokseen is vervang deur naalderige aktinoliët en biotiet. Hierdie sekondêre minerale vorm 'n belangrike tot ondergeskikte volume van die gesteente. Prehniet, chloriet, en kalsiet kom in kleiner hoeveelhede as in Tipes I en II voor en is ook yler versprei. Epidoot is soms as onreëlmattige korrels opgemerk.

Die veranderinge in die granodioriet-relikte is gewoonlik baie minder as in Tipes I en II en ^{die relikte} bestaan dikwels uit pertitiese veldspaat en kwarts wat soms nog relikte mirmekitiese deurgroeiing vertoon. Die veldspaat in die meer veranderde relikte vertoon blokvormige opbreking en rekristallisatie soos in Tipes I en II. Die kwarts van die relikte is omring deur onderbroke reaksierande van naalderige ystererts en amfibool.

Tipe IV (S.G. = 2.59 - 2.54).

Die korrelgrootte van hierdie tipe varieer volgens die tekstuur van die vroeëre granodioriet (Plaat XXI, fige. 1 en 2). ^{Sy} Hulle tekstuur is granofiries na granities en die gesteentes is rooi of rooskleurig. Hierdie tipe bestaan hoofsaaklik uit veldspaat, mikropegmatiet en kwarts (Tabel VII).

Tabel VII

Mineraal-proporsies is in volum-persentasies aangedui.

* No.	S.G.	Veld- spaat	Mikro- pegmatiet	Mafiese minerale	Kwarts	Erts	Bykomstige minerale
T133	2.57	43.3	46.1	1.8	8.1	0.6	0.1
T 60	2.54	46.6	41.3	2.1	9.5	0.5	-
T 64	2.56	43.7	39.6	2.4	13.9	0.4	-
T 70	2.56	41.8	39.3	1.5	17.0	0.4	-
T 61	2.58	45.6	38.0	2.2	13.6	0.5	0.1
T186	2.56	43.4	37.9	1.6	16.4	0.6	0.1
T 65	2.55	42.7	37.8	2.7	16.4	0.4	-
T 63	2.56	45.1	35.4	2.4	16.6	0.5	-
T 55	2.56	44.3	30.5	1.3	23.6	0.3	-
Ge- middel de	2.56	44.1	38.4	2.0	15.0	0.5	-

* Hierdie nommers verwys na posisies van monsters op Kaart Vlll.

Die mafiese minerale vorm minder as 4 persent van die volume van die gesteente. Die veldspaat is baie soortgelyk aan dié van die onveranderde granodiorietkern van die kompleks. Dit is dikwels pertities maar oor die algemeen baie verander in kaolien en langs die rande deur mikropegmatiet vervang. Soms vertoon die veldspaat rekristallisatie in gebuigde latte en opbreking in blokkies. Kwarts is altyd teenwoordig en is afgerond deur mikropegmatiet. Die mikropegmatiet vorm breë sones tussen die kwarts en veldspaat van hierdie gesteentes. Die vernaamste mafiese bestandele is biotiet en chloriet, met amfibool wat ondergeskik of afwesig mag wees. Ilmeniet kom as verspreide naalde en korrels voor.

Tipe V (S.G. = 2.59-2.63).

In handmonsters lyk hierdie gesteentes baie soos die granodioriet maar dit kan daarvan onderskei word deur sones van mikropegmatiet tussen die veldspaat en die kwarts. Die tekstuur van hierdie gesteentes is soortgelyk aan dié van die granodioriet en hulle bevat dieselfde minerale as die oorspronklike granodioriet asook mikropegmatiet (Plaat XXI, fig. 3; Plaat XXII, fig. 1). Die volumetriese proporsies van hierdie minerale blyk uit tabel Vlll.

Tabel Vlll

No. *	S.G.	Veld- spaat	Mikro- pegmatiet	Mafiese minerale	Kwarts	Erts	Bykomstige minerale
T 69	2.60	53.4	26.8	1.4	18.0	0.3	0.1
T157	2.63	54.0	18.5	7.2	19.8	0.4	0.1
T 57	2.63	61.2	18.1	1.8	18.3	0.6	-
Ge- middel de	2.62	56.3	21.1	3.1	18.7	0.4	0.1

* Hierdie nommers verwys na posisies van monsters op Kaart Vlll.

Dit skyn asof die kaliumveldspaat die oligoklaas (An_{21-25}) vanaf die rande vervang. Die verhouding van die kaliumveldspaat tot die plagioklaas is naasteby dieselfde as in die granodioriet. Die mafiese bestandele van hierdie tipe is dikwels in klompies gekonsentreer en bestaan hoofsaaklik uit groen biotiet en chloriet. Die mikropegmatiet vervang beide die aanliggende kwarts en veldspaat.

Struktuur.

Die hibridiese kompleks van Tweefontein 385 is deur die doleriet in 'n suidwestelike en 'n noordoostelike deel verdeel:

Suidwestelike deel van die Kompleks: Die suidwestelike tweederdes van hierdie deel van die kompleks word deur hibridiese Tipes I, II en III gevorm (Kaart IV, Plaat XV en Plaat XVI, fig. 3). Tipes I en II vorm maar net 'n onderbroke sone ongeveer 15 tree breed langs die suidelike grens van die dagsome. Die noordelike derde van hierdie suidwestelike deel van die kompleks word beslaan deur Tipe IV en 'n ondergeskikte kol van Tipe V aan die oostekant. Relikte van granodioriet en kwartsiet is volop in die suidwestelike helfte van die massa. In Tipe I langs die suidelike grens is daar 'n besonder groot relik van kwartsiet (Plaat VII, fig. 1). Dikwels is verskeie relikte met deursnee van $\frac{1}{2}$ - 6 duim plaaslik in Tipe III gekonsentreer wat die indruk skep asof hulle deur opbreking van vroeëre groter xenoliete ontstaan het.

Noordoostelike deel van die kompleks: Hierdie deel bestaan grotendeels uit Tipes I, III, IV en V (Kaart IV en Plaat XV). Die sentrale gedeelte bestaan uit Tipe IV waarvan die dagsome 'n ellips vorm met sy langas noordwes-suidoos gerig. In die oostelike hoek van hierdie ellips is daar 'n dagsoom van onveranderde granodioriet wat deur 'n sone van Tipe V omring is en wat pseudotagiliet bevat. Suid van die dagsome van Tipe IV is daar 'n onderbroke sone van Tipe III blootgestel. In die weste van hierdie deel van die kompleks is daar 'n groot kol dagsome van Tipe I byna 80 tree lank en ongeveer 25 tree breed (Plaat XVI, fig. 2). Dagsome van hierdie tipe kom ook in die suidelike hoek en aan die noordekant voor. Tipe III is ook in die noorde en noordweste as swak dagsome te sien.

Die hibridiese gesteentes van die kompleks op Tweefontein 385 lê op 'n laer vlak as die sedimente aan die noordweste en suidoostekant en gevolglik ook skynbaar laer as die vlak van die stootverskuiwing in die granodioriet. Hierdie oorskuiwingsvlak vorm verskeie kulminasies

en depressies op Hermanus 705, Tweefontein 385 en Vaalkop 655.

'n Hellingsverskuiwing wat ouer as die kompleks is, het die gesteentes noordwes van die kompleks verplaas met betrekking tot dieselfde gesteentes suidoos van die kompleks (Kaart IV). Die voorkoms van 'n lae eskarp, waarvan die onderkant naasteby saamval met die byna reguit kontak tussen die hibridiese gesteentes en die newegesteentes aan die westekant van die kompleks, is skynbaar saam met die reglynige aard van die kontak moontlik 'n aanduiding dat die verskuiwing hierlangs loop. Langs die suidoostelike grens van die kompleks is die hibridiese gesteentes deur doleriet van die sedimente geskei en is die kontak nie reguit nie.

Die ligging van die hibridiese gesteentes met betrekking tot die onderliggende doleriet en aangrensende newegesteentes, kan op verskillende maniere verklaar word. Die eenvoudigste en moontlik ook die mees waarskynlike verklaring is dat die oppervlak waarlangs die granodioriet na die noordooste oor die onderste Witwatersrandgesteentes en die metadolerietplaat in hulle, gestoot is, op die plek van die huidige hibridiese kompleks 'n plaaslike depressie gevorm het (Plaat XXIII (a)). Voor die oorstoting van die granodioriet is die Witwatersrandgesteentes en metadolerietplaat in hulle langs 'n noordoos-suidwes-hellingsverskuiwing verplaas. Dit is moontlik dat die bestaan van hierdie verskuiwing die rede is hoekom die latere stootvlak hier 'n depressie gevorm het.

'n Ander verklaring is dat die granodioriet oor die sedimente en die metadolerietplaat gestoot is en daarna deur verskuiwings afwaarts verplaas is (Plaat XXIII (c)).

Nog 'n moontlikheid is dat die gesteentes oos van die kompleks saam met die oorverskuifde granodioriet, langs 'n verskuiwing aan die noordwestekant van die kompleks na die noordweste gekantel is (Plaat XXIII (b)). So 'n kanteling word egter nie deur die verspreiding van die hibridiese gesteentes aangedui nie.

In elk geval nadat die granodioriet in hierdie posisie gekom het, het die jonger doleriet as 'n plaat langs die stootvlak ingedring. Die veldverhoudings van die hibridiese gesteentes dui aan dat die kompleks op

Twefontein 385 in twee aangrensende depressies in die dak van die dolerietplaat lê soos voorgestel in plaat XV. Dit skyn dus asof hierdie hibridiese massas oorspronklik dakhangers van die granodioriet in doleriet was. Hierdie dakhangers het waarskynlik vroeër op 'n vlak bo die teenswoordige erosieoppervlak by mekaar aangesluit. Hibridiese Tipe I, II en III verteenwoordig waarskynlik gekontameneerde doleriet-magma wat ontstaan het deur opname van opgebreekte of vergruisde granodioriet wat langs die oorskuiwingsvlak teenwoordig was. Tipes IV en V is skynbaar relikte van granodioriet wat minder gebreek was en verder van die oorskuiwingsvlak en die boonste kontak van die doleriet gelê het. Die skeiding van die noordoostelike en suidwestelike massas is moontlik die gevolg van 'n lae kulminasie in die oorskuiwingsvlak waarin doleriet opgestoot het en die vergruisde granodioriet langs die stootvlak gehibridiseer het om die groot konsentrasie van Tipe I te vorm (Plaat XV).

Ander Voorkomste van Hibridiese Gesteentes

Hibridiese gesteentes het ook op ander plekke gevorm waar die jonger doleriet in vergruisde sones van die granodioriet ingedring het of waar die granodioriet dakhangers in die dolerietplaat vorm.

Voorkomste van Hibridiese Gesteentes op Waarom 178.

Langs die noordoostelike grens van Waarom 178 teen Katz 495 kom daar 'n strook hibridiese gesteentes op die kontak tussen die jonger doleriet en die Argeïese granodioriet voor. Hierdie strook strek suidwes vanaf die woonhuis op Katz 495 langs die grens van hierdie plaas vir 'n afstand van ongeveer 250 tree (Kaart V). Volgens die veldverhoudings vorm die granodioriet hier skynbaar 'n dakhanger in die jonger doleriet.

Alhoewel die hibridiese strook nie veel breër as 20 tree is nie, is vyf verskillende hibridiese tipes daarin gevind. Hulle stem baie ooreen met dié van Tweefontein 385 en is reëlmatig volgens die mate van hibridisasie tussen die granodioriet en doleriet versprei.

Tipe I: Hierdie tipe is identies met die grofkorrelrige modifikasie van Tipe I van Tweefontein 385, behalwe dat die pirokseen tot 'n groter mate in 'n amfibool verander is. Geen fynkorrelrige variëteite van hierdie tipe is gevind nie.

Tipe II: Hierdie tipe stem baie ooreen met die growwe Tipe II van Tweefontein 385 maar die veldspate is nie so duidelik blokvormig nie en is meer algemeen in kaolien in plaas van in serisiet verander. Mikropegmatiet is minder perfek ontwikkel en ook nie so volop as in Tipe II van Tweefontein 385 nie. Die pirokseen is tot 'n groter mate in amfibool verander en kwarts kom meer dikwels as oneievormige kristalle voor. Chloriet, prehniet en ystererts stem ooreen met dié van Tipe II van Tweefontein 385.

Tipe III: Hierdie tipe stem in mineraalsamestelling en tekstuur baie goed ooreen met die fynkorrelrige variëteit van Tipe III van Tweefontein 385.

Tipe IV: Hierdie tipe van Waarom 178 stem nie baie goed ooreen met Tipe IV van Tweefontein 385 nie. Dit bevat wel omtrent net soveel mikropegmatiet maar die proporsie mafiese minerale is heelwat groter. Die amfibool wat in aansienlike hoeveelheid (12%) in hierdie tipe voorkom, ontbreek in die granodioriet van die omgewing, alhoewel die granodioriet soms wel 'n groot proporsie mafiese minerale bevat (Willemse, 1937). Die mafiese bestandele wat kenmerkend van hierdie tipe is, is dus mees waarskynlik gevorm uit materiaal wat van die dolerietmagma afkomstig is.

Tipe V: Hierdie tipe stem goed ooreen met Tipe V van Tweefontein 385.

Voorkoms van Hibridiese Gesteentes op Venus 656.

Op die grens tussen Venus 656 en Vaalkop 655 is daar vier klein dagsome van hibridiese gesteentes (Kaart Vl). Hierdie gesteentes het skynbaar deur opname van granodiorietxenoliete in die doleriet ontstaan, aangesien die doleriet hier nie 'n direkte kontak met granodioriet is nie maar tussen die Spikkellaag en die onderste Hospitaalheuwelkwartsiet voorkom. Dagsome van die granodioriet kom egter ongeveer 50 tree ^{oos} suid van die hibridiese gesteentes voor.

Hierdie hibridiese gesteentes word gekenmerk deur volop relikte van granodioriet en kwartsiet. Die gesteentes kom baie goed ooreen met die fynkorrelrige variëteite van Tipes II en III van Tweefontein 385 sodat verdere beskrywing van hulle nie nodig is nie.

Voorkoms van Hibridiese Gesteentes op Hermanus 705.

Op Hermanus 705 waar die doleriet die Kronkellaag omtrent 150 tree noord ^{wes} van die hibridiese kompleks op Tweefontein 385 afsny is daar 'n naasteby ronde hibridiese dagsoom ongeveer 12 voet in deursnee in die boonste deel van die dolerietplaat. Die doleriet het hier langs die oorskuiwingsvlak ingedring sodat hierdie hibridiese kol waarskynlik 'n gedeeltelik geassimileerde xenoliet of dakhanger van die granodioriet in die doleriet verteenwoordig. Waar die dolerietplaat die konkordante metadolerietplaat tussen die Kronkellaag en die Spikkellaag afsny is daar ook 'n klein xenoliet van die metadoleriet in die jonger doleriet (Plaat XlII, fig. 2).

Die hibridiese gesteentes op Hermanus 705 kom baie goed ooreen met Tipe II van Tweefontein 385 en bevat ook baie relikte van granodioriet net soos op Tweefontein 385.

Die xenoliet van die metadoleriet bestaan hoofsaaklik uit gerekristalliseerde horingblende, ougiet afkomstig uit die jonger doleriet, blokvormigopgebreekte veldspaatkristalle, biotiet, chloriet en ilmenietnaalde. In sommige opsigte vergelyk dit goed met Tipe I van die hibridiese kompleks op Tweefontein 385.

Hibridiese Gesteentes van Klipspruit 64.

Ongeveer 'n myl suid van die nasionale pad van Parys na Vereeniging en net oos van die Oudewerf-spruit is daar hibridiese gesteentes kol-kol langs die kontak van die jonger doleriet met die Argeïese granodioriet oor 'n afstand van ongeveer 50 tree, blootgestel. Skynbaar vorm die granodioriet hier ook 'n dakhanger in die doleriet. Hierdie hibridiese gesteentes kom goed ooreen met die hibridiese Tipes III en IV van Tweefontein 385.

Reaksie-teksture en -strukture in die Hibridiese Gesteentes

In die verskillendewoorkomste van hibridiese gesteentes hierbo beskryf is daar verskeie soorte reaksie- en vervangingsteksture en -strukture, meestal in die vorm van reaksierende en deurgroeiings. Hierdie teksture en strukture het ontstaan as gevolg van reaksie tussen xenoliete van granodioriet en kwartsiet ^{en} met die dolerietmagma waarmee hulle in kontak was.

Reaksierende.

Reaksierende om kwartsrelikte is algemeen in al die hibridiese tipes. Hulle is gewoonlik beste ontwikkel in die fyner variëteite van hibridiese Tipes I, II en III asook in die doleriet naby die kontak (Plaat XVllll, fige. 2 en 4; Plaat XX, fige. 1 en 2). Die reaksierende is gewoonlik aaneenlopend maar in Tipes IV en V is hulle meestal onderbroke. In handmonsters vertoon hierdie reaksierende gewoonlik swart (Plaat XVllll, fig. 2).

Die reaksierende bestaan uit ougiet, amfibool, biotiet, plagioklaas, mikropegmatiet en naalde van ilmeniet. Die ougiet vorm

gewoonlik taamlike ronde korrels wat dikwels gedeeltelik of volledig in amfibool en biotiet verander is. Die anortietgehalte van die plagioklaas varieer volgens die hibridiese tipe waarin die reaksierand voorkom en is ongeveer 60 persent in Tipe I en 48 persent in Tipe II. Die plagioklaas is gewoonlik ^{met} deur mikropegmatiet omring en ook gedeeltelik daardeur vervang. Ilmeniet vorm dun naalde in die reaksierande en is in sommige gevalle straalvormig met betrekking tot die xenoliet gerangskik.

Soms bestaan die reaksierande in Tipes I en II uit twee sones. Die binneste sone is meestal fynkorrelrig en bestaan uit plagioklaas wat ten dele deur mikropegmatiet vervang en omring is, min of meer geronde ougiet en verspreide ilmenietnaalde. Die buitenste sone bestaan hoofsaaklik uit ougiet, amfibool, biotiet en naalde van ilmeniet. In gevalle waar net die buitenste sone ontwikkel is, bestaan dit uit geheel of gedeeltelik veranderde pirokseene en verspreide naalde van ilmeniet. Hierdie sone is gewoonlik aaneenlopend in Tipe III en onderbroke in Tipe IV. Dit is nie seker of die konsentrasies van amfibool, biotiet en ertsnaalde swakontwikkelde reaksierande in Tipe V verteenwoordig nie.

Die kwartsrelikte waarom reaksierande gevorm het, is meestal afgerond en ingevreet met onreëlmatige buitelyne. Hulle vertoon volop krake, goed ontwikkelde golwende uitdowing en is dikwels twee-assig met $2V_p$ ongeveer 10° . Hierdie reaksieverskynsel waardeur spanningseffekte in kwarts veroorsaak word en reaksierande daarom ontwikkel, is algemeen by kieselrige xenoliete in basiese magmas (Bailey, Wilson & Thomas (1924); Bartrum (1937); Benson (1945); Bowen (1922, 1928); Calkins (1909); Campbell, Day & Stenhouse (1932, 1934); Coleman (1907); Collins (1925); Daly (1917); Du Toit (1920); Grout (1937); Hall (1917); Hall & du Toit (1923); Hall & Molengraaff (1925); Harker (1904); Hawkes (1945); Jagger (1898); Johnson (1911); Kennedy & Read (1936); Knopf (1938);

Larsen & Switzer (1939); Mennell (1910, 1911, 1919); Nel (1927, 1935); Nockolds (1935⁴); Reynolds (1924)^{Reynolds, D.L. (1950)}; Rosenbusch (1890); Thornton (1930); Tidmarsh (1932); Toens (1954); Tyrrell (1909); Wager & Deer (1939); Walker & Poldervaart (1949); Watson & Mathews (1948); Wells (1951) en Willemse (1937).

Die vorming van die reaksierande om kwarts kan deur die reaksiebeginsel van Bowen (1929⁸) verklaar word. In die hibridiese tipes waar daar 'n reaksierand met twee sones rondom die gedeeltelik geresorbeerde kwarts gevorm is, bestaan die binneste sone uit mikropegmatiet, plagioklaas, verspreide korrels van ougiet en naalde van ilmeniet. Baie soortgelyke dubbelsones is beskryf deur Wells (1951). Op daardie stadium in die kristallisasie van die doleriet-magma toe hierdie ontwikkeling van reaksiesones plaasgevind het, moes die min of meer gelyktydige kristallisasie van pirokseen en plagioklaas uit die magma goed aan die gang gewees het. Hierdie minerale sou toe waarskynlik veral gouer uitgekristalliseer het rondom die kieselrige en kwartsveldspatiese insluitsels as gevolg van die plaaslike kontaminasie van die magma met vreemde minerale wat heelwat laer af in Bowen (1929⁸) se reaksiereeks geleë is as dié waarmee die magma op hierdie stadium versadig was. Dit sou dan waarskynlik 'n groter konsentrasie van nuutgekristalliseerde pirokseen en plagioklaas in direkte kontak met die xenoliete veroorsaak het, waarin daar nog wel tussenkorrelrige mikropegmatiet, gevorm deur die reaksie met die xenoliete, kon uitkristalliseer, maar wat moontlik sou. verhoed het dat hierdie reaksieproduk verder weg van die xenoliet sou spreid.

Holgate (1954) is van mening dat reaksie van basiese magma met kieselrige en kwartsveldspatiese materiaal 'n saliese vloeistof sal gee wat nie mengbaar met die basiese magma is nie. Dit verskaf skynbaar 'n beter verklaring vir die voorkoms van mikropegmatiet in die reaksierande rondom kieselrige en kwartsveldspatiese xenoliete in basiese stollingsgesteentes. In die geval van 'n suurmagma wat sulke

xenoliete opneem sou die vloeibare reaksieproduk wel met die omringende magma kon meng. In die meer basiese hibridiese Tipes I en II vind 'n mens dan ook dubbelreaksiesones met mikropegmatiet in die deel naaste aan die xenoliet, terwyl die suurder hibridiese Tipes III en IV slegs 'n enkel reaksiesone sonder mikropegmatiet rondom soortgelyke xenoliete vertoon.

Deurgroeiingsteksture:

Kwarts en veldspaat vorm twee verskillende tipes van deurgroeiingsteksture; die een is gewone mikropegmatiet en die ander 'n soort blokvormige deurgroeiing van kwarts en veldspaat.

Mikropegmatiet:

Mikropegmatiet is die vernaamste bestandee^d van meeste van die hibridiese gesteentes. Inteenstelling met die blokvormige deurgroeiing van kwarts en veldspaat waarin kwarts baie ondergeskik is, bepaal kwarts tot 'n groot mate die voorkoms van mikropegmatiet. Die verhouding van die kwarts en die veldspaat in die mikropegmatiet is ongeveer 1:2.2. Hierdie waarde is verkry deur 'n foto van mikropegmatiet te neem; dit te vergroot; deursigtige grafiekpapier oor die afdruk te plaas; die blokkies wat oor die kwarts en veldspaat val, te tel en die verhouding van die twee minerale te bereken soos in plaat XXIV voorgestel is. Jansen (1954) het die verhouding van kwarts en veldspaat in die mikropegmatiet van die hibridiese gesteentes van Tweefontein 385 as 1:1.46 gevind.

Twee tipes van mikropegmatiet wat soms in mekaar oorgaan, is onderskei: nl. mikropegmatiet met reelmatige tekstuur en mikropegmatiet met onreelmatige tekstuur. In die reelmatige tipe vorm kwarts reelmatige stafies in die alkaliveldspaat. Hierdie soort mikropegmatiet vervang gewoonlik die plagioklaas. ^{Teen} ~~In-aanraking~~ met die plagioklaas is die veldspaatlid van die mikropegmatiet baie fyn, vars en natriumryk. Verder weg van die plagioklaas word dit growwer met 'n gelyktydige toename in kalium ten koste van natrium

(Plaats XXV, fig. 1). Hierdie meer kaliumryke gedeelte gaan soms nog verder weg van die plagioklaas geleidelik in die onreëlmatige tipe oor. Die onreëlmatige tipe is gewoonlik grof met 'n meer onreëlmatige patroon en die kaliumveldspaat daarin is gewoonlik in kaolien verander. Hierdie soort mikropegmatiet word in die tussenruimtes en as sones tussen die kwarts en veldspaat in hibridiese Tipes IV en V gevind. 'n Varieteit van hierdie tipe wat uit periet en kwarts bestaan, is in hibridiese Tipe IV gevind (Plaats XXII, fig. 3). Soms is die veldspaat van die mikropegmatiet geheel of gedeeltelik deur chloriet vervang sodat die produk 'n deurgroeiing van chloriet en kwarts is.

Dat mikropegmatiet dikwels 'n belangrike produk van reaksie tussen kwarts-veldspatiese gesteentes en basiese magma is, is al deur baie werkers waargeneem (Bailey, Wilson en Thomas, 1924; Bartrum, 1937; Bayley, 1893; Benson, 1945; Bowen, 1910, 1922, 1928; Calkins, 1909; Campbell, Day en Stenhouse, 1932, 1934; Coleman, 1907; Collins, 1917, 1925; Daly, 1905, 1917, 1928; Du Toit, 1920; Eskola, 1950; Frankell, 1943; Fenner, 1926; Grout, 1937; Gavelin, 1910; Hall, 1917, 1925; Hall en du Toit, 1923; Hall en Molengraaff, 1925; Harker, 1904; Hawkes, 1930, 1945; Holgate, 1954; Jagger, 1898; Jansen, 1954; Johnson, 1911; Judd, 1893; Kennedy en Read, 1936; Larsen en Switzer, 1939; Leighton, 1954; Mennell, 1910, 1911, 1919; Miller, 1913; Mountain, 1935, 1943, 1944, 1945; Moberg, 1890; Nel, 1927, 1935; Poldervaart, 1946; Prior, 1910; Quirke, 1917; Reynolds, 1924, ^{Reynolds, D.L.} 1936, 1950; Rosenbusch, 1890; Teale, 1924; Thornton, 1930; Tidmarsh, 1932; Toens, 1954; Tyrrell, 1909; van Rooyen, 1950; Watson en Mathews, 1948; Wager en Deer, 1939; Walker en Poldervaart, 1949; Wells, 1951, 1952, ^{Wells, M.K. 1951, 1954} 1954; Willemse, 1937 en Wilson, 1952).

Meeste van hierdie skrywers het ook aangetoon dat mikropegmatiet die plagioklaas, wat uit die basiese magma gekristalliseer het, vervang.

Dit word hier aan die hand gegee dat die reelmatige mikropegmatiet hierbo beskryf, deur vervanging van die plagioklaas van die doleriet gevorm is aangesien hierdie soort mikropegmatiet dikwels inhamme in die plagioklaas vorm, en gewoonlik ook daarmee geassosieer is (Plaat XXV, fig.1).

Die onreelmatige mikropegmatiet hierbo beskryf en veral die wat sones tussen die veldspaat en die kwarts van die hibridiese gesteentes vorm, het skynbaar deur grafiese kristallisasie uit 'n sintektiese smeltsel gevorm. Hawkes (1929) het getoon dat aanvanklike smelting van kwarts-veldspatiese gesteentes langs die kontakte van kwarts en veldspaat kan plaasvind. Knopf (1938) het gevind dat sintektiese glas hoofsaaklik langs kwarts-ortoklaas-kontakte in 'n kwarts-veldspatiese gesteente wat in kontak met 'n basiese magma was, gevorm het. Die brekingsindeks van hierdie glas toon volgens hom aan, dat die proporsies van die kwarts en ortoklaas so was dat die mengsel 'n lae smeltpunt sal hê. Hallock (1890) het tot die gevolgtrekking gekom dat die twee lede van 'n moontlike binêre eutektiese mengsel langs hulle kontak by 'n laer temperatuur as hulle onderskeie smeltpunte sal smelt. In so 'n geval smelt die twee lede dan in eutektiese proporsies. Dit is waarskynlik dat kwarts en veldspaat in die vorm van mikropegmatiet uit so 'n smeltsel sal kan kristalliseer en dit word dan ook voorgestel dat dit in die geval van die hibridiese gesteentes hierbo beskryf, gebeur het.

Deurgroeiing van Kwarts met Blokvormig-opgebreekte

Veldspaat.

Die plagioklaasrelikte in die hibridiese gesteentes asook in die doleriet vertoon soms opbreking in blokkies langs die (001) en (010) splytings. Die ruimtes tussen die blokkies is met kwarts gevul om 'n skynbare deurgroeiing te vorm (Plaat XXV, fige. 2 en 3). In seksies naasteby ewewydig aan een van hierdie rigtings vul die kwarts taamlik reelmatige langwerpige kanale tussen die veldspaatblokkies

(Plaat XXVI, fig. 1). Ougiet neem soms gedeeltelik die plek van kwarts tussen die blokkies in (Plaat XXVI, fig. 2).

Die indiwiduele veldspaatblokkies vertoon in meeste gevalle albietverdubbeling asook 'n duidelike sonebou (~~Plaat XXV, fig. 3~~). Hulle anortietgehalte (An_{22-15}) in die kerns is naasteby diselfde as dié van die oorspronklike veldspaat van die granodioriet. Die kante van die sonale blokkies is meer albietryk as hulle kerns. In geen een van die plaatjies wat met natriumkobaltinitriet gevlek is, is dit gevind dat die blokkies van die opgebreekte veldspaat die vlek vertoon nie. Dit skyn dus asof alleen die plagioklaas opbreking ondergaan het. Alhoewel hierdie veldspaatkristalle van die granodioriet in die hibridiese gesteentes gewoonlik heeltemal in blokkies opgebreek is, is die blokkies groepsgewyse nog opties aaneenlopend (Plaat XXVI, fig. 1).

Aanvanklike opbreking van die plagioklaas word aangedui deur fyn krakies langs (001) en (010) splytings. By 'n verdere stadium van opbreking is daar 'n geringe verplasing van die blokkies sodat die polisintetiese verdubbelingslamelle nie meer by mekaar aansluit nie (Plaat XXV, fig. 2). By nog meer gevorderde stadia van opbreking het die blokkies met betrekking tot mekaar gedraai sodat hulle nie meer groepsgewyse opties aaneenlopend is nie (Plaat XXV, fig. 3).

Die kwarts in die tussenruimtes van die groepe veldspaatblokkies wat opties aaneen¹lopend is, vorm altyd ook 'n optiese eenheid. Waar sulke optiese eenhede langs hulle rande in aanraking met die matriks van die hibridiese gesteente is, sluit die kwarts van die eenheid by die kwarts van die mikropegmatiet aan (Plaat XXVI³, fig. 1³). Die kwarts in die ruimtes tussen die veldspaatblokkies en dié van die mikropegmatiet mag dieselfde orientasie hê al dan nie.

Die relik veldspaatkristalle wat blokkies opbreking vertoon, is in meeste gevalle omring met 'n sone van gerekristalliseerde veldspaat. Hierdie omringende veldspaat is helder en vars en vertoon

dikwels polisintetiese verdubbeling. Dit is meer albietryk as die kerngedeelte van die relik (An_{18-12}) (Plaat XXVII, fige. 2 en 3).

Die opgebreekte relikte van veldspaat is dikwels gedeeltelik deur mikropegmatiet vervang soos deur inhamme van mikropegmatiet in hulle aangetoon word (Plaat XXVII, fig. 1).

Sover vasgestel kan word is Nel (1935) en Hall en Molengraaff (1925) die enigste persone wat voorheen hierdie tekstuur beskryf het. Hall en Molengraaff (1925) wat hierdie blokvormig-opgebreekte veldspaat in die hibridiese gesteentes van Tweefontein 385 opgemerk het, het dit as 'n soort mikropegmatiet beskou en die benaming „honey-comb or cellular structure" daarvoor gebruik. Nel (1935) het ook vars veldspaat rondom die opgebreekte veldspaat opgemerk en hy noem die tekstuur „tessellate structure". Tidmarsh (1932) het ook die voorkoms van pirokseen in die ruimtes tussen die blokkies van soortgelyk opgebreekte veldspaat beskryf.

Baie voorbeelde van blokvormig-opgebreekte veldspaat met glas in die tussenruimtes is al deur verskillende werkers beskryf. Daar is ook 'n groot verskeidenheid benamings vir hierdie tekstuur gegee. (Lacroix, A., 1893, „Casket structure"; Morgan, L. en Reynolds, 1901; Rosenbusch, 1905, „Netzartige tekstur"; Day en Allen, 1905; Guppy en Hawkes, 1925, „Finger print structure"; Tidmarsh, 1932, „Frit lattic and frit channeling or frit-channel"; Knopf, 1938; Larsen en Switzer, 1939; Wilcox, 1944, „Rectangular mosaic"; Benson, 1945, „Casket structure" en Watson en Mathews, 1948, „Casket structure"). Ackermann (Persoonlike mededeling) het blokvormige opbreking van relik kaliumveldspaat in metamorfiese glas langs ^{Karoo} doleriet-sandsteenkontakte gevind waarin die ruimtes tussen die veldspaatblokkies met glas gevul is.

In al die bogenoemde gevalle van blokvormige opbreking van veldspaat deur kontakmetamorfose is die ruimtes tussen die blokkies gevul met glas of natriumryke veldspaat, pirokseen (Tidmarsh, 1932) of basiese materiaal (Benson 1945). 'n Gerekrystalliseerde veldspaat-

mantel is skynbaar altyd teenwoordig maar dit mag 'n hoër of laer anortietgehalte as die kern-gedeelte hê.

Die ontstaan van hierdie blokkiestektuur in die veldspaat deur kontakmetamorfose is deur verskillende skrywers aan opbreking (Knopf, 1938; Larsen en Switzer, 1939) en aanvanklike smelting (Guppy en Hawkes, 1925; Tidmarsh, 1932; Wilcox, 1944 en Watson en Mathews, 1948) toegeskryf. Nel (1935) meen dat hierdie tekstuur die gevolg van die meganiese effekte van hitte is. Tidmarsh (1932) skryf hierdie verskynsel toe aan die vinnige verhitting van die veldspaat tot by 'n temperatuur hoër as dié waarby uitsettingskrake ontwikkel. Knopf (1938) en Larsen en Switzer (1939) meen egter dat krake langs die splytings deur verhitting ontstaan het met die gevolg dat magnetiese vloeistowwe instaat was om in die krake in te dring. Watson en Mathews (1948) skryf die aanvanklike smelting langs die splytingsvlakke toe aan die diffusie van komponente met laer smeltpunte na daardie vlakke.

In die geval van die relikveldspate van Tweefontein 385 is die veldspaat skynbaar verhit tot 'n temperatuur waarby opbreking plaasgevind het en die vorming van die smeltsel langs die krake net begin het. Volgens Bowen (1922) se bevinding en soos ook deur verskeie van bogenoemde skrywers aanvaar is, sou hierdie smeltsel ryk aan Na^+ en Si^{++++} asgevolg³² van diffusie uit die veldspaat gewees het (Tidmarsh, 1925; Benson, 1945; Watson en Mathews, 1948).

In teenstelling met die voorbeelde hierbo genoem het die gekontamineerde dolerietmagma op Tweefontein 385 en ander plekke in die Vredefortgebied stadig afgekoel soos aangetoon word deur die korrelgrootte en die afwesigheid van mesostasis of glas in die hibridiese gesteentes. Die kwarts tussen die veldspaatblokkies kon op een van twee maniere daar gekom het: (i) deur vervanging van vroeëre sintektiese "glas" deur kwarts, (ii) of deur diffusie van Na^+ uit sulke glas gevolg deur kristallisatie van die oorblywende

Si^{++++} as kwarts. Hierdie kristallisasie of vervanging het by verskillende senters begin met die gevolg dat eenhede wat opties aaneenlopend is, ontstaan het. Die pirokseen het waarskynlik direk uit die magma in die ruimtes tussen die blokkies gekristalliseer deur dat dit die Si^{++++} - en Na^+ - houdende smeltsel verplaas het. Benson (1945) het rotsglas in die ruimtes tussen blokkies van opgebreekte veldspaat gevind wat aantoon dat daardie smeltsel wel so verplaas kan word. Hierdie feit versterk ook die mening dat die kwarts die sintektiese „glas" in die ruimtes tussen die opgebreekte veldspaatblokkies vervang het. Tidmarsh (1925³²) meen egter dat die pirokseen in die tussenruimtes ontstaan het deur diffusie van bestandele uit die magma.

Variasie van die Hibridiese Gesteentes Tussen die Jonger Doleriet en die Argeïese Granodioriet

Die doleriet bestaan hoofsaaklik uit plagioklaas en pirokseen met ondergeskikte hoeveelhede mikropegmatiet en die granodioriet hoofsaaklik uit plagioklaas, alkali-veldspaat en kwarts. Oor die algemeen bestaan die hibridiese gesteentes uit verskillende proporsies van bogenoemde minerale of mineraalgroepe verwant daaraan soos bv. amfibool en biotiet in plek van pirokseen (Plaat XXVIII, fige. 1 en 2). Gerieflikheids-halwe word elke mineraalgroep afsonderlik behandel.

Mafiese Minerale.

Daar is 'n geleidelike afname in die proporsie mafiese minerale van die doleriet na hibridiese Tipe IV waarin hulle proporsie 'n minimum bereik en daarna is daar 'n geringe toename na die granodioriet (Plaat XXVIII, fige. 1 en 2). Soortgelyke afname van die proporsie donker minerale van intrusiewe doleriet na kwarts-veldspatiese newegesteentes met meegaande hibridisasie is al deur ander werkers ook waargeneem (Benson, 1945; Hall en Molengraaff, 1925; Mennell, 1911; Nel, 1927, 1935; Reynolds, 1949⁵⁰; Toens, 1954;

Walker en Poldervaart, 1949). In hibridiese Tipe I is daar enkele monsters wat heelwat minder mafiese minerale as die res van hierdie tipe bevat. Volgens die mate van verandering, die proporsie mikropegmatiet en soortlike gewig sluit hulle beste by Tipe I aan.

Transfusie van mafiese bestandele van kwarts-veldspatiese newegesteentes na intrusiewe doleriet gedurende granitisasie is ook al beskryf (Reynolds, 1948⁵⁰; Howard, 1950).

Die mafiese minerale verander geleidelik van hoofsaaklik pirokseen in die doleriet na amfibool en biotiet in hibridiese Tipe III en dan na biotiet in hibridiese Tipe IV. Hibridiese Tipe V bevat net biotiet soortgelyk aan dié van die granodioriet.

Felsiese Minerale.

Die proporsie veldspaat wat nie mikrografies met die kwarts deurgroei is nie neem af van die doleriet tot by 'n minimum op die grens tussen hibridiese Tipes II en III (Plaat XXVIII, fig. 2). Die kromme vir die variasie van die proporsie veldspaat vanaf die doleriet tot in hibridiese Tipe III toon hoofsaaklik die variasie in plagioklaasgehalte aangesien die alkali-veldspaat grotendeels mikrografies met kwarts deurgroei is en as mikropegmatiet en nie as veldspaat gemeet is nie. In hibridiese Tipes IV en V vorm plagioklaas nog die oorwegende veldspaat wat nie met kwarts deurgroei is nie ten spyte daarvan dat in die aangrensende granodioriet daar soveel as 32 persent alkaliveldspaat is. Enkele monsters van hibridiese Tipe I bevat 'n heelwat hoër proporsie plagioklaas as wat algemeen vir hierdie tipe is.

Die plagioklaas vertoon 'n goed ontwikkelde sonebou met 'n anortietgehalte van ongeveer 60 persent in die kerns van die kristalle in hibridiese Tipe I. Die kante het meestal 'n anortietgehalte van ongeveer 20 persent. Weens die groot mate van verandering wat hierdie veldspaat in meeste van die hibridiese tipes vertoon, is dit onmoontlik om 'n variasie-diagram van die anortietgehalte te maak.

Dit skyn egter asof die anortietgehalte van die plagioklaas afneem van ongeveer 64 persent in die doleriet na 20 persent in hibridiese Tipe III waarna dit dan naasteby konstant bly tot in die granodioriet.

As die proporsie veldspaat van die mikropegmatiet getel word by die veldspaat wat nie grafies met kwarts deurgroei is nie, toon die variasie-kromme van die totale veldspaat 'n geringe toename van die doleriet na die granodioriet (Plaet XXVIII, fige. 1 en 2).

Die proporsie mikropegmatiet varieer baie meer as dié van die ander mineraal-bestandele tussen die doleriet en die granodioriet (Plaet XXVIII, fige. 1 en 2). Dit neem toe van ongeveer 9 persent in die doleriet tot by 'n maksimum van ongeveer 53 persent in hibridiese Tipe III waarna dit weer vinnig afneem na minder as 1 persent in die granodioriet. Rofweg is die variasie van die proporsie mikropegmatiet antipateties teenoor dié van die veldspaat wat nie mikrografies met kwarts deurgroei is nie, behalwe dat die maksimum proporsie van die mikropegmatiet nie mooi ooreenslaan met die minimum proporsie van die veldspaat nie.

Die variasie in die proporsie van die kwarts wat nie met die veldspaat grafies deurgroei is nie, is baie meer onreëlmatig as dié van die ander rotsbestandele, waarskynlik omdat die kwarts in baie gevalle (veral hibridiese Tipes I, II en III) xenokriste is en nie direkte produkte van reaksie of kristallisasie is nie. Die totale kwarts, d.w.s. die som van die kwarts wat nie grafies met veldspaat deurgroei is nie en die kwarts wat wel grafies met veldspaat deurgroei is, toon 'n geleidelike toename van die doleriet tot in hibridiese Tipe IV; daarna bly dit naasteby konstant tot in die granodioriet.

Soortlike Gewig.

Dit soortlike gewig van die gesteentes neem af van ongeveer 3.00 in die doleriet tot ongeveer 2.54 in hibridiese Tipe IV waarna dit weer geleidelik toeneem tot ongeveer 2.62 in die granodioriet.

Chemiese Variasie.

Slegs vier chemiese analyses van die hibridiese gesteentes is beskikbaar om die aard van chemiese variasie aan te toon (Jansen, 1954). Mikroskopiese studie van slypplaatjies van hierdie monsters het dit moontlik gemaak om hulle by die hibridiese tipes, hierbo beskryf, in te pas soos in tabel LX aangedui is.

Tabel LX

Die volumetriese analyses van die hibridiese gesteentes van Tweefontein 385.

	Veld- spaat	Mikro- pegmatiet	Mafiese Minerale	Kwarts
Gemiddelde Doleriet	48.4	10.6	41.0	0
Hibridiese Tipe I	47 - 33	12 - 30	38 - 30	0 - 3
N	46.9	12.3	36.0	4.8
O	35.4	25.0	33.9	5.7
P	51.6	20.0	24.7	3.7
Hibridiese Tipe II	33 - 25	30 - 50	30 - 20	3 - 4
" " III	25 - 41	50-56-45	20 - 5	4 - 8
Q	40.1	50.0	6.8	3.1
Hibridiese Tipe IV	41 - 57	45 - 16	5-2-5	8 - 2
" " V	57 - 65	16 - 2	5 - 8	20 - 22
Gemiddelde Granodioriet	66.9	0.2	8.3	25.1
N Granofiriese, kwarts-gabbro" Tweefontein 385 (Jansen, 1954).				
O " " "		"	(" ").	
P Granofier			(" ").	
Q "			(" ").	

Volgens plaat XXVlll, fig. 2 en tabel LX is dit duidelik dat monster P (Jansen, 1954) heelwat meer veldspaat en heelwat minder mafiese minerale as die res van hibridiese Tipe I bevat. Monster P kan dus as afwyking van Tipe I beskou word. Aangesien net drie

chemiese analyses beskikbaar is kan seëgs 'n vae begrip van die chemiese aard van die hibridiese gesteentes verkry word.

Volgens die posisies van die geanaliseerde monsters op 'n sketskaart van dr. L.T. Nel (Private mededeling) is dit moontlik om hulle posisies naasteby op kaart III vas te stel.

Aangesien die Argeïese granodioriet mineralogies baie veranderlik is sal 'n chemiese analiese daarvan alleen 'n benaderde waarde vir die chemiese samestelling van die granodioriet van Tweefontein 385 gee. Daar bestaan ook geen sekerheid dat die „gabbro" van Annas Rust 4 en Tweefontein 385, waarvan daar chemiese analyses beskikbaar is (Hall en Molengraaff, 1925) dieselfde is as die doleriet wat die hibridisasie veroorsaak het nie, aangesien beide Nel (1927) en Hall en Molengraaff (1925) verklaar dat dit pseudotagiliet bevat. Die chemiese samestellings van die doleriet, granodioriet (Hall en Molengraaff, 1925) asook van sommige van die hibridiese gesteentes (Jansen, 1954) word in tabel X gegee.

Tabel X

	L	M	N	O	P	Q	R
SiO ₂	51.7	51.65	55.81	56.71	58.02	64.53	71.0
Al ₂ O ₃	14.4	14.6	16.16	12.75	16.27	14.49	15.5
Fe ₂ O ₃	3.3	0.3	1.92	3.83	1.60	2.72	1.5
FeO	9.5	11.1	6.46	9.34	4.59	4.59	1.5
MgO	7.6	6.95	4.81	3.05	5.00	1.93	0.7
CaO	9.75	9.85	7.22	5.00	7.20	2.84	1.6
Na ₂ O	2.15	2.65	2.62	2.76	2.74	3.66	3.8
K ₂ O	0.55	0.65	1.61	1.56	1.79	2.17	3.3
+H ₂ O	0.05	0.25	1.77	2.16	1.68	1.28	0.4
-H ₂ O	0.2	1.0	0.21	0.25	0.20	0.16	0.8
CO ₂	-		-	-	-	-	-
TiO ₂	1.35	0.95	1.00	1.94	0.50	1.10	0.35
P ₂ O ₅	-	0.1	-	0.16	-	-	0.2
MnO ₃	-		0.16	0.20	0.13	0.13	
NiO	-		-	-	-		
	100.35	100.05	99.75	99.71	99.72	99.60	100.65

L „Gabbro" Annas Rust 4 (Nel 1927, p.42)

M „Gabbro" Tweefontein 385 (Hall en Molengraaff, 1925)

N Granofiriese kwarts gabbro Tweefontein 637 (Jansen, 1954)

O " " " (" ")

P Granofier (" ")

Q " (" ")

R „Vredefort graniet" (Hall en Molengraaff, 1925)

Die aard van die chemiese variasie is in plaat XXIX, fig. 1 voorgestel. Die proporsie CaO en MgO neem vinnig af van die doleriet na hibridiese Tipe I daarna is daar 'n geleidelike afname tot in ~~hibridiese Tipe III waarna dit naasteby konstant bly tot in die~~ granodioriet. Die proporsie totale FeO neem geleidelik af van die

doleriet na die granodioriet. Die proporsie K_2O neem vinnig toe van die doleriet na hibridiese Tipe I en daarna meer geleidelik tot in die granodioriet. Die ~~vinnige~~ toename van die proporsie Na_2O van die doleriet ~~tot in hibridiese Tipe III waarna dit naasteby konstant bly~~ tot in die granodioriet toon 'n duidelike knak in hibridiese Tipe II~~X~~ aan. Soos verwag kan word neem die proporsie SiO_2 geleidelik toe van die doleriet na die granodioriet terwyl die proporsie Al_2O_3 naasteby konstant bly. Soortgelyke chemiese variasie in hibridiese gesteentes wat tussen basiese magma en kwartsveldspatiese newegesteentes gevorm het, is deur Walker en Poldervaart (1949), Toens (1954), Jansen (1954) en Reynolds (1949) aangetoon.

Verhouding van Materiaal Afkomstig van die Dolerietmagma en Materiaal Afkomstig van die Granodioriet in die Hibridiese Gesteentes.

Petrografies

is dit duidelik dat daar 'n geleidelike oorgang van die doleriet deur die hibridiese gesteentes na die granodioriet is (Plaat XXVIII, fige. 1 en 2; Plaat XXIX, fig. 1). Dit moet dus aanvaar word dat die aanvanklik~~e~~ vloeibare materiaal afkomstig van die dolerietmagma in die hibridiese gesteentes geleidelik afneem na nul. Dit is reeds aangedui dat daar 'n afname van die mafiese bestandele^d van die granodioriet na hibridiese Tipe IV is; in hibridiese Tipes III, II en I is daar weer 'n toename van mafiese bestandele^d na die doleriet. Skynbaar het die mafiese minerale van hibridiese Tipes I, II en III uit vloeibare materiaal van die magma afkomstig, gekristalliseer. As die mafiese materiaal afkomstig van die granodioriet uitgesonder word, is dit moontlik om die proporsie aanvanklik-vloeibare magmatiese materiaal in die hibridiese gesteentes deur die proporsie mafiese bestandele^d grafies voor te stel (Plaat XXIX, fig. 2). In hierdie voorstelling vorm hibridiese Tipe IV saam met die doleriet die eindlede aangesien hibridiese Tipe IV (gedeeltelik) en V skynbaar slegs deur diffusie van mafiese bestandele^d uit die granodioriet en skynbare aanvanklike smelting gevorm is sonder dat dolerietmateriaal in die vorm van 'n smeltsel bygevoeg is.

Faktore wat Hibridisasie Bevorder en Bepaal het

Temperatuur van Dolerietmagma.

Daar is geen aanduidings gevind dat die dolerietmagma oorverhit was nie. Walker en Poldervaart (1949) het ook geen aanduidings van oorverhitting in die Karoodolerietmagma gevind nie.

Daar is min gegewens betreffende die oorspronklike temperatuur waarby die dolerietmagma ingedring is. 'n Plagioklaasxenokris in die doleriet het 'n kern met 'n anortietgehalte van 80 persent wat skerp omring is deur 'n sone met 'n anortietgehalte van 52 persent (Plaat IX, fige. 1 en 2), aan die buitekant waarvan die sonebou meer reelmattig uitwaarts is. Die plagioklaaslatte van die doleriet sny in hierdie xenokris in maar net tot teen die kern waar hulle skerp doodloop. Die magma was dus skynbaar besig om plagioklaas te presipiteer met 'n anortietgehalte van 52 persent toe hierdie xenokris opgeneem is. As dit so was moes die temperatuur van die magma laer as 1300°C gewees het, aangesien plagioklaas met so 'n anortietgehalte by hierdie temperatuur uit droë smeltsel kristalliseer (Bowen 1928).

Die basaltiese kilrand van die doleriet op Zandfontein 194 bevat plagioklaaseerstelinge met 'n anortietgehalte van ongeveer 70 persent. Plagioklaas met so 'n anortietgehalte kristalliseer by ongeveer 1380°C uit 'n droë plagioklaassmeltsel (Bowen 1928). Daar is egter aanduidings dat die magma 'n taamlike hoeveelheid vlugtige materiaal bevat het, sodat die plagioklaas skynbaar by 'n heelwat laer temperatuur gekristalliseer het. Volgens Walker en Poldervaart (1949) het die Karoodolerietmagma by 'n temperatuur van 1100°C - 1150°C ingedring. Dit is waarskynlik dat die indringingstemperatuur van die doleriet van Tweefontein 385 na aan hierdie waarde was.

Die temperatuur waartoe die xenoliete in die doleriet verhit was, is hoofsaaklik bepaal deur hulle afstand vanaf die kontak tussen die magma en die newegesteentes. Kwartsxenoliete en die kwarts van die granodiorietxenoliete vertoon volop krake en golwende uitdowing.

Larsen en Switzer (1939) meen dat sulke kenmerke veroorsaak word deur inversie van α - na β - kwarts. Golwende uitdowing en opbreking is egter algemeen te sien in die kwarts van die granodioriet en kan net so wel die gevolg van meganiese spanning wees. Daar is geen aanduidings van inversie van kwarts na tridimiet gevind nie. Dit is egter onwaarskynlik dat enige tekens van vroeër bestaande tridimiet in 'n middelkorrelrige rots behou sou bly. Die voorkoms van mikrografiese deurgroeiing van kwarts en veldspaat dui heelwaarskynlik op aanvanklike smelting van die twee minerale in eutektiese proporsies soos reeds aangedui is. Volgens eksperimente van Vogt (1924³) is die laagste temperatuur waarby droë mengsels van kwarts en ortoklaas kan smelt ongeveer 990°C. Die noue assosiasie van rooi biotiet en magnetiet dui skynbaar 'n hoër temperatuur as 900°C aan (Day en Allen, 1938). Dit skyn dus asof die xenokriste in die doleriet in meeste gevalle tot ongeveer 900°C verhit was.

Spoed van Afkoeling.

In geen een van die hibridiese gesteentes is glas of mesostasis gevind nie. Die hibridiese gesteentes is fyn-tot middelkorrelrig derhalwe moes afkoeling van die gekontamineerde dolerietmagma stadig gewees het tensy groot hoeveelhede vlugtige bestandele teenwoordig was wat die periode van kristallisasie verleng het.

Foldervaart (1952) meen dat 'n dik laag oorliggende gesteentes gedurende indringing van basaltiese magma wat groot hidrostatiese druk tot gevolg sal hê; die teenwoordigheid van vlugtige bestandele in die magma en die ouer aanliggende gesteentes; gelyktydige verskuiwing en verstoring ten tyde van indringing; en die nabyheid van 'n voerkanaal gunstige faktore vir die bevordering van metasomatose en assimilasie van die newegesteentes is. Die fisiese toestand en samestelling van die newegesteentes sal seker ook tot 'n groot mate bepaal of hibridisasie sal plaasvind al dan nie.

Die deklaag, oor die dolerietmagma gedurende indringing het seker hoofsaaklik net uit Karoosêdimente bestaan, wat waarskynlik geen buitengewone groot hidrostatiese druk in die magma kon veroorsaak het nie.

Die baie pegmatitiese are en verspreide pegmatitiese sliere wat met die doleriet geassosieer is, dui aan dat daar heelwat vlugtige bestandele in die jonger dolerietmagma teenwoordig moes gewees het (Flett 1929, 1930, 1931). 'n Skotse doleriet deur Walker (1935) en Flett (1929, 1930, 1931) beskryf, bevat 2.50 - 2.70 persent water per gewig in sy mesostasis asook waterryke minerale soos horingblende, biotiet en zeoliete. 'n Geassosieerde watervrye doleriet sonder bogenoemde kenmerke vertoon geen reaksie met die newegesteentes in teenstelling met die waterryke een wat gekenmerk word deur sliere, resvloeistofinjections en reaksie met die newegesteentes nie.

Frankel en Kent (1948) het die waterinhoud van 'n basaltiese glas by Verulam, wat in samestelling goed ooreenstem met die gemiddelde Karoodoleriet, bepaal as 3.67 persent per gewig. 'n Later differensiaat van dieselfde glas bevat 8.73 gewig persent water. Walker en Poldervaart (1949) stem ooreen met Daly (1944) en Shand (1943) wat 'n groter waterinhoud vir basaltiese magmas as Bowen (1928; 0.5%) en Phemister (1934; 5.0% vir diepgesete basiese magmas) aanneem. Walker en Poldervaart (1949) meen dat die proporsie water in die Karoomagma ongeveer 5.0 persent gedurende indringing van die magma was maar dat dit gedurende kristallisasie vermeerder het na ongeveer 10.0 persent.

Volgens Maree (1944) se gravimetriese opname is daar geen abnormale hoë swaartewaares in die omgewing van Tweefontein 385 nie, gevolglik is dit onwaarskynlik dat die voerkanaal van die dolerietplaat in daardie omgewing is. Liebenberg (Persoonlike mededeling) het egter gevind dat die doleriet 'n veelvuldige plaat op Annas Rust 4 vorm. In die oostelike hoek van Tweefontein 385 het die plaat

ongeveer dieselfde dikte ($\approx 150'$) as op Annas Rust 4 maar, aangesien die doleriet hier baie swak blootgestel is, is dit onwaarskynlik dat die veelvoudige aard van die plaat hier ooit waargeneem sal kan word. Herhaalde indringings van die magma sou ongetwyfeld hibridisasie bevorder het en afkoeling vertraag het.

Gelyktydige Verstoring ten Tyde van Indringing.

Die stootverskuiwing

waarlangs die jonger doleriet van Tweefontein 385 ingedring is en die hibridiese gesteentes gevorm het, asook die vergruisde sones in die Argeïese granodioriet het skynbaar gelyktydig met die Vredefortkoepel in na-Waterbergse tyd ontstaan (Nel, 1927; Truter, 1941; Liebenberg, 1954). Hernude bewegings langs ou verskuiwingsvlakke selfs in na-Karootyd word aangedui deur verplasing van moontlike Karoodoleriet in die Stilfonteingoudmyn.

Tekstuur en Samestelling van die Granodioriet.

Die tekstuur en same-

stelling van die granodioriet sou die mate van hibridisasie ook grootliks bepaal het. 'n Fyn-gelykkorrelrige granodioriet sou makliker in 'n granofier verander word indien die aanvanklike smelting langs die kwarts-veldspaat-kontakte begin, as 'n growwe porfiritiese granodioriet. Die proporsie ortoklaas in die granodioriet mag ook 'n invloed op die mate van verandering uitgeoefen het, aangesien mikropegmatiet die hoofbestanddeel van die hibridiese gesteentes is.

So vêr vasgestel kan word moes al hierdie faktore wat hibridisasie sou bevorder het oral in die doleriet-magma geheers het. Hierdie gunstige faktore vir hibridisasie in die dolerietmagma, het alleen die kleinskaalse hibridisasie al langs die boonste kontak van die doleriet met die granodioriet veroorsaak. Die rede vir die vorming van grootskaalse hibridisasie moet dus anders as deur die gunstige toestande van hibridisasie in die doleritiese magma verklaar word. Grootskaalse voorkomste van hibridiese gesteentes kom alleen voor op

plekke waar die dolerietmagma in vergruisde sones van die granodioriet ingedring is of waar stukke van die granodioriet dakhangers in die dak van die dolerietplaat vorm. Dit skyn dus asof hierdie toestande 'n vereiste vir die vorming grootskaalse hibridisasie was.

Die Proses van Hibridisasie

Volgens Rice (1951) is hibridiese gesteentes deur Harker (1904) gedefinieer as abnormale stollingsgesteentes wat deur vermenging van twee magnas of deur assimilasie van vaste ouer gesteentes en 'n indringende magma gevorm het. Volgens Rice (1951) noem Harker (1904) marscoite bestaande uit xenokriste van kwarts en veldspaat in 'n abnormale gabbroïese matriks wat deur gedeeltelike assimilasie van graniet in 'n basiese magma ontstaan het as 'n voorbeeld van 'n hibridiese gesteente. Hibridiese Tipes I, II en III beantwoord goed aan bogenoemde definisie. Hibridiese Tipes IV en V voldoen nie aan bogenoemde definisie nie aangesien daar baie min of geen materiaal van die doleritiese magma by die granodioriet gemeng is. Dit word egter aanvaar dat aanvanklike smelting in hierdie gesteentes plaasgevind het; dus kan hulle nie as suiwer metamorfiese produkte beskou word nie. (Turner en Verhoogen, 1951). Gerieflikheidshalwe word die term hibridiese gesteente gebruik vir al die gesteentes wat deur reaksie tussen die dolerietmagma en granodioriet en kwartsiet ontstaan het.

Oor die algemeen is gesteentes wat ooreenkoms met die reaksie-produkte van die dolerietmagma en die granodioriet en kwartsiet op Tweefontein 385 vertoon deur ander skrywers as granofiriese gesteentes beskryf. Sulke granofiriese gesteentes op die kontak tussen kwartsveldspatiese newegesteentes en intrusiewe basiese magma is egter verskillend deur verskillende ondersoekers verklaar (Bailey, Wilson en Thomas, 1924; Bain, 1925; Bartrum, 1937; Bayley, 1893; Benson, 1945; Bowen, 1910, 1925, 1928; Calkins, 1909; Campbell, Day en Stenhouse, 1932, 1934; Coleman, 1907; Collins, 1925, 1917; Daly, 1905, 1917, 1928; Du Toit, 1904, 1905; Eskola, 1948; Frankel, 1943, 1946;

Gavelin, 1910; Grout, 1937; Hall, 1917, 1925; Hall en Du Toit, 1923; Hall en Molengraaff, 1925; Harker, 1904; Hawkes, 1930, 1945; Holgate, 1954; Jagger, 1898; Jansen, 1954; Johnson, 1911; Kennedy en Read, 1936; Knopf, 1938; Larsen en Switzer, 1939; Leighton, 1954; Mennell, 1910, 1911, 1919; Miller, 1913; Moberg, 1890; Mountain, 1935, 1943, 1944, 1945; Nel, 1927, 1935; Poldervaart, 1944, 1946; Prior, 1910; Quirke, 1917; Reynolds, 194^{so}~~8~~; Tidmarsh, 1932; Thornton, 1930; Toens, 1954; Tyrrell, 1909; Van Biljon, 1949; Van Rooyen, 1950; Watson en Mathews, 1948; Wager en Deer, 1939; Walker en Poldervaart, 1941, 1942, 1949; Wells, 1951, 1952, 1954; ^{Wells, M.K. 1951, 1954} Wilson, 1952).

Jansen (1954) het die oorsprong van die granofiere van Losberg verklaar deur assimilasië van kwartsiet in 'n gabbroïese magma. Hy het die proses in drie stadia verdeel, nl. : (1) Albitisasië, epidotisasië, chloritisasië en amfibolitisasië; (2) Vervanging van kwarts deur mikropegmatiet waardeur die kwartsiet verryk is met kalium; (3) Assimilasië van kwartsiet, vergesel van toevoëging van materiaal uit die gabbroïese magma om growwer granofiere te vorm.

Toens (1954) het die ontstaan van die hibridiese gesteentes van Leeuwfontein verklaar deur assimilasië van kwartsiet in 'n noritiese magma gevolg deur differensiasie van die gekontamineerde magma. Hy het ook aangetoon dat die gesteentes nie deur transformasie gevorm is nie soos deur Van Biljon (1949) voorgestel is. Granofiere van Hartebeespoortdam is deur Hall en du Toit (1923) deur assimilasië van kwartsiet en skalie in gabbroïese magma verklaar. Lombaard (1932) meen dat 'n basiese en saliese magma vermeng is om die granofiere by Premiemyn te vorm.

Hierdie granofiere wat deur assimilasië of deur menging van magmas verklaar is toon ooreenkoms met hibridiese Tipe I van Tweefontein. Die produkte van die tholeïiet-fase van die Karoondolerietmagma toon ook gedeeltelike ooreenstemming met hibridiese Tipe I. Hierdie fase het gevorm deur opname deur die magma van vlugtige bestandele, afkomstig uit die xenoliete en newegesteente (Poldervaart, 1944, 1946; Walker en Poldervaart, 1941, 1949). In hibridiese Tipe I van Tweefontein 385 wat

deur assimilasie van granodioriet en kwartsiet in die dolerietmagma ontstaan het, asook oorals in die nie-gekontamineerde doleriet kom daar kalsiet en prehniet voor wat daarop dui dat die dolerietmagma vlugtige bestandele moes bevat het.

Volgens Mennell (1911) het die hibridiese gesteentes by Bulawayo wat baie soortgelyk is aan dié van Tweefontein 385 deur assimilasie van graniet in 'n dolerietmagma ontstaan. Toens (1954) het aangetoon dat die proporsie kwartsiet wat in die noritiese magma geassimileer is om die granofiere van Leeuwfontein te vorm, ongeveer drie tot sewe was. Bain (1925) meen dat 'n gelyke volume vreemde materiaal in 'n basiese magma geassimileer is om die hibridiese gesteentes van die Sudbury Complex te vorm. Bowen (1925) en Toens (1954) betwyfel dit egter dat so 'n groot hoeveelheid suur materiaal deur 'n basiese magma geassimileer kan word.

Dit is nie moontlik om al die hibridiese tipes van Tweefontein 385 deur assimilasie van granodioriet en/of kwartsiet in die dolerietmagma te verklaar nie, aangesien hibridiese Tipes IV en V baie min of geen herkenbare bestandele van die dolerietmagma bevat nie. Selfs in hibridiese Tipe III is daar nie meer as 50 persent van die bestandele sonder twyfel uit die dolerietmagma afkomstig nie. Van hibridiese Tipe II deur Tipe I tot in die doleriet neem die granodioritiese bestandele egter steeds af en word die hoeveelheid bestandele uit die dolerietmagma afkomstig steeds meer. In die geval van Tweefontein 385 skyn dit dus asof hibridiese Tipe I en gedeeltelik ook hibridiese Tipe II deur assimilasie van kwartsveldspatiese gesteentes in die dolerietmagma ontstaan het.

Strauss en Truter (1944) beskou die granofier van Zaaiplaats as 'n produk van metasomatose omdat dit „pseudomikropegmatiet” bevat. Lombaard (1952) meen egter dat die voorkoms van die mikropegmatiet nie in hierdie geval gebruik kan word om tussen magmatiese en metasomatiese produkte te onderskei nie omdat mikropegmatiet soortgelyk aan die „pseudomikropegmatiet” in die granofier van die Lebemboreeks aangetref

word. Lombaard (1952) beskou die granofier van die Lebomboreeks as 'n normale magmatiese produk vanwee sy noue assosiasie met die Karoo-indringings.

Reynolds (1948⁵⁰) het die ontstaan van granofiriese gesteentes by Slieve Gullion verklaar deur transformasie van granodioriet, wat veroorsaak is deur indringing van 'n basiese magma. Die proses deur haar gegee kan as volg saamgevat word. In die beginstadium vervang kaliumveldspaat die plagioklaas om 'n rooi rand tussen plagioklaas en kwarts te vorm. Die ontwikkeling van hierdie kaliumryke rande om die plagioklaaskristalle is ook in hibridiese tipe V van Tweefontein 385⁵⁰ gevind. By Slieve Gullion vervang mikropegmatiet in die meer gevorderde stadia kwarts waardeur silika vrygestel word wat dan in die alkaliese veldspaat en plagioklaas versprei om „lace-like micropegmatite” te vorm (Reynolds, 1948⁵⁰). Hierdie „lace-like micropegmatite” skyn dieselfde te wees as die blokkies-tekstuur wat die plagioklaas xenokriste in die hibridiese gesteentes van Tweefontein vertoon. Die biotiet van die granodioriet van Slieve Gullion is in rooi vlokies met verspreide spikkels van ystererts verander. Horingblende van die granodioriet is soms behou maar is meestal in monokliniese pirokseen verander. Reynolds (1948⁵⁰) meen dat hierdie veranderings teweeg gebring is deur hitte wat deur die indringende basaltiese magma verskaf is. Pirokseenrande neem soms die plek van mikropegmatiet om die kwarts in. Hierdie verskynsel is baie algemeen rondom kwartsxenokriste in die hibridiese gesteentes van Tweefontein en is ongetwyfeld 'n reaksierand wat deur reaksie tussen die magma en die kwarts van die xenokriste ontstaan het (Bowen 1928).

Reynolds (1948⁵⁰) meen dat die mikropegmatiet wat baie in samestelling en tekstuur varieer soos ook deur Harker (1904) in die granofiere van Skye waargeneem is, nie uit 'n eutektiese mengsel met konstante proporsies van die lede kon gekristalliseer het nie. Die groot variasie in mikropegmatiet wat sy gevind het, was skynbaar tussen die „lace-like micropegmatite” en normale mikropegmatiet. Dit is

alreeds vooraf aangetoon dat „lace-like micropegmatite" nie ware mikropegmatiet is nie en dat dit ook nie uit 'n eutektiese mengsel gekristalliseer het nie. Die mikropegmatiet van die hibridiese gesteentes van Tweefontein het dieselfde samestelling en tekstuur as die mikropegmatiet in die doleriet. Dit het dus ongetwyfeld deur kristallisasie uit 'n „eutektiese" mengsel gevorm. Reynolds vind verryking in die proporsie kalium en verarming in die proporsie natrium in die granofiere van Slieve Gullion. Sy stel egter geen bron vir die kalium voor nie. Hierdie transformasie het op 'n hipabissale diepte plaasgevind, inteenstelling met ander beskryfde voorbeelde van granitisasie wat in die plutoniese dieptes voorkom, en is veroorsaak deur 'n indringende basiese magma, wat die granodioriet vir 'n lang tyd tot 'n hoë temperatuur verhit het.

Eskola (1948⁵⁰) het in sy bespreking van hierdie artikel van Reynolds (1948⁵⁰) tereg aangetoon dat Argeïese granodioriet in al die beskryfde voorbeelde deur transformasie in graniet verander en nie in granofier nie. Hy meen dat granofiere in die kontakte van hipabasale basiese gesteentes en ouer sandstene, rapakivi-graniet en migmatiete uit 'n palingenetiese magma gekristalliseer het wat deur algehele of gedeeltelike anatexis van die ouer gesteentes ontstaan het. Langs die kontakte is hierdie palingenetiese magma deur die newegesteentes geabsorbeer sodat vervanging van die ouer minerale plaasgevind het soos deur Reynolds aangetoon is. Eskola dui aan dat hierdie veranderings veroorsaak is deur 'n basaltiese magma wat 'n temperatuur vër bo die solidus van graniet gehad het. Eskola toon ook aan dat granofiriese tekstuur algemeen by oorversadigde hipabasale en vulkaniese gesteentes aangetref word, en dat dit afwesig is in die produkte van metamorfose en diepgesete magmatiese gesteentes, behalwe in hibridiese gesteentes.

Mountain (1935, 1936, 1944, 1943), Walker en Poldervaart (1941, 1949) en Frankel (1943) het verskeie voorbeelde van sintekse en reomorfiese are langs Karoedolerietkontakte beskryf. Goranson (1932) het eksperimenteel aangetoon dat graniet op 'n diepte van verskeie kilometers en in die teenwoordigheid van 'n klein hoeveelheid water

grotendeels by 'n temperatuur van ongeveer 700°C sal smelt. As aangeneem word dat die xenoliete in die doleriet by Tweefontein waarskynlik tot ongeveer 900°C deur die magma verhit is, soos alreeds aangedui is, moes daar ongetwyfeld gedeeltelike smelting van die vreemde materiaal plaasgevind het.

Van Rooyen (1950) het gevind dat die granofiere in die vloer van die Bosveld-kompleks noord van Potgietersrust deur eenvoudige rekristallisatie van kwartsiet onder die invloed van hitte en druk en moontlik ook deur die werking sirkulerende oplossings afkomstig van die basiese magma ontstaan het. Benson (1945) het egter die ontstaan van die granofiere van Otago, Nieu-Seeland deur die werking van assimilatie, metasomatisme en reaksie verklaar.

Thornton (1930) het hibriede gesteentes by Marandellas, Suid Rhodesië beskryf wat in baie opsigte met dié van Tweefontein ooreenstem. In hierdie gesteentes is daar ook 'n geleidelike oorgang van doleriet na graniet, dus ook 'n geleidelike afname van doleriet-magma-materiaal. Thornton meen dat hierdie gesteentes gevorm het as gevolg van die gekombineerde effek van hitte en diffusie van materiaal van die dolerietmagma na die graniet. Walker en Poldervaart (1949) verklaar die ontstaan van die granofiere in assosiasie met die Karoo-doleriete op 'n soortgelyke manier.

Walker en Poldervaart (1949) het tot die gevolgtrekking gekom dat smelting van Karoo-sedimente en assimilatie daarvan deur die Karoo-dolerietmagma selde voorkom. Voorbeelde van sulke smelting en assimilatie is beskryf deur du Toit (1904, 1905); Young (1918); Frankell (1946) en Poldervaart (1944, 1946). Walker en Poldervaart (1941, 1949), Mountain (1935, 1936, 1943, 1944), Poldervaart (1944) en Frankel (1943) het egter baie voorbeelde van transfusie, metasomatose en reomorfose by die Karoo-doleriete aangetref.

Walker en Poldervaart (1949) meen egter dat dit onprakties is om die prosesse van vaste diffusie, metasomatose, transfusie en reomorfose in die Karoo-magma skerp van mekaar te onderskei. Volgens

hulle het die vorming van metasomatiese granofier begin met vaste diffusie maar die vernaamste verandering is te weeg gebring deur 'n vloeibare medium. Hierdie vloeibare medium sluit beide die magmatiese uitvloeisels en tussenkorrelrige vloeistof van die sedimente in. Die vloeibare medium en die bestandele daarin opgelos, reageer met die vaste bestandele van die doleriet en die sediment. Die vloeistof volg die normale kristallisasie-rigting van die magma en ontwikkel 'n ysterryke fase, gevolg deur 'n natriumryke fase en eindig met 'n kaliumryke fase. Aanvanklik is hierdie vloeistof verryk met saliese bestandele (Si, Na, K, Al) van die sediment en in plek daarvan gee dit femiese (Ti, Fe, Mg, Ca) elemente aan die newegesteentes. By 'n later stadium reageer die saliese vloeistof met die femies-verrykte sediment en die doleriet. Die verandering wat die sediment ondergaan het, kan in drie verdeel word, nl: (1) Verryking met femiese bestandele; (2) albitisasie en (3) granitisasie wat goed vergelyk met die verandering wat deur Reynolds (1946) beskryf is.

Na aanleiding van bogenoemde prosesse en vergelyking van hulle produkte met dié van Tweefontein, kan die ontstaan van die hibridiese gesteentes van Tweefontein beste verklaar word deur die gesamentlike werking van assimilasië, smelting, metasomatië, reaksie en vaste diffusie. Soos ook deur Walker en Poldervaart (1949) aangetoon is, kan hierdie prosesse nie skerp van mekaar onderskei word nie. Hierdie prosesse van hibridisasie het plaasgevind in die omgewing waar die doleriet-magma, met vlugtige bestandele en 'n temperatuur van ongeveer 900°C in die vergruisde sones langs die oorverskuiwing in die Argeïese granodioriet ingedring het en waar stukke van die Argeïese granodioriet in die doleriet-magma ingesak het. Gedurende die indringing van die magma is xenoliete van graniet en kwartsiet daarin opgeneem en gedeeltelik gesmelt. Hierdie smeltsel het met die dolerietmagma gemeng om 'n gekontameneerde dolerietmagma te vorm wat met die vaste bestandele daarin gereageer het. Reaksie van hierdie gekontameneerde magma met xenokriste het rande van pirokseen om die

kwarts gevorm en sonale strukture in die plagioklaas wat uit die dolerietmagma gekristalliseer het, veroorsaak. Hibridiese gesteentes waarin mafiese bestandele die grootste proporsie vorm, (Tipe I en moontlik gedeeltelik Tipe II) het skynbaar deur die effekte van assimilasie, smelting en reaksie met xenoliete en xenokriste ontstaan.

In die groter xenoliete waarin daar skynbaar aanvanklike smelting plaasgevind het, het daar uitruiling van bestandele tussen die gekontameneerde dolerietmagma en die xenoliete deur metasomatose en vaste diffusie plaasgevind. Die gekontameneerde magma wat alreeds verarm was aan femiese bestandele as gevolg van menging met die saliese smeltsel uit die xenoliete en kristallasie van pirokseen, is verder verryk met saliese bestandele uit die xenoliete en xenokriste. Diffusie van femiese bestandele (Fe, Mg) uit die gekontameneerde magma na die xenoliete het dit egter verryk met Si, K en Na en die kristallasie van donker minerale in die xenoliete veroorsaak (Walker en Poldervaart, 1949). Die gekontameneerde magma het metasomaties met die kwarts van die xenoliete gereageer om onderbroke reaksierende te vorm. Kristallasie van die plagioklaas het die natriumgehalte van die gekontameneerde resmagma verhoog. Die laaste plagioklaas wat uit hierdie magma gekristalliseer het, het egter 'n anortiet-gehalte na aan dié van die plagioklaas in die Argeïese granodioriet (An_{20-25}) wat dus aandui dat daar geen diffusie van natrium of kalium plaasgevind het nie. Die plagioklaas xenokriste het aanvanklike smelting of opbreking ondergaan om die blokkies tekstuur onder die invloed van hitte te vorm. Hibridiese tipes II en III skyn dus hoofsaaklik die gevolg te wees van die ontwikkeling van 'n gekontameneerde dolerietmagma, sy reaksie met die xenoliete en die diffusie van mafiese bestandele uit hierdie magma na die xenoliete.

Hibridiese tipes IV en V is skynbaar hoofsaaklik die produkte van aanvanklike smelting van die veldspaat en kwarts van die granodioriet en diffusie van kalium uit die gekontameneerde magma wat waarskynlik ryk aan hierdie bestandele was, na die granodioriet

(Walker en Poldervaart, 1949). Die kalium het die plagioklaas van die Argeïese granodioriet van die kante af vervang om kaliumryke veldspaat te vorm. Kwarts en alkali-veldspaat in hierdie hibridiese gesteentes het langs hulle kontakte met mekaar in „eutektiese” proporsies gesmelt sodat deur latere kristallisasie van die smeltsel mikropegmatiet gevorm is. Dit is baie duidelik dat die proporsie donkerminerale in hierdie gesteentes laer as in die Argeïese granodioriet is (plaat XXVl¹, fig. 2). Diffusie van mafiese bestandele uit die granodioriet na die gekontamineerde magma mag dit moontlik verklaar (Reynolds, 1948⁵⁰; Howard, 1950).

Die vlugtige bestandele wat in die dolerietmagma teenwoordig was, het as prehniet en kalsiet gekristalliseer. Hierdie bestandele was waarskynlik verantwoordlik vir serisitisasie van die veldspaat en chloritisasie van die mafiese bestandele in die hibridiese gesteentes veral in Tipe I.

OPSOMMING EN GEVOLGTREKKINGS

Die dolerietplaat noordoos van Parys wat in die literatuur bekend staan as „die Annas Rustgabbro" bevat geen pseudotagiliet soos die ander basiese gesteentes van hierdie deel van die Vredefortkoepel nie. Dit is in werklikheid 'n doleriet wat petrografies asook chemies nou ooreenstem met die Kokstad-tipe van Walker en Poldervaart (1949) en dit is heelwaarskynlik van na-Karoo-ouderdom. Langs die boonste kontak van die dolerietplaat met die Argeïese granodioriet (die Ou Graniet van Vredefort soos dit in die literatuur bekend staan) is daar gewoonlik 'n smal hibridiese sone teenwoordig. Hierdie hibridiese sone is die gevolg van reaksie tussen die intrusiewe dolerietmagma en die granodioriet. Gunstige faktore wat sulke reaksie moontlik gemaak en bevorder het, was die samestelling van die granodioriet, die stadige spoed van afkoeling van die dolerietmagma en die aanwesigheid van 'n aansienlike hoeveelheid vlugtige magmatiese bestandele. Hibridisasie op 'n groter skaal het langs die boonste kontak van die doleriet met die granodioriet plaasgevind op plekke waar die doleriet in vergruisde sones langs verskuiwings in die granodioriet ingedring is en waar die granodioriet dakhangers in die doleriet vorm, soos veral op Tweefontein en ook op Waarom 178, Venus 656, Hermanus 705 en Klipspruit 64. Die ontstaan van hierdie hibridiese gesteentes kan toegeskryf word aan die gesamentlike werking van assimilatie, smelting, reaksie, metasomatose en diffusie.

Die grootste ontwikkeling van hibridiese gesteentes is op Tweefontein 385 waar vyf verskillende hibridiese tipes of stadia van hibridisasie onderskei kan word op grond van mineraalsamestelling, reaksieverskynsels en soortlike gewig. Volumetries bevat die doleriet gemiddeld ongeveer 10 persent tussenliggende mikropegmatiet. Vanaf die doleriet deur hibridiese Tipes I en II neem die proporsie mikropegmatiet toe tot 'n maksimum van ongeveer 56 persent in hibridiese Tipe III waarna dit dan deur hibridiese Tipes IV en V afneem na minder as een persent in die granodioriet. Soos die proporsie mikropegmatiet toeneem, neem die proporsie veldspaat, wat nie in die mikropegmatiet met kwarts

deurgroei is nie, naasteby antipateties af en omgekeerd. Die proporsie mafiese minerale en die soortlike gewig neem geleidelik af van die doleriet deur hibridiese Tipes I, II en III tot in hibridiese Tipe IV waarna daar dan 'n toename na die granodioriet is. 'n Skatting van die verhouding van dolerietmateriaal tot granodiorietmateriaal in die hibridiese gesteentes is gebaseer op die volumetriese proporsie mafiese minerale in hierdie gesteentes.

Die mikropegmatiet is die vernaamste bestanddeel in die hibridiese gesteentes. Volumetries bestaan dus uit 31 persent kwarts en 69 persent alkaliveldspaat en kom hierin ooreen met die tussenliggende mikropegmatiet van die nie-gekontamineerde doleriet. Meeste van hierdie mikropegmatiet het gekristalliseer uit 'n sintektiese smeltsel wat tussen die kwarts en alkaliveldspaat van die granodioriet ontwikkel het. Ten dele het die mikropegmatiet egter ook ontstaan deur vervanging van die plagioklaas van beide die granodioriet en die doleriet en waar dit gebeur het is die veldspaatkomponent van die mikropegmatiet wat in kontak met die oorblywende plagioklaas anortoklaas.

Xenokriste van plagioklaas in die hibridiese gesteentes het opbreking in reghoekige blokkies ondergaan by 'n temperatuur net laer as hulle smeltpunte. Die ruimtes tussen die blokkies is met kwarts en pirokseen gevul om 'n blokkiestekstuur te vorm wat met 'n sone van helder plagioklaas omring is. Xenokriste van kwarts in die hibridiese gesteentes word gekenmerk deur reaksierande wat aaneenlopend of onderbroke is. In die meer basiese hibridiese gesteentes naaste aan die doleriet is hierdie rande 'n dubbele sone maar in die suurder tipes is die reaksierande 'n enkele sone.

Die reaksieverskynsel van die xenoliete in die bronsietgranofier (enstatietgranofier soos dit in die literatuur bekend staan) is baie soortgelyk aan dié van die hibridiese gesteentes.

Vier nuwe gang van die sogenaamde „kwartskeratofier" is gevind.

Petrografies kan die basiese gesteentes wat pseudotagiliet bevat in vyf tipes wat moontlik van verskillende ouderdomme mag wees, ingedeel word.

Duplikasie en triplikasie van die lae van die Hospitaalheuwelserie is veroorsaak deur strekkingverskuiwings wat gelyktydig met die vorming van die Vredefortkoepel plaasgevind het en wat gevolg is deur stoting van die granodioriet oor die onderste dele van die Witwatersrand-sisteem.

Vlektoetse met natriumkobaltinitriet het die onderskeiding van plagioklaas, alkaliveldspaat en kwarts in slypplaatjies baie vergemaklik. Die proporsie kwarts en veldspaat in mikropegmatiet is verkry deur die onderskeie oppervlakte van die twee minerale op fotos te bepaal.

VERWYSINGS

- Bailey, E.B., Wilson, G.V. and Thomas, H.H. (1924) Tertiary and post-tertiary geology of Mull, Loch Aline and Oban, Geol. Survey Scotland, Mem. 445 p.
- Bain, G.W. (1925) Amount of assimilation by the Sudbury norite sheet, Jour. Geology, vol. 33, pp. 509-525.
- Bartrum, J.A. (1937) Whangary Heads, Roy. Soc. New Zealand, Tr., vol. 67, pp. 251-280.
- Benson, W.N. (1945) The basic igneous rocks of eastern Otago and their tectonic environment, Roy. Soc. New Zealand, Tr., vol. 75, pt. 11, section c, pp.71-123.
- Bowen, N.L. (1910) Diabase and granophyre of the Gowganda lake district, Ontario, Jour. Geology, vol. 18, pp. 658-674.
- _____ (1922) The behaviour of inclusions in igneous magmas, Jour. Geology, vol. 30, pp. 177-198.
- _____ (1925) Amount of assimilation by the sudbury norite sheet, Jour. Geology, vol. 33, pp. 825-829.
- _____ (1928) The evolution of the igneous rocks, Princeton Univ. Press. 332 p.
- Calkins, F.C. (1909) A geological reconnaissance in northern Idaho and northwestern Montana, Geol. Survey, U.S., Bull., 384, 112 p.
- Campbell, R., T.C. and Stenhouse, A.G. (1932) The Braefoot outer sill, Fife, Geol. Soc. Edinburgh, Tr., vol. 12, pp. 148-173.
- Campbell, R., and Stenhouse, A.G. (1934) The Braefoot outer sill, Fife, Geol. Soc. Edinburgh, Tr., vol 13, pp. 342-375.
- Chayes, F. (1949) A simple Point-Counter for thin-section analysis, American Min., vol. 34, pp. 1-11.
- _____ (1952) Notes on the staining of potash feldspar with sodium cobaltinitrite in thin-sections, American Min., vol. 37, pp. 337-340.
- Coleman, A.P. (1907) The Sudbury laccolithic sheet, Jour. Geology, vol. 15, pp. 759-782.

- Collins, W.H. (1917) Onaping map-area, Geol. Survey, Dept. Mines, Canada, Mem. 95, pp. 60-141.
- Collins, W.H. (1925) North shore of lake Huron, Geol. Survey, Canada, Mem. 143, 160 p.
- Coombs, H.A. (1950) Granitization in the Swank arkose near Wenatchee, Washington, Am. Jour. Sci., vol. 248, pp. 369-377.
- Daly, R.A. (1905) The secondary origin of certain granites, Am. Jour. Sci., vol. 20.
- _____ (1917) Geology of Pigeon Point, Minnesota, Am. Jour. Sci., Series (4), vol. XLIII, pp. 438-440.
- _____ (1928) The Bushveld Igneous Complex of the Transvaal, Geol. Soc. America, Bull., vol. 39, pp. 703-768.
- _____ (1933) Igneous rocks and the depth of the earth, McGraw-Hill Book Co. Inc. London, 598 p.
- _____ (1944) Volcanism and petrogenesis as illustrated in the Hawaiian Islands, Geol. Soc. America, Bull., vol. 55, pp. 1363-1400.
- Dana, E.S. (1932) A Textbook of Mineralogy, John Wiley and Sons, New York, 851 p.
- Day, A.L. (1938) Symposium on the physics of Volcanic Processes, National Research Council of the American geophysical Union Tr. Pt. 1. pp. 8-10.
- Day, A.L.; Allen, E.T. and Iddings, J.P. (1905) The isomorphism and thermal properties of the feldspars, Part 1, Thermal study, A.L. Day and E.T. Allen, pp. 1-95.
- Du Toit, A.L. (1904) Geological survey of Aliwal North, Herschel, Barkley East and part of Wodehouse, Ann. Repts. for 1903, pp. 169-205.
- _____ (1905) Geological survey of Glen Gray and parts of Queens-town and Wodehouse, including the Indwe area, Cape Geol. Comm., Ann. Repts. for 1905, pp. 95-140.
- _____ (1920) The Karoo Dolerites, Geol. Soc. S. Africa, Tr., vol. 23, pp. 1-42.

- Du Toit, A.L. (1952) Geology of South Africa, Oliver and Boyd, London, pp. 1-El1.
- Eskola, P. (1950) Discussion on "The transfusion of Caledonian granodiorite to tertiary granophyre on Sieve Gullion, Co. Armagh, N. Ireland, Int. Geol. Congress Rep. of eighteenth session, Great Britain, 1948 London, Pt. III, pp. 30-31.
- Fenner, C.N. (1926) The Katmai magmatic province, Jour. Geology, vol.24, pp. 673-772.
- Flett, J.S. (1929) The teschenite of eastern Dalmeny, Great Britain, Geol. Survey Summ. Prog., for 1929, pp. 59-74.
- _____ (1930) The saline No. 1 teschenite, Great Britain, Geol. Survey, Summ. Prog., for 1930, pp. 44-51.
- _____ (1931) The Stankards sill, Great Britain, Geol. Survey, Summ. Prog., for 1932, pp. 141-156.
- Frankell, J.J. (1939) The green colour of the Hospital Hill Quartzites, Geol. Soc. S. Africa, Tr., vol. 42, pp. 15-18.
- _____ (1943) Studies on Karoo dolerites. 3. A multiple dyke from Zandrift Spruit, O.F.S., Geol. Soc. S. Africa, Tr., vol. 46, pp. 47-53.
- _____ and Kent, L.E. (1948) Studies on Karroo dolerites. 4. Intrusions of glass in dolerite, Geol. Soc. S. Africa, Tr., vol. 51, pp. 179-193.
- Goranson, R.W. (1932) Some notes on melting of granite, Am. Jour. Sci., 5th ser., vol. 23, pp. 227-236.
- Grout, F.F. (1937) Criteria of origin of inclusions in plutonic rocks, Geol. Soc. Am., Bull., vol. 48, no. 11, pp. 1521-1571.
- Guppy, E.M. and Hawkes, L. (1925) A composite dyke from eastern Iceland, Geol. Soc. London, Quart. Jour., vol. 81, pp. 325-343.
- Hall, A.L. (1917) The dyke system of the De Kaap and Komati River Valleys, Geol. Soc. S. Africa, Tr., vol. 20, pp. 37-47.

- Hall, A.L. (1925) On the metamorphism of the lower Witwatersrand system in the Vredefort Mountain Land, Geol. Soc. S. Africa, Tr., vol. 28, pp. 135-176.
- Hall, A.L. and du Toit, A.L. (1923) On the section across the floor of the Bushveld Complex at the Hartebeespoort dam, west of Pretoria, Geol. Soc. S. Africa, Tr., vol. 26, pp. 68-98.
- _____ and Molengraaff, G.A.F. (1925) The Vredefort Mountain Land in the Southern Transvaal and the northern Orange Free State, Shaler Memorial Series. K. Akad. Wetensch. Amsterdam Verh., vol. 24, no. 3, 183 p.
- Harker, A. and Clough, C.T. (1904) The tertiary igneous rocks of Skye, Geol. Survey, U.K. Memoir, 481 p.
- Hawkes, L. (1929) On a partially fused quartz-feldspar rock, Mira. Mag., vol. 22, pp. 163-173.
- Hawkes, L. (1929) On partially fused quartz-feldspar rock and on glomerogranular texture, Miner. Mag., vol. 22, pp. 163-173.
- _____ (1945) The Gardiner river rhyolite-basalt complex, Geol. Mag., vol. 82, pp. 182-184.
- Hess, H.H. (1941) Pyroxenes of common mafic magmas, Am. Mineral., vol. 26, pp. 515-535, 573-594.
- Holgate, N. (1954) The role of liquid immiscibility in igneous rocks, Jour. Geology, vol. 62, pp. 439-480.
- Jaggar, T.A. (1898) An occurrence of acid pegmatite in diabase, Am. Geol. vol. 21, no. 4, pp. 203-213.
- Jansen, H. (1954) The Losberg Intrusive Complex near Fochville, Southern Transvaal, Geol. Soc. S. Africa, Tr., vol. 57, pp. 1-18.
- Johnson, J.P. (1911) Note on xenoliths in gabbro, near Belfast, Transvaal, Geol. Soc. S. Africa, Tr., vol. 14, pp. 87-88.
- Judd, J.W. (1893) On composite dykes in Aran, Geol. Soc. London, Quart. Jour., vol. 49, pp. 175-195.
- Kennedy, W.Q. and Read H.H. (1936) The differentiated dyke of Newmains, Dumfriesshire and its contact and contamination phenomena, Geol.

- Soc. London, Quart. Jour., vol. 92, pp. 116-144.
- King, L.C. (1951) South African Scenery, Oliver & Boyd, London, 379 p.
- Knopf, A. (1938) Partial fusion of granodiorite by intrusive basalt,
Owens Valley, California, Am. Jour. Sci., (5), vol. 36, pp. 373-376.
- Lacroix, A. (1893) Les Enclaves des Roches Volcaniques, Ann. Acad. Mâcon,
vol. 10, pp. 21, 49-51, 190, 571-2.
- Larsen, E. and Switzer, G. (1939) An obsidian-like rock formed from the
melting of a granodiorite, Am. Jour., Sci., (5), vol. 37, pp. 562-
568.
- Leighton, M.W. (1954) Petrogenesis of a gabbro-granophyre complex in
Northern Wisconsin, Geol. Soc. Am., Bull., vol. 65, pp. 401-442.
- Liebenberg, B.F. (1954) Three excursions through an area around
Potchefstroom, S. African Soc. Geol. and Mining Students, Jour.,
vol. 5, pp. 30-45.
- Lombaard, B.V. (1932) The felsites and their relation in the Bushveld
Igneous Complex, Geol. Soc. S. Africa, Tr., vol. 35, pp. 125-190.
- _____ (1952) Karroo dolerites and lavas, Geol. Soc. S.A., Tr.
vol. 55, pp. 175-198.
- Maree, B.D. (1944) The Vredefort structure as revealed by a gravimetric
survey, Geol. Soc. S. Africa, Tr., vol. 47, pp. 183-196.
- Mason, B. (1952) Principles of geochemistry, J. Wiley & Sons, New York,
276 p.
- Mennell, F.P. (1910) Geological structure of South Rhodesia, Geol. Soc.
London, Quart. Jour., no. 263, pp. 372-375.
- _____ (1911) Observations on some basic dykes and their bearing
on certain problems of rock genesis, Geol. Mag., vol. 8, pp. 10 -
15.
- _____ (1919) Geology of the Sabi valley, Mashonaland, Geol. Soc.
S. Africa, Tr., vol. 22, pp. 68 - 89.
- Miller, W.J. (1913) Variations of certain Adirondach basic intrusives,
Jour. Geology, vol. 21, pp. 160-180.

Mountain, E.D. (1935) Syntectic in Karroo dolerite at Coedmore quarries,
Durban, Geol. Soc. S. Africa, vol. 38, pp. 93-112.

_____ (1936) Anatectic veins at Gonubie River mouth, S. Africa
Jour. Sci., vol. 33, pp. 248-253.

_____ (1943) The dykes of the Transkei Gaps, Geol. Soc. S. Africa,
Trans., vol. 46, pp. 55-74.

_____ (1944) Further examples of syntexis by Karroo Dolerite,
Geol. Soc. S. Africa, Trans., vol. 47, pp. 107-121.

_____ (1945) The Geology of East London, Geol. Soc. S. Africa,
Trans., vol. 48, pp. 31-42.

Nel, L.T. (1927) The geology of the Country around Vredefort, Geol. Survey,
Dept. of Mines, U. of S. Africa, 134 p.

_____ (1935) The geology of the Klerksdorp-Ventersdorp Area, Geol.
Survey, Dept. of Mines, U. of S. Africa, 168 p.

Nockolds, S.R. (1934) The Production of normal rock types by contamination and their bearing on petrogenesis, Geol. Mag., vol. 71, pp. 31-39.

Penny, F.W. (1914) The Vredefort Granite in relation to the Witwatersrand System, Geol. Soc. London, Quart. Jour. vol. 70, pp. 328-335.

Phemister, T.C. (1934) The rôle of water in basaltic magma, Miner. Petr. Mitt., vol. 45, pp. 19-77, 99-132.

Poldervaart, A. (1944) The petrology of the Elephant's Head dyke and the New Amalfi sheet (Matatiele), Roy. Soc. S. Africa, Trans., vol. 30, pp. 85-119.

_____ (1946) The petrology of the Mount Arthur Complex (East Griqualand), Roy. Soc. S. Africa, Trans., vol. 31, pp. 83-110.

_____ (1947) The relationship of orthopyroxene to pigeonite, Min. Mag., vol. 28, pp. 164-172.

_____ (1952) Karroo dolerites and basalts in the eastern part of the Bechuanaland Protectorate, Geol. Soc. S. Africa, Trans., vol. 55, pp. 125-132.

_____ and Elston, W.A. (1954) The calc-alkaline series and the

trend of fractional crystallization of the basaltic Magma; A new approach at graphic representation, Jour. Geology, vol. 62, pp. 150-162.

_____ and Hess, H.H. (1951) Pyroxenes in the crystallization of basic magmas, Jour. Geology, vol. 59, pp. 472-489.

Prior, G.T. (1910) Petrographical notes on the dolerites and rhyolites of Natal and Zululand, Ann. Natal Mus., vol. 2, pp. 141-157.

Reynolds, D.L. (1936) Demonstrations in petrogenesis from Kiloran Bay, Colonsay. I. The transfusion of Quartzite, Min. Mag. vol. 24, pp. 367-407.

_____ (1946) The sequence of geochemical changes leading to granitization, Geol. Soc. London, Quart. Jour., vol. 102, pp. 389-438.

_____ (1950) The transfusion of Caledonian granodiorite to Tertiary granophyre on Slieve Gullion, Co., Armagh, N. Ireland, Int. Geol. Congress Rep. of the eighteenth session, Great Britain, 1948, London, Pt. III, pp. 20-30.

Reynolds, S.H. (1924) Igneous rocks of the Tortworth Inlier, Geol. Soc., London, Quart. Jour., vol. 80, pp. 106-112.

Rice, C.M. (1951) Dictionary of Geological Terms, Edward Brothers, Michigan, 463 p.

Rosenbusch, H. (1905) Mikroskopische Physiographie der Mineralien und Gesteine, Band I, Die petrographisch wichtigen Mineralien, Stuttgart, 467 p.

_____ (1907) Mikroskopische Physiographie der Mineralien und Gesteine, Band II, Massige Gesteine, Stuttgart, 1592 p.

Smith, H.T.U. (1943) Aerial Photographs and their applications, New York, 372 p.

Strauss, C.A. and Truter, F.C. (1944) The Bushveld Granites in the Zaaiploats Tin Mining Area, Geol. Soc. S. Africa, Trans. vol. 47, p. 47-75.

- Teale, E.O. (1924) The Geology of Portugese East Africa between the Sambesi and the Sabi Rivers, Geol. Soc. S. Africa, Trans., vol. 26, pp. 103-159.
- Thornton, L. (1930) Notes on assimilation and differentiation in a dolerite sheet near Marandellas, Southern Rhodesia, Geol. Soc. S. Africa, Trans., vol. 33, pp. 31-47.
- Tidmarsh, W.G. (1932) The Permian lavas of Devon, Geol. Soc. London, Quart., Jour., vol. 88, pp. 712-772.
- Toens, P.D. (1954) Hybrid rocks in the floor of the Bushveld Igneous Complex, Geol. Soc. S. Africa, Trans., vol. 57, pp. 39-60.
- Truter, F.C. (1941) Discussion on the paper by D.W. Bishopp entitled "The geodynamics of the Vredefort Dome" Geol. Soc. S. Africa, Trans., vol. 44, pp. 84-88.
- Turner, F.J. and Verhoogen, J. (1951) Igneous and Metamorphic Petrology. McGraw-Hill Book Co., Inc., London, 602 p.
- Tyrrell, G.W. (1909) Geology and petrology of the Kilsyth-Croy District, Geol. Mag., vol. 6, pp. 359-366.
- Van Biljon, S. (1949) The transformation of the upper part of the Pretoria Series, Geol. Soc. S. Africa, Trans., vol. 52, pp. 1-198.
- Van Rooyen, D.P. (1950) The metamorphic rocks constituting the floor of the Bushveld Igneous Complex, north of Potgietersrust, Geol. Soc. S. Africa, Trans., vol. 53, pp. 65-72.
- Vogt, J.H.L. (1923) The physical chemistry of the crystallization and magmatic differentiation of igneous rocks, Jour. Geology, vol. 31, pp. 233-252.
- Wager, L.R. and Deer, W.A. (1939) Geological investigations in East Greenland, part III. The Petrology of the Skaergaard Intrusion, Kangerdlugssuaq, East Greenland, Meddelelser om Grønland, Bd.105, no. 4, 352 p.
- Walker, F. (1935) The late Palaeozoic quartz-dolerites and tholeiites of Scotland, Min. Mag., vol. 24, pp. 131-159.
- _____ and Poldervaart, A. (1941) The Karroo dolerites of the

Calvinia district, Geol. Soc. S. Africa, Trans., vol. 44, pp.127-148.

(1942) The metasomatism of Karroo

sediments by dolerite, Roy. Soc. S. Africa, Trans., vol. 29, pp.285-307.

(1949) Karroo Dolerites of the Union of

South Africa, Geol. Soc. Am., Bull., vol. 60, pp. 591-707.

Watson, K. de P. and Mathews, W.H. (1948) Partly vitrified Xenoliths in pillow Basalt, Am. Jour. Sci., vol. 246, pp. 601-614.

Wells, A.K. (1952) Textural features of some Bushveld norites, Miner. Mag., vol. 29, pp. 913-924.

Wells, M.K. (1951) Sedimentary inclusions in the hypersthene-gabbro, Aidnamurchan, Argyllshire, Miner. Mag., vol. 29, pp. 715-736.

(1954) The structure of the granophyric quartz-dolerite

intrusion of Centre 2, Ardnamurchan and the problem of net-veining, Geol. Mag., vol. 91, pp. 293-307.

Wilcox, R.E. (1944) Rhyolite-basalt complex - origin of the complex, Geol. Soc. Am., Bull., vol. 55, pp. 1047-1080.

Willemse, J. (1937) On the granite of the Vredefort Region and some of its associated rocks, Geol. Soc. S. Africa, Trans., vol. 40, pp. 43-119.

Williams, H. (1936) Pliocene volcanoes of the Navajo-Hopi Country, Geol. Soc. Am., Bull., vol. 47, pp. 111-171.

Wilson, A.F. (1952) Metamorphism of granite rocks by olivine dolerite in Central Australia, Geol. Mag., vol. 89, pp. 73-86.

Winchell, A.N. and H. (1951) Elements of Optical Mineralogy, part II, Fourth Edition, Wiley & Sons, New York, 551 p.

Young, A. (1918) Fusion of Karroo grits in contact with dolerite intrusions, in the Heibron district, Roy. Soc. S. Africa, Min. Meeting, vol. 12, 44 p.

PLAAT I

Pedivlakte oos van die boonste Hospitaalheuwelkwartsiet op
Geluksoord 306, Nooitgedacht 829, Mooihoek 827 en Kameelkraal 826.
Aansig wes.

PLAAT I



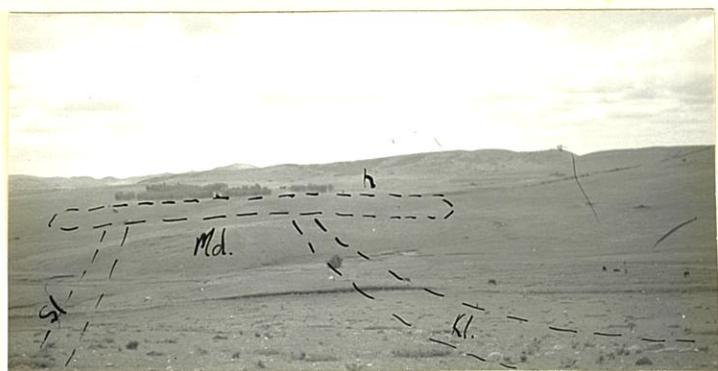
PLAAT II

- Figuur 1. Pedivlakte oos van die boonste Hospitaalheuwelkwartsiet, Geluksoord 306, Nooitgedacht 829, Mooihoek 827 en Kameelkraal 826, wat met pedipasse of nekke met die pedimente aan die westekant van die kwartsietrug verbind is. Rigting van aansig suidoos.
- Figuur 2. Fontein net suid van die hibridiese kompleks van Tweefontein 385. Rigting van aansig noordwes.
- h. hibridiese kompleks van Tweefontein 385,
m d. metadoleriet, kl. kronkellaag, sl. spikkellaag.
- Figuur 3. Granaat-biotiet-horingfels, gr. granaat.
Gewone lig (X 62).

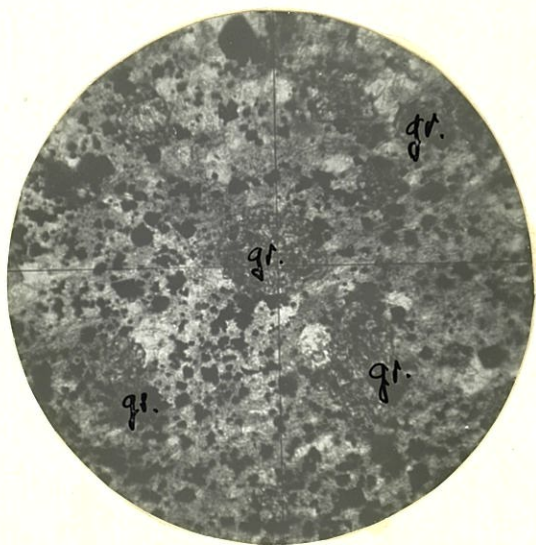
PLAAT II



Figuur 1



Figuur 2

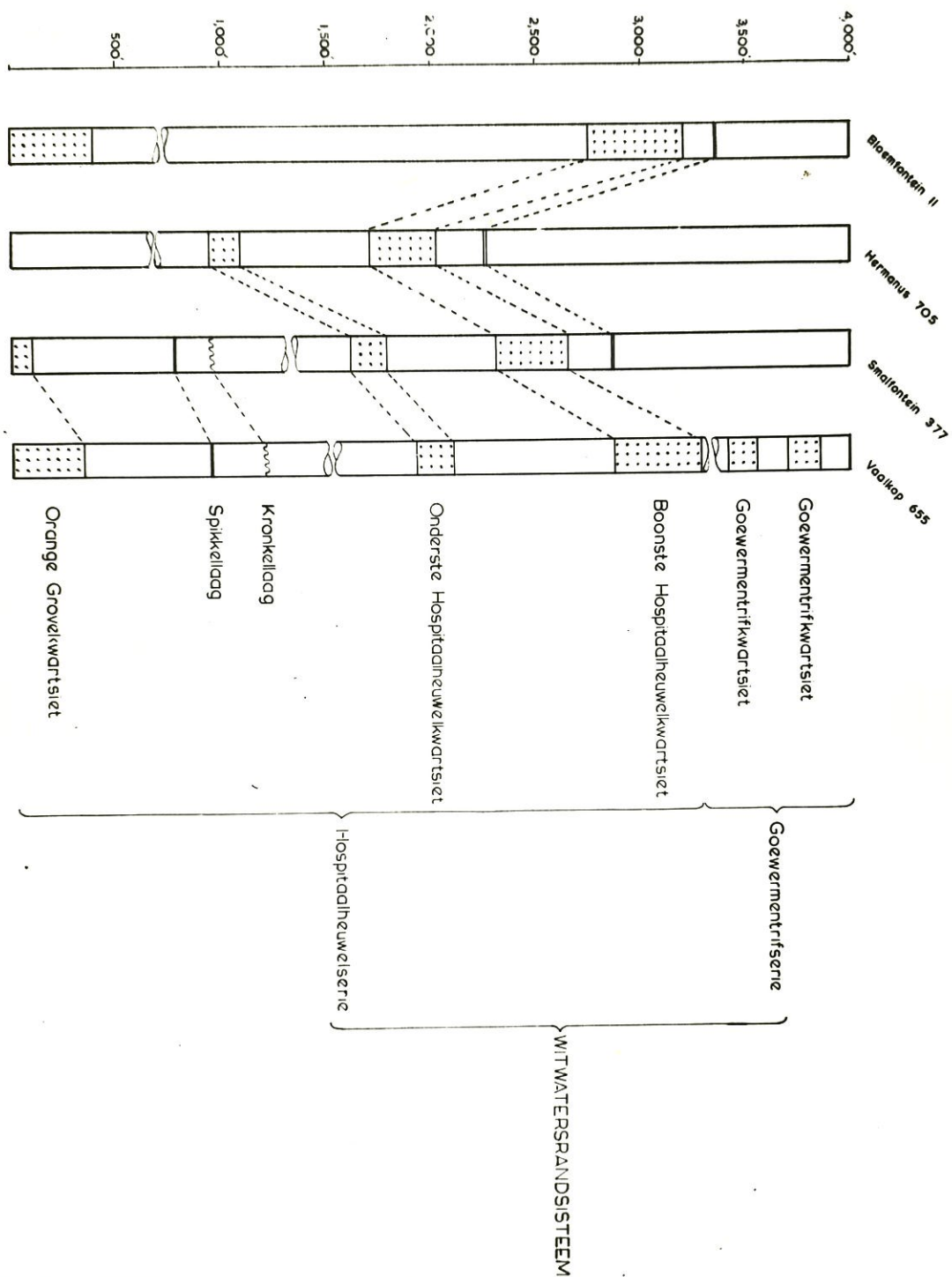


Figuur 3

PLAAT III

Stratigrafiese kolomme op en in die omgewing van Tweefontein 385.

PLAAT III



PLAAT 1V

Figuur 1. „Kwartskeratofier" op Rietgat 367, ka. kataforiet.

Gewone lig (X 3.7).

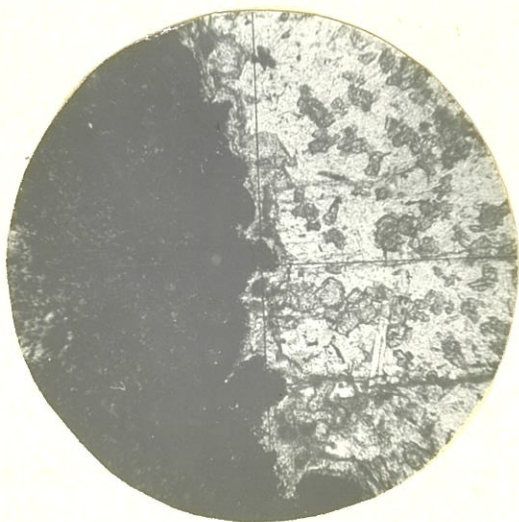
Figuur 2. Reaksierand van ystererts en pirokseen om kieselrige xenoliet in bronsietgranofier op Tweefontein 385.

Gewone lig (X 60).

Figuur 3. Kalsedoon in die ruimtes tussen kwartskorrels van 'n kieselrige xenoliet in bronsietgranofier op Tweefontein 385. Gekruisde nicols (X 60).



Figuur 1



Figuur 2

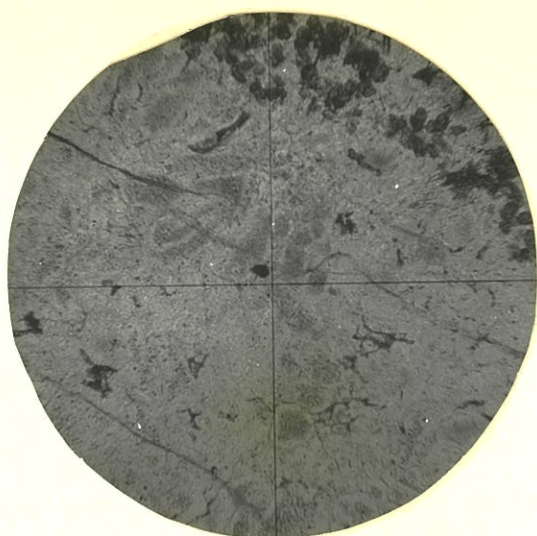


Figuur 3

PLAAT V

- Figuur 1. Mikrolitische insluitel in kwarts van xenoliet in bronsietgranofier op Rietgat 368.
Gewone lig (X 50).
- Figuur 2. Skaliexenoliet met 'n reaksierand van bronsiet in bronsietgranofier op Rietgat 368.
Gewone lig (X 70).
- Figuur 3. Blokvormig-opgebreekte oligoklaas omring met vars plagioklaas en mikropegmatiet in granodioriet-xenoliet van bronsietgranofier op Rietgat 368.
Gekruisde nicols (X 50).

PLAAT V



Figuur 1



Figuur 2

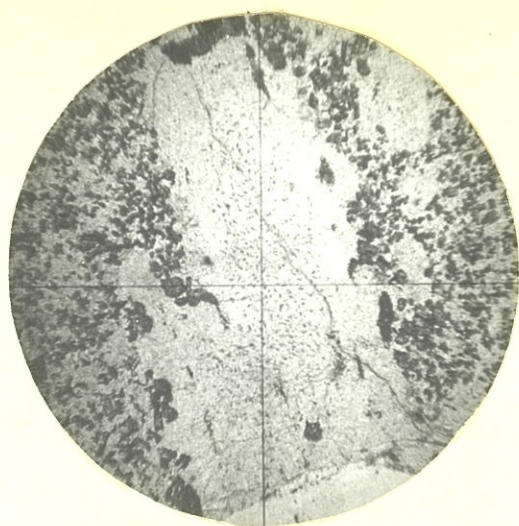


Figuur 3

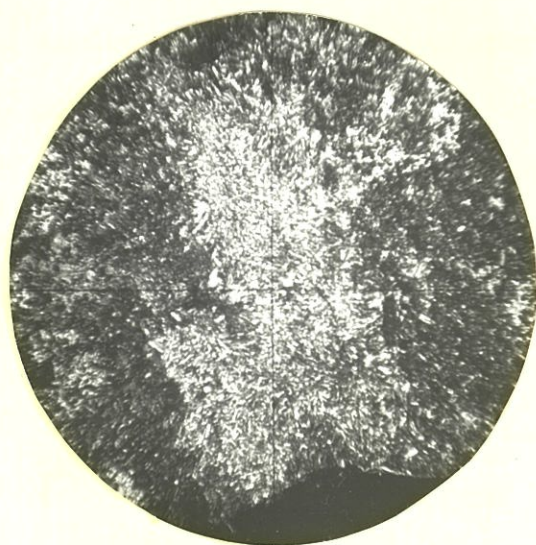
PLAAT VI

- Figuur 1. Gerekrystalliseerde veldspaatxenokris in bronsiet-granofier op Rietgat 368. Gewone lig (X 21.5).
- Figuur 2. Gerekrystalliseerde veldspaatxenokris in bronsiet-granofier op Rietgat 368. Gekruisde nicols (X 21.5).
- Figuur 3. Xenoliete in bronsietgranofier op Rietgat 368,
b. basiese stollingsgesteentexenoliete, s. skalie-
xenoliete, v. veldspaatxenokris.
Gewone lig (X 3.5).

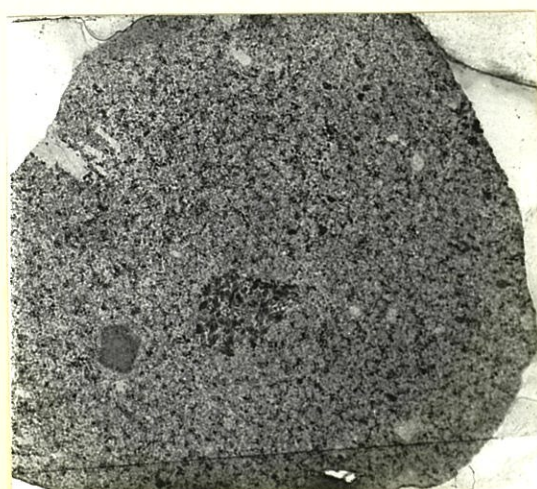
PLAAT VI



Figuur 1



Figuur 2



Figuur 3

PLAAT VII

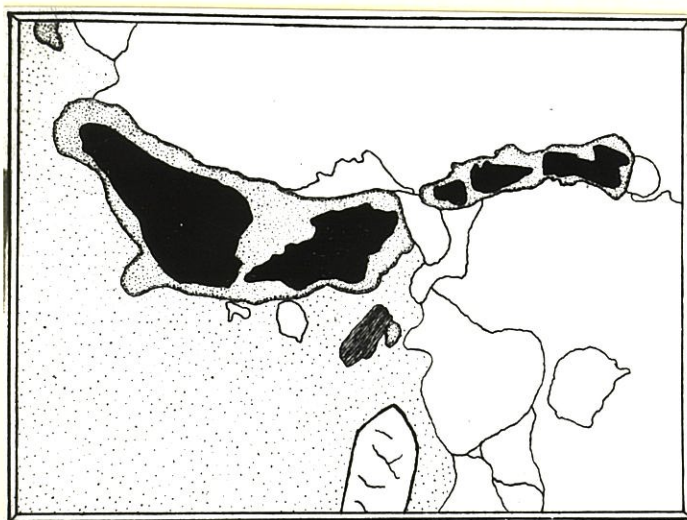
- Figuur 1. Kwartsietrelik in hibridiese Tipe I, Tweefontein 385.
- Figuur 2. Ronde kwartsietkorrels in oligoklaas van Argeïese granodioriet op Tweefontein 385.
Gekruisde nicols (X 18).
- Figuur 3. Reaksierand van titaniet tussen ilmeniet en plagioklaas van Argeïese granodioriet op Tweefontein 385.
Gewone lig (X 110).



Figuur 1



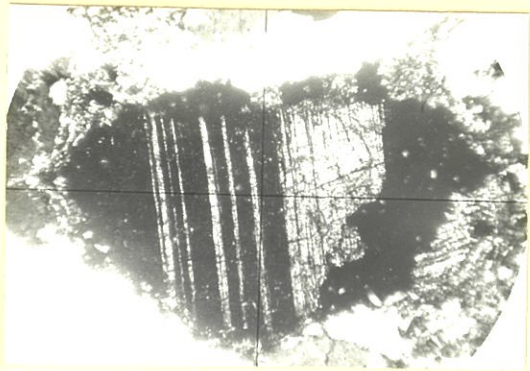
Figuur 2



Figuur 3

PLAAT VIII

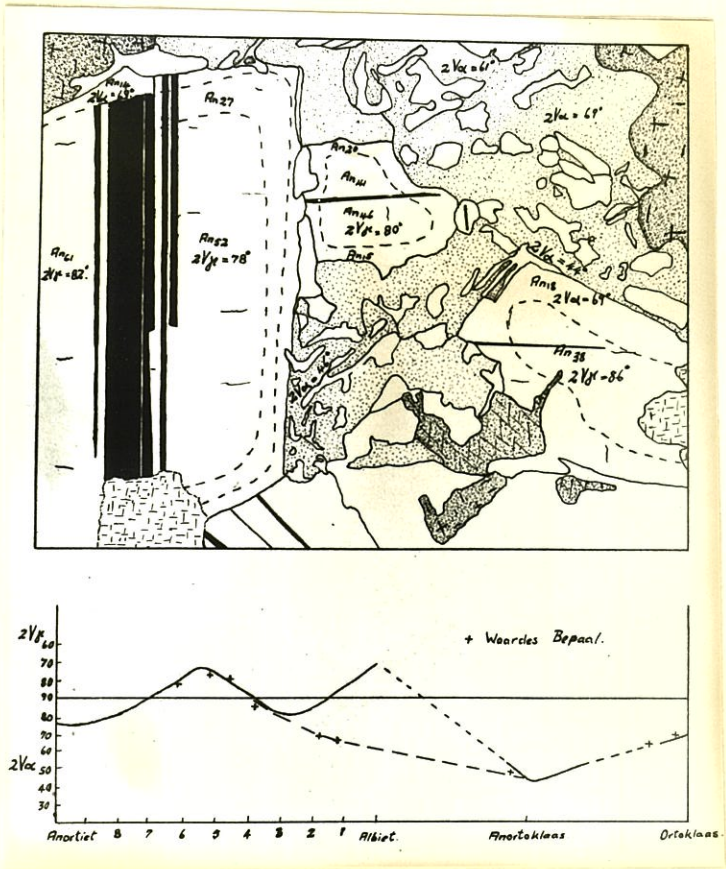
- Figuur 1. Epidoot in Argeïese granodioriet op Tweefontein 385.
Gekruisde nicols (X 47).
- Figuur 2. Sonale plagioklaas in Jonger doleriet, Tweefontein 385.
Gekruisde nicols (50).
- Figuur 3. Sonale plagioklaas in Jonger doleriet op Tweefontein 385
wat gedeeltelik deur mikropegmatiet vervang is. Skynbaar
gaan die isomorfe reeks van die plagioklase by die
kristallisasie van mikropegmatiet oor in die beperkte
isomorfe reeks van alkali-veldspaat.
Gekruisde nicols (X 51).



Figuur 1



Figuur 2



Figuur 3

PLAAT 1X

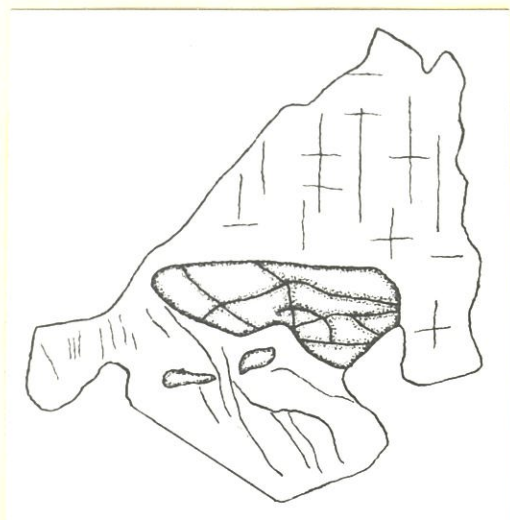
- Figuur 1. Xenokris van anortiet in Jonger doleriet op Annas Rust 4.
Gewone lig (X 18).
- Figuur 2. Xenokris van anortiet in Jonger doleriet op Annas Rust 4.
Gekruisde nicols (X 18).
- Figuur 3. Onveranderde olivien in ougiet, Jonger doleriet op
Tweefontein 385. Gewone lig (X 57).



Figuur 1



Figuur 2

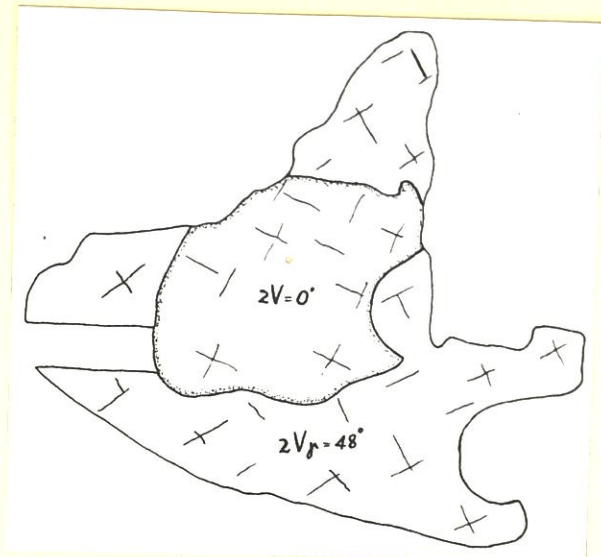


Figuur 3

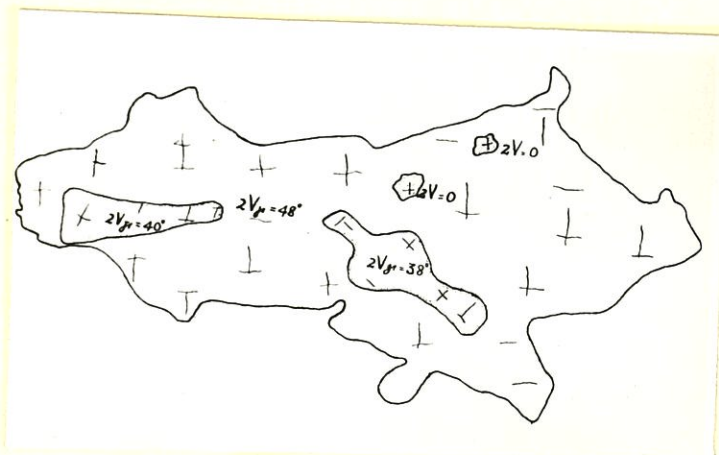
PLAAT X

- Figuur 1. Ougiet met 'n pigeonietkern in Jonger doleriet,
Tweefontein 385. Gewone lig (X 55).
- Figuur 2. Ougiet met kerns van pigeoniet en sub-kalsiese ougiet in
Jonger doleriet op Tweefontein 385. Gewone lig (X 56).
- Figuur 3. Pegmatitiese aar in fynkorrelrige doleriet naby kontak
met Argeïese granodioriet op Doornput 94.
Gewone lig (X 18.5).

PLAAT X



Figuur 1



Figuur 2



Figuur 3

PLAAT XI

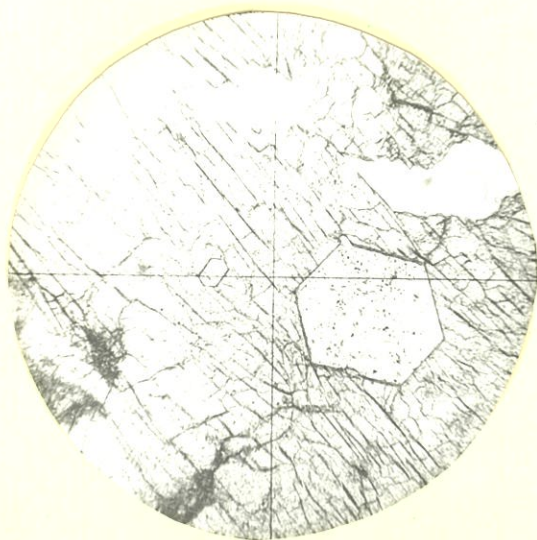
- Figuur 1. Sonale pirokseenkristal in Jonger doleriet op
Tweefontein 385, s. serpentyn, p. pigeoniet,
sk. sub-kalsiese ougiet, o. ougiet.
Gewone lig (X 19).
- Figuur 2. Sonale pirokseenkristal in die Jonger doleriet op
Tweefontein 385. Gekruisde nicols (X 19).
- Figuur 3. Eievormige kwarts in prehniet van pegmatitiese aar in
Jonger doleriet op Doornput 94. Gewone lig (X 16.5).



Figuur 1



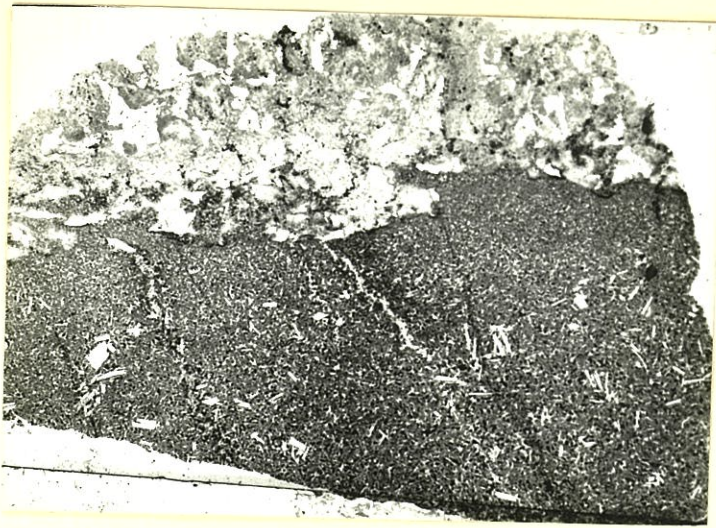
Figuur 2



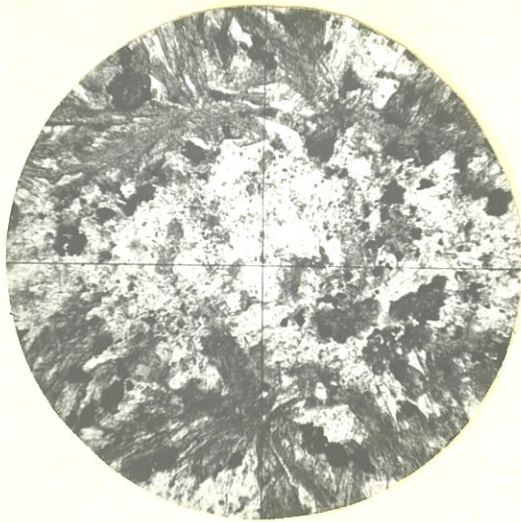
Figuur 3

PLAAT XII

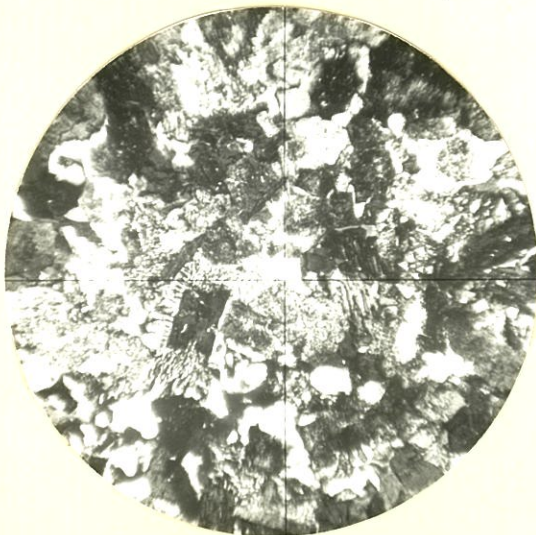
- Figuur 1. Kontak van Jonger doleriet met Argeïese granodioriet op
 Doornput 94, r. reomorfiese are h. hibridiese sone.
 Gewone lig (X 3.4).
- Figuur 2. Liggekleurde reomorfiese aar in Jonger doleriet naby
 kilrand op Doornput 94. Gewone lig (X 60).
- Figuur 3. Liggekleurde reomorfiese aar in normale Jonger doleriet
 op Doornput 94. Gekruisde nicols (X 60).



Figuur 1



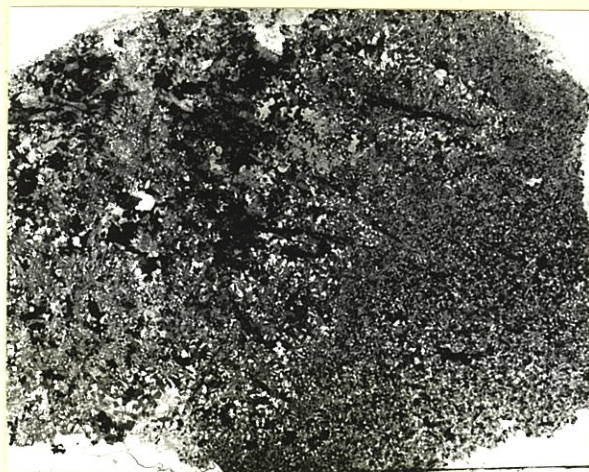
Figuur 2



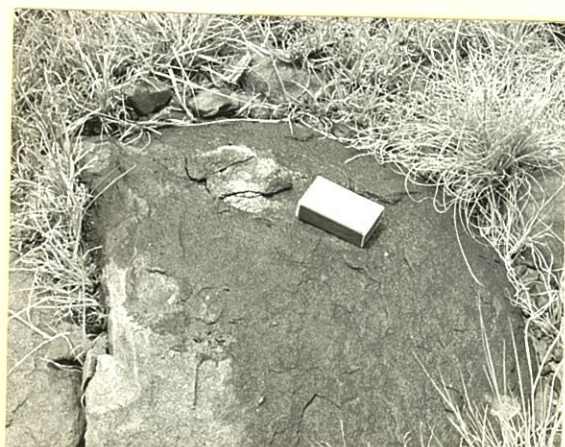
Figuur 3

PLAAT X111

- Figuur 1. Donkergekleurde reomorfiese aar in die doleriet op
Hermanus 705. Gewone lig (X 3.4).
- Figuur 2. Xenoliet van metadoleriet in Jonger doleriet op
Hermanus 705.
- Figuur 3. Kwartsietxenoliet in Jonger doleriet op
Tweefontein 385.



Figuur 1



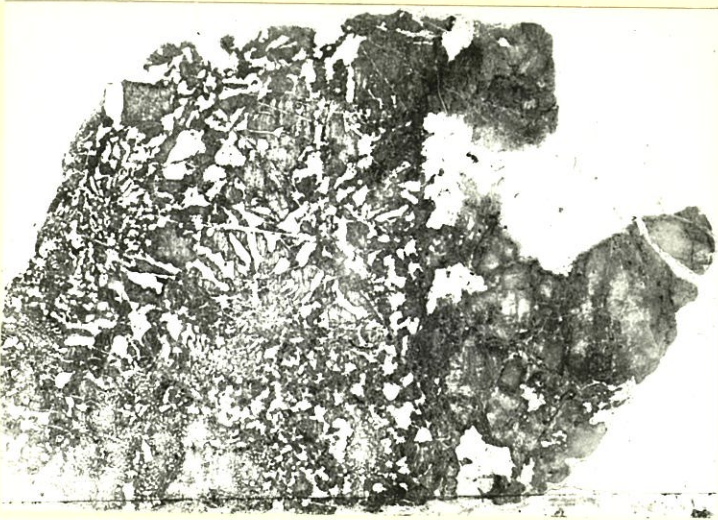
Figuur 2



Figuur 3

PLAAT XLV

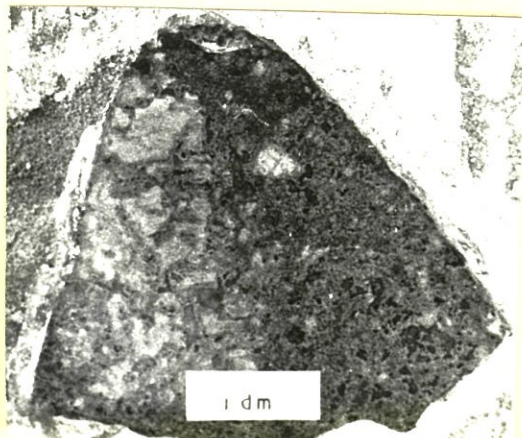
- Figuur 1. Growwe grafiese deurgroeiing van kwarts en veldspaat naby kontak van Jonger doleriet met Argeïese granodioriet op Doornput 94. Gewone lig (X 3.4).
- Figuur 2. Veranderde doleriet op Tweefontein 385.
- Figuur 3. Relikte van Argeïese granodioriet in hibridiese gesteente op Tweefontein 385.



Figuur 1



Figuur 2

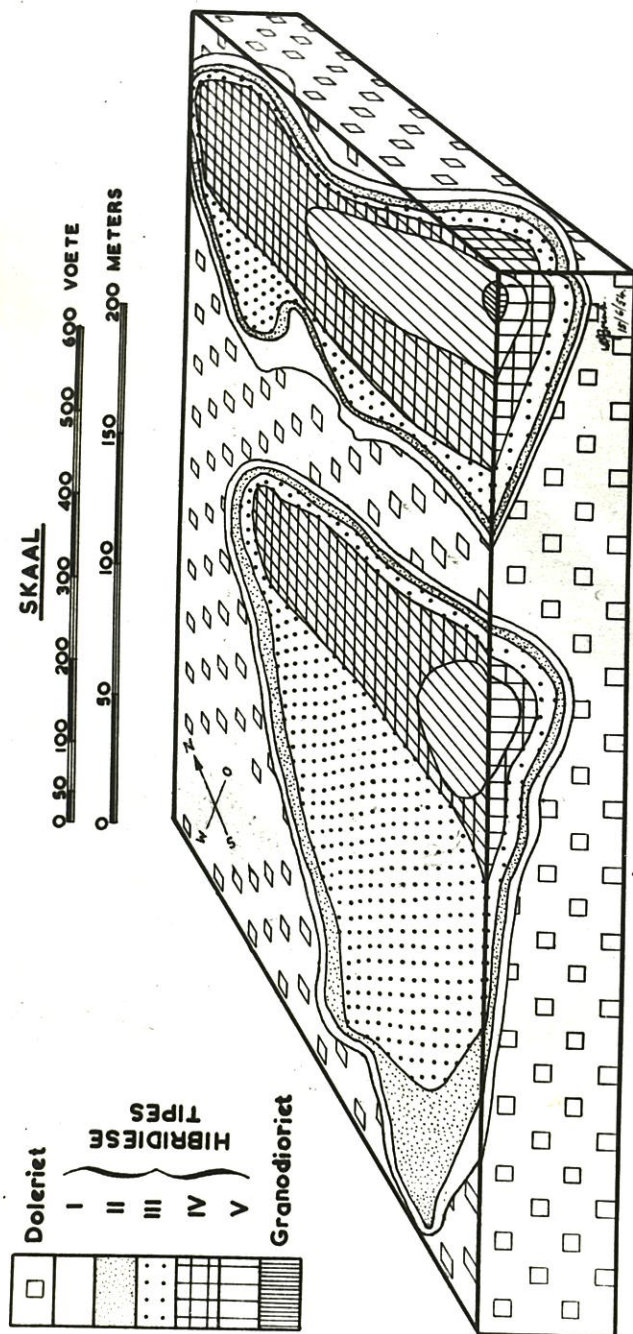


Figuur 3

PLAAT XV

'n Skematiese voorstelling van die hibridiese kompleks van
Tweefontein 385 in drie dimensies.

HIBRIDIESE KOMPLEKS VAN TWEEFONTEIN



PLAAT XVI

- Figuur 1. Ingewikkelde struktuur van die Hospitaalheuwelkwartsiete op Doornput 94. Rigting van aansig noordwes.
- Figuur 2. Dagsome van hibridiese Tipe I in die suidweste van die noordelike deel van die hibridiese kompleks op Tweefontein 385. Rigting van aansig suid.
- Figuur 3. Dagsome van die hibridiese gesteentes van die suidelike deel van die hibridiese kompleks op Tweefontein 385. Rigting van aansig suidoos.



Figuur 1



Figuur 2



Figuur 3

PLAAT XVII

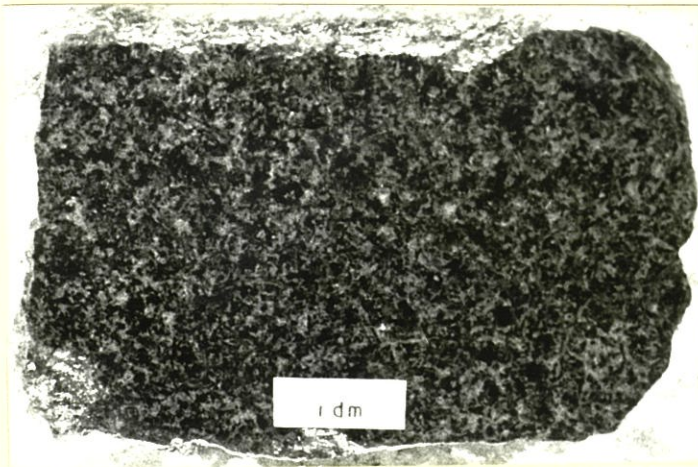
Figuur 1. Gepoleerde handmonster (T129) van die jonger doleriet
van Tweefontein 385.

Figuur 2. Gepoleerde handmonster (T33) van die dagsoom van
hibridiese Tipe I op die suidelike grens van die
noordoostelike deel van die kompleks, Tweefontein
385.

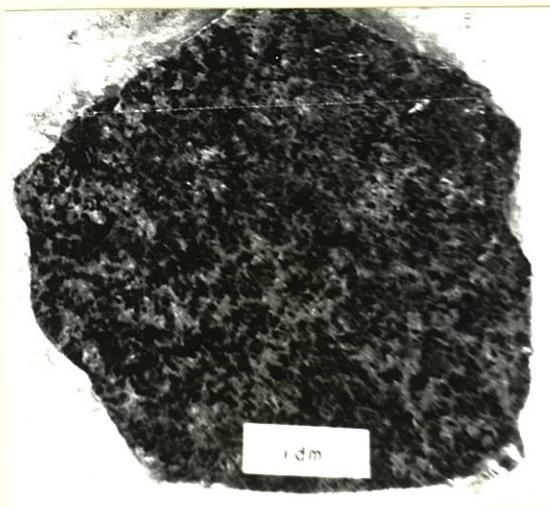
Figuur 3. Gepoleerde handmonster (T302) van die dagsome van
hibridiese Tipe I in die westelike deel van die
kompleks Tweefontein 385 wat te sien is op
Plaat XVI, fig. 2.



Figuur 1



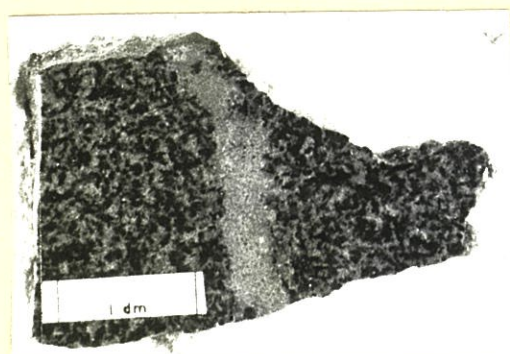
Figuur 2



Figuur 3

PLAAT XVIII

- Figuur 1. Reomorfiese aar in hibridiese Tipe I, Tweefontein 385.
- Figuur 2. Kwartsrelikte in fynkorrelrige variëteit van hibridiese Tipe I, Tweefontein 385.
- Figuur 3. Kontak van Jonger doleriet met Argeïese granodioriet, h. hibridiese sone, Doornput 94.
- Figuur 4. Reaksierande bestaande uit dubbelsones gevorm om kwartsrelikte van die fynkorrelrige variëteit van hibridiese Tipe I, Tweefontein 385. Gewone lig (X3.5).



Figuur 1



Figuur 2



Figuur 3

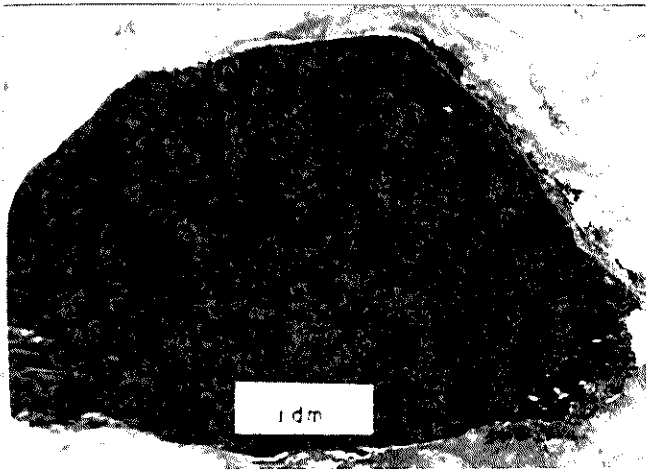


Figuur 4

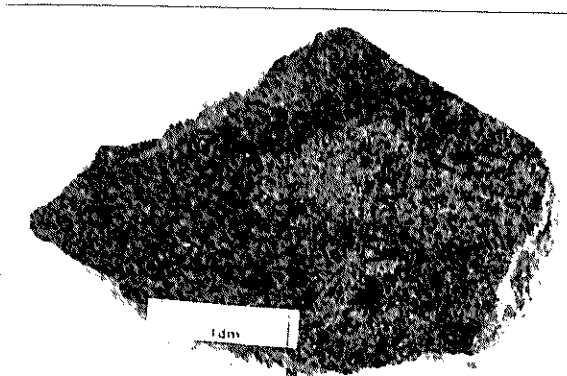
PLAAT XIX

- Figuur 1. Gepoleerde handmonster (T185) van 'n dagsoom van hibridiese Tipe II langs die oostelike grens van die kompleks Tweefontein 385. Die ligte kolle verteenwoordig konsentrasies van mikropegmatiet.
- Figuur 2. Gepoleerde handmonster (T140) van hibridiese Tipe II wat as 'n smal sone langs die kontak van die groot kol dagsome van hibridiese Tipe I aan die westekant van die kompleks op Tweefontein 385 en hibridiese Tipe III voorkom. In die sentrale gedeelte van die monster is daar 'n ligte kol wat skynbaar 'n grootliks geassimileerde relik van granodioriet verteenwoordig.
- Figuur 3. Gepoleerde handmonster (T28) van die dagsome van hibridiese Tipe II langs die suidelike grens van die kompleks op Tweefontein 385. Die donker kolle bestaan hoofsaaklik uit konsentrasies van amfiboolnaalde en ystererts.

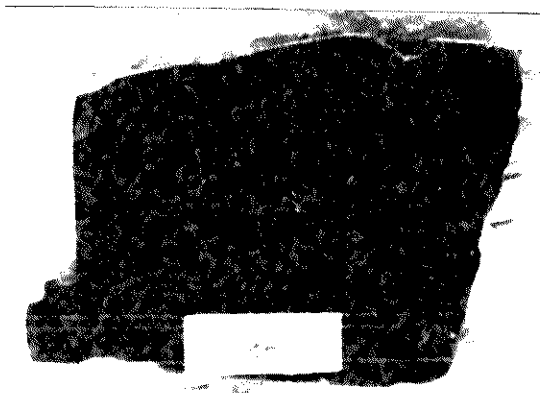
PLAAT XLX



Figuur 1



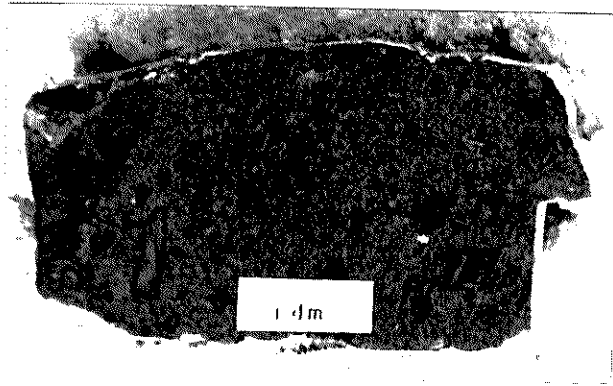
Figuur 2



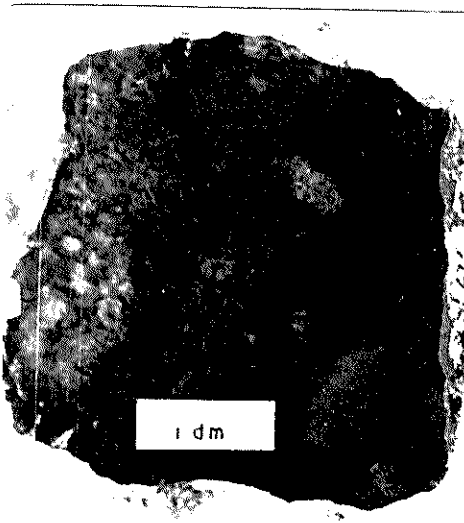
Figuur 3

PLAAT XX

- Figuur 1. Gepoleerde handmonster (T73) van die fynkorrelrige variëteit van hibridiese Tipe II wat in die dagsome suidoos van die suidwestelike deel van die kompleks op Tweefontein 385 voorkom. Xenokriste van kwarts wat omring is met swart reaksierende van veranderde pirokseen is volop in hierdie monster.
- Figuur 2. Gepoleerde handmonster (T126) van die fynkorrelrige variëteit van hibridiese Tipe III. Hierdie monster is afkomstig van dagsome van hierdie Tipe noordwes van die noordoostelike deel van die kompleks op Tweefontein 385. Relikte van granodioriet en kwarts is volop in die monster te sien.
- Figuur 3. Gepoleerde handmonster (T49) van die hoofvoorkoms van hibridiese Tipe III in die suidoostelike deel van die kompleks op Tweefontein 385. Volop relikte van oligoklaas afkomstig van die granodioriet is te sien.



Figuur 1



Figuur 2



Figuur 3

PLAAT XXI

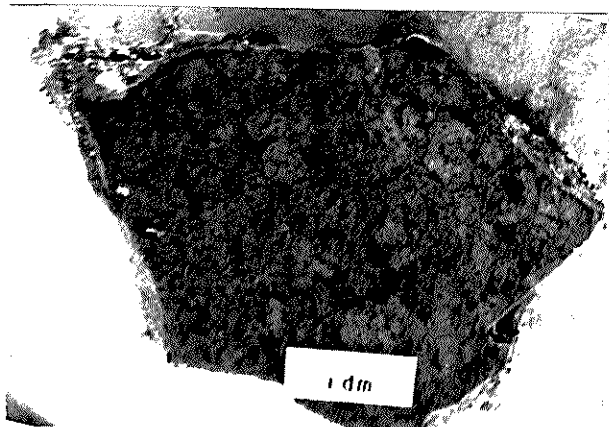
Figuur 1. Gepoleerde handmonster (T62) van die dagsome van hibridiese Tipe IV in die noordwestelike hoek van die wuidwestelike deel van die kompleks op Tweefontein 385. Sones van mikropegmatiet is sigbaar tussen die kwarts- en veldspaatkorrels.

Figuur 2. Gepoleerde handmonster (T133) van die fynkorrelrige variëteit van hibridiese Tipe IV afkomstig van die dagsome aan die noordwestekant van die noordwestelike deel van die kompleks op Tweefontein 385.

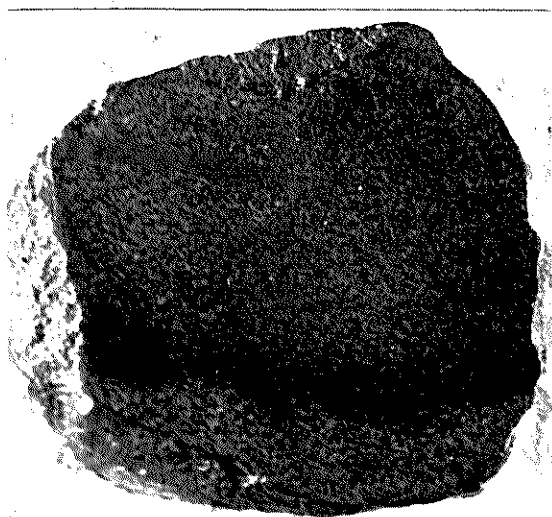
Figuur 3. Dagsoom van hibridiese Tipe V van die noordwestelike deel van die hibridiese kompleks, Tweefontein 385. Die porfiritiese tekstuur van die rots blyk duidelik uit hierdie foto.

PLAAT XXI

- Figuur 1. Gepoleerde handmonster (T62) van die dagsome van hibriediese Tipe IV in die noordwestelike hoek van die wuidwestelike deel van die kompleks op Tweefontein 385. Sones van mikropegmatiet is sigbaar tussen die kwarts- en veldspaatkorrels.
- Figuur 2. Gepoleerde handmonster (T133) van die fynkorrelrige variëteit van hibriediese Tipe IV afkomstig van die dagsome aan die noordwestekant van die noordwestelike deel van die kompleks op Tweefontein 385.
- Figuur 3. Dagsoom van hibriediese Tipe V van die noordwestelike deel van die hibriediese kompleks, Tweefontein 385. Die porfiritiese tekstuur van die rots blyk duidelik uit hierdie foto.



Figuur 1



Figuur 2



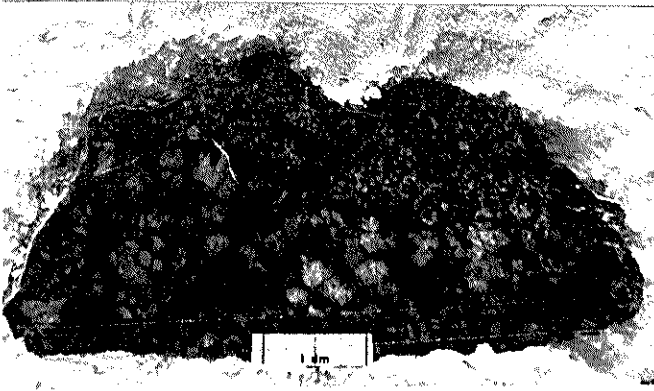
Figuur 3

PLAAT XXII

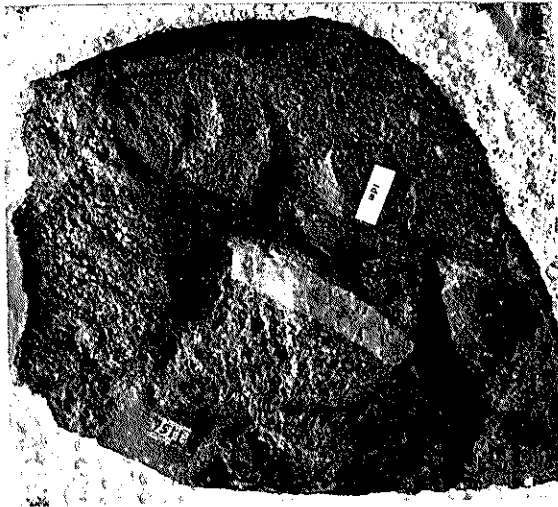
Figuur 1. Hibridiese Tipe V, Tweefontein 385. Gepoleerde handmonster (T55) van die dagsome van hibridiese Tipe V van die suidwestelike deel van die hibridiese kompleks, Tweefontein 385. Die granitiese tekstuur van Tipe V is hier goed te sien. Sones van mikropegmatiet tussen kwarts en veldspaat is ook swak sigbaar.

Figuur 2. Handmonster (T154) van die Argeïese granodioriet van die onveranderde kern van die noordoostelike deel van die hibridiese kompleks van Tweefontein 385 met pseudotagiliet, Xenoliete van 'n basiese stollingsgesteente (b) en 'n kwartsaar(q) is duidelik sigbaar in die pseudotagiliet.

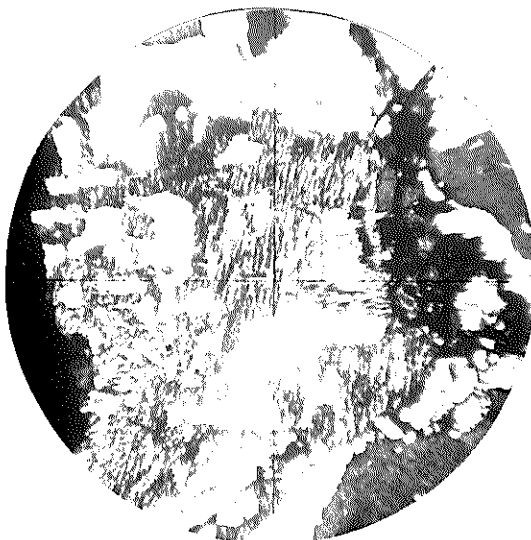
Figuur 3. Grafiese deurgroeiing van pertitiese veldspaat en kwarts in hibridiese Tipe IV, Tweefontein 385. Gekruisde nicols (X 48).



Figuur 1



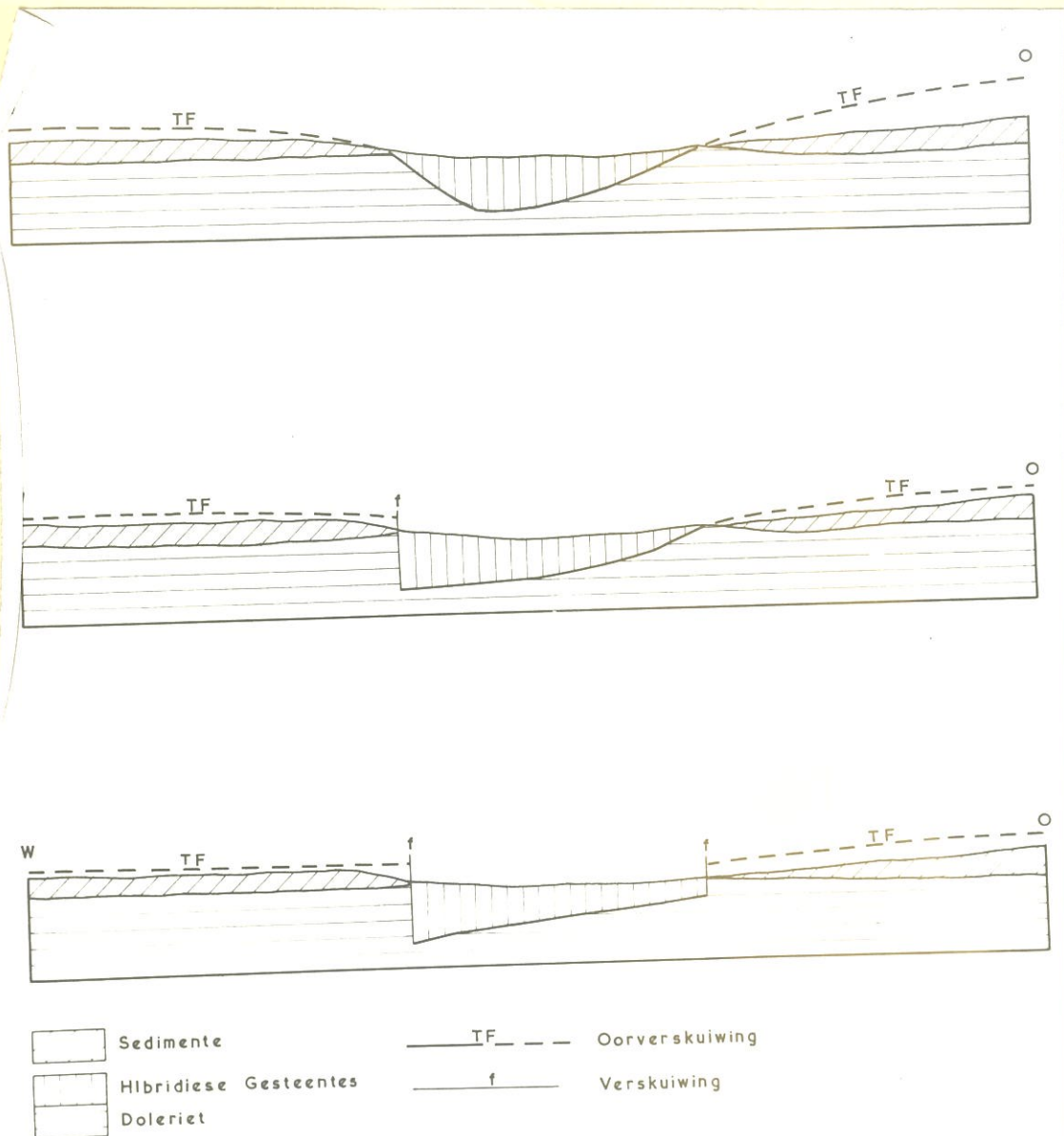
Figuur 2



Figuur 3

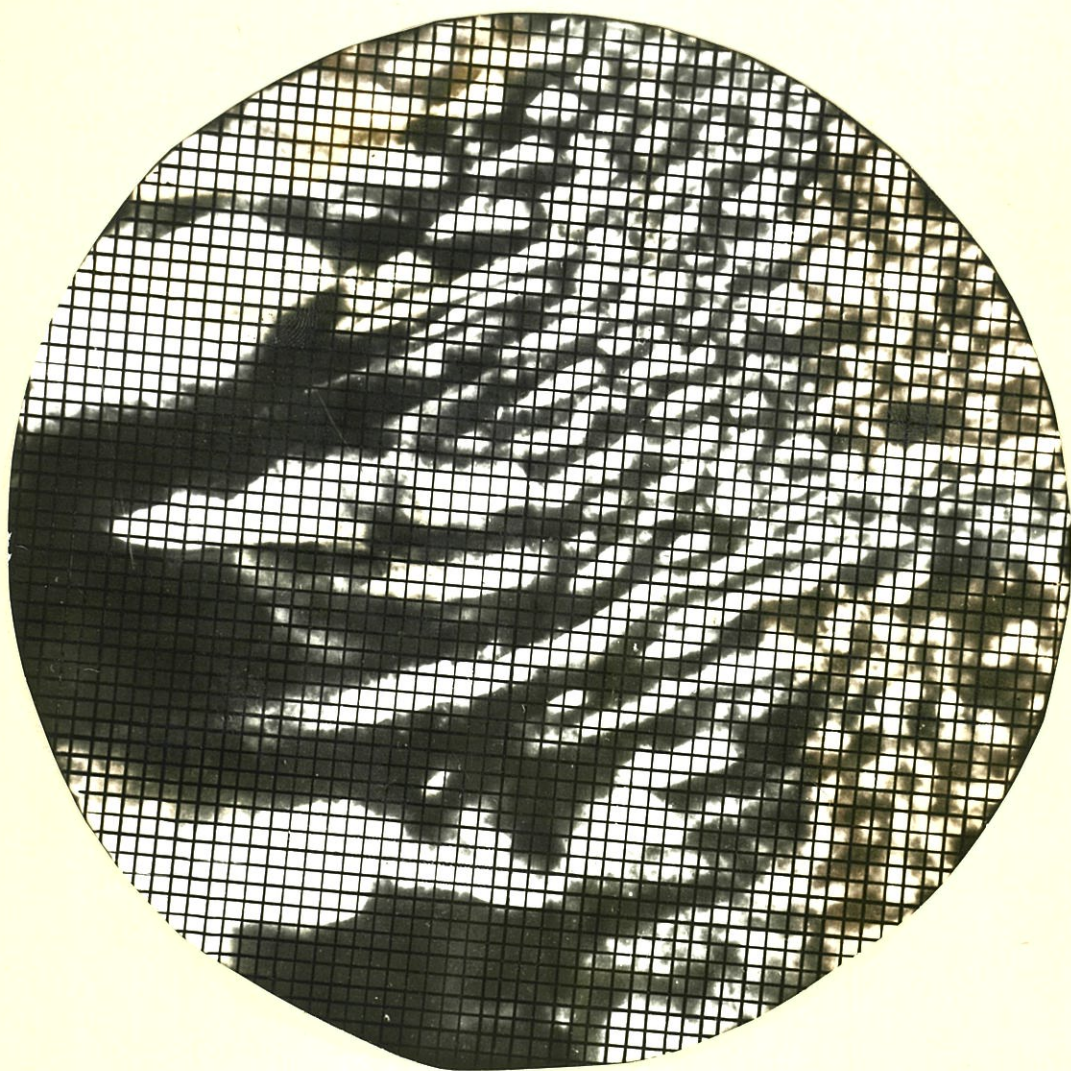
PLAAT XXIII

Sketse van moontlike profiele in 'n noordwes-suidoostelike
rigting deur die hibridiese kompleks van Tweefontein 385



PLAAT XXIV

Illustrasie om aan te dui hoe proporsies kwarts en veldspaat
in mikropegmatiet met behulp van 'n vergrote fotomikrografie
en 'n rooster bepaal is.



PLAAT XXV

- Figuur 1. Gevorderde stadium van vervanging van plagioklaas deur mikropegmatiet in hibridiese Tipe III, Tweefontein 385. Gekruisde nicols (X 75).
- Figuur 2. Beginstadium van blokvormige opbreking van oligoklaasrelikt in hibridiese Tipe III, Tweefontein 385. Gekruisde nicols (X 51).
- Figuur 3. Gevorderde stadium van blokvormige opbreking van oligoklaasrelikt in hibridiese Tipe III, Tweefontein 385.



Figuur 1



Figuur 2



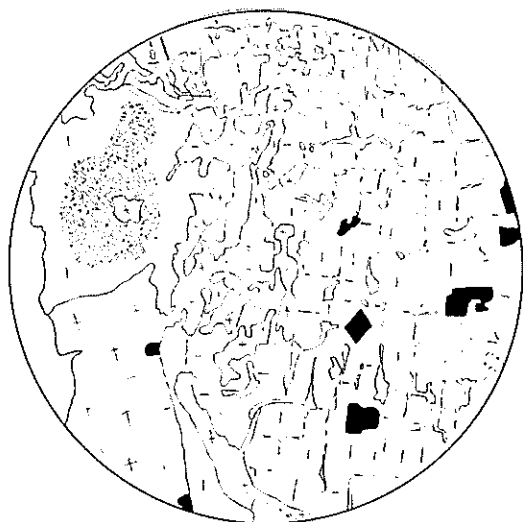
Figuur 3

PLAAT XXVI

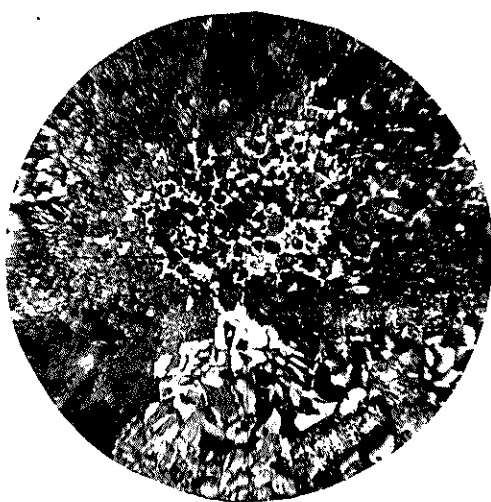
- Figuur 1. Slypplaatjie naasteby loodreg op een van die rigtings van blokvormige opbreking van oligoklaasrelikt in hibridiese Tipe III, Tweefontein 385. Gekruisde nicols (X 60).
- Figuur 2. Blokvormig-opgebreekte oligoklaas waarin pirokseen en kwarts die ruimtes tussen die blokkies vul in hibridiese Tipe II, Tweefontein 385.
Gewone lig (X 86).
- Figuur 3. Die kwarts van die mikropegmatiet van die matriks van die hibridiese gesteente (Tipe III) sluit by die kwarts in die tussenruimtes van die blokvormig-opgebreekte oligoklaas aan, Tweefontein 385.
Gekruisde nicols (X 65).



Figuur 1



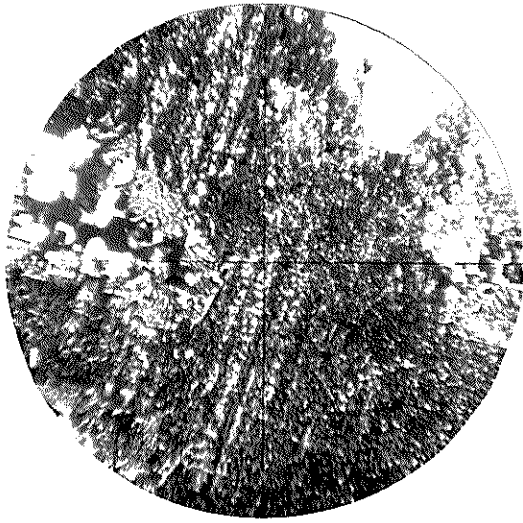
Figuur 2



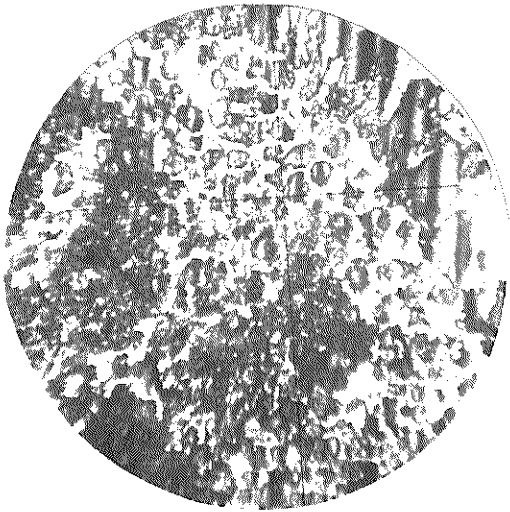
Figuur 3

PLAAT XXVII

- Figuur 1. Inham van mikropegmatiet in blokvormig-opgebreekte oligoklaas in hibridiese Tipe III, Tweefontein 385. Gekruisde nicols (X 60).
- Figuur 2. Sone van vars, helder albietryke plagioklaas om blokvormig-opgebreekte oligoklaas in hibridiese Tipe III, Tweefontein 385. Gekruisde nicols (X 60).
- Figuur 3. Sones van vars, helder albietryke plagioklaas en mikropegmatiet om blokvormig-opgebreekte oligoklaas in hibridiese Tipe III, Tweefontein 385. Gekruisde nicols (X 58).



Figuur 1



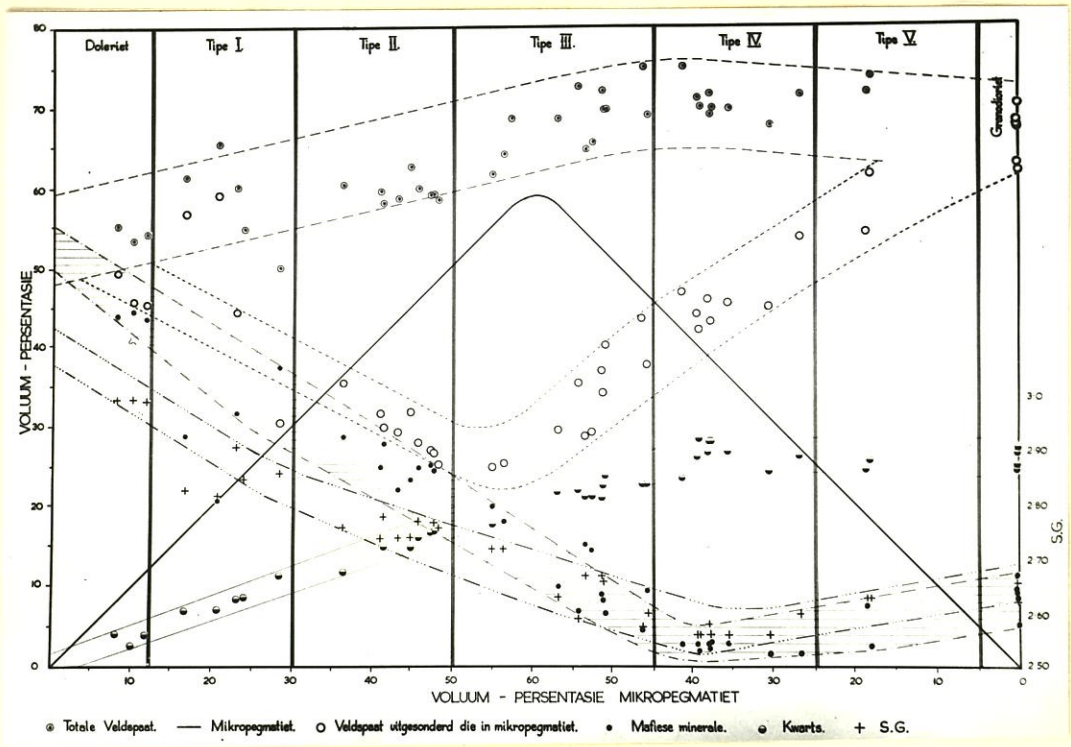
Figuur 2



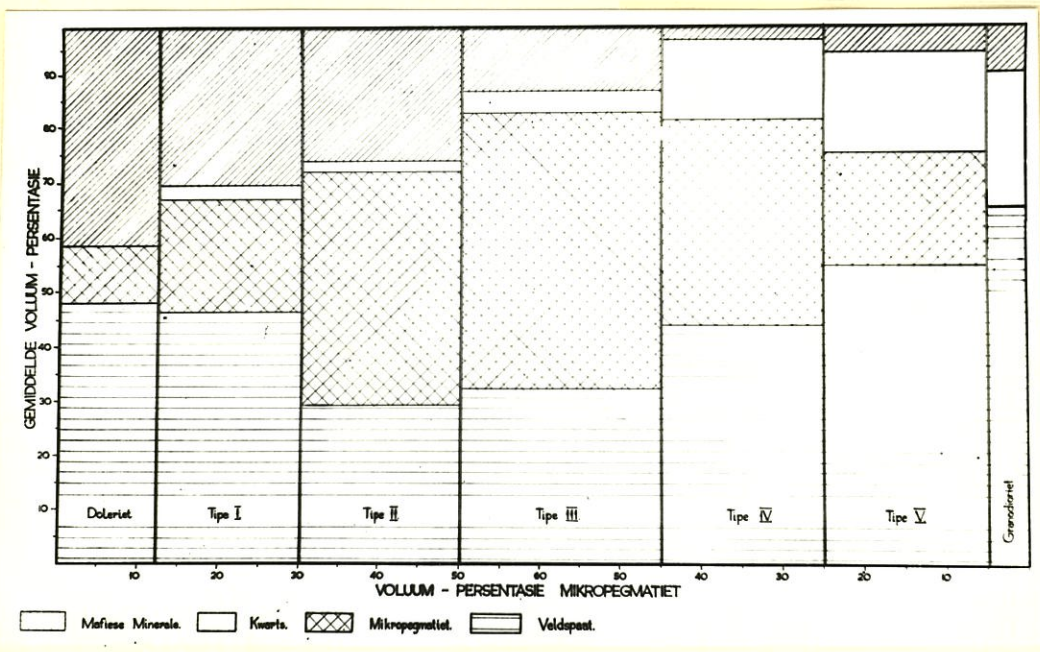
Figuur 3

PLAAT XXVIII

Figure 1 en 2. Volumetrische variatie van die hybridiese
gesteentes.



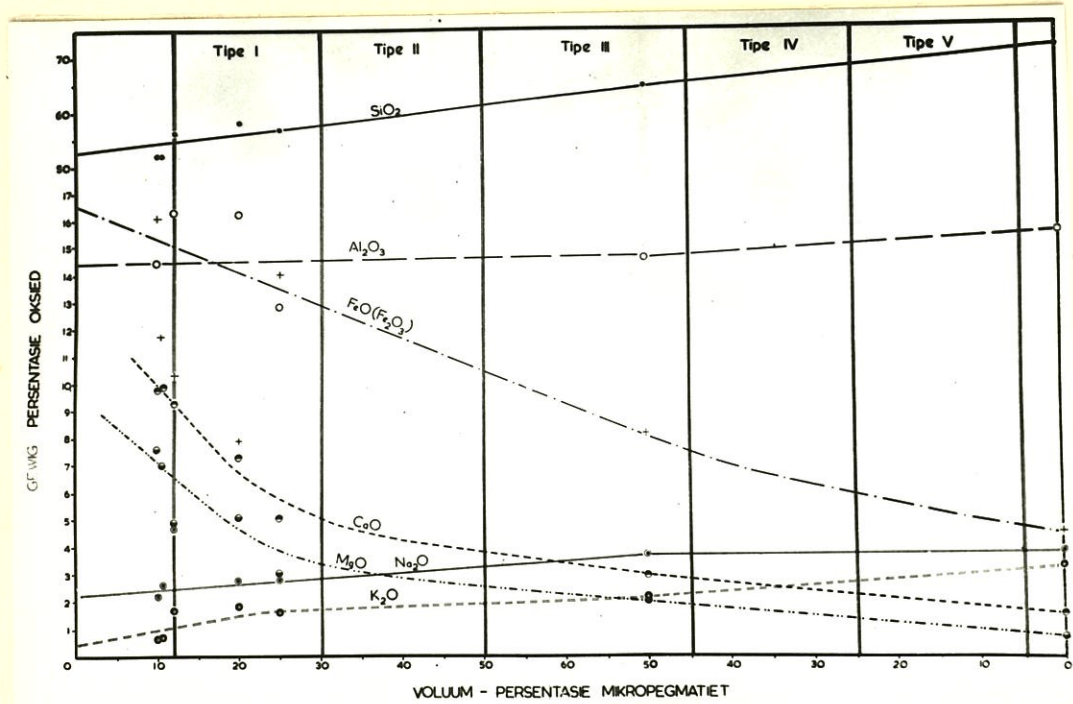
Figuur 1



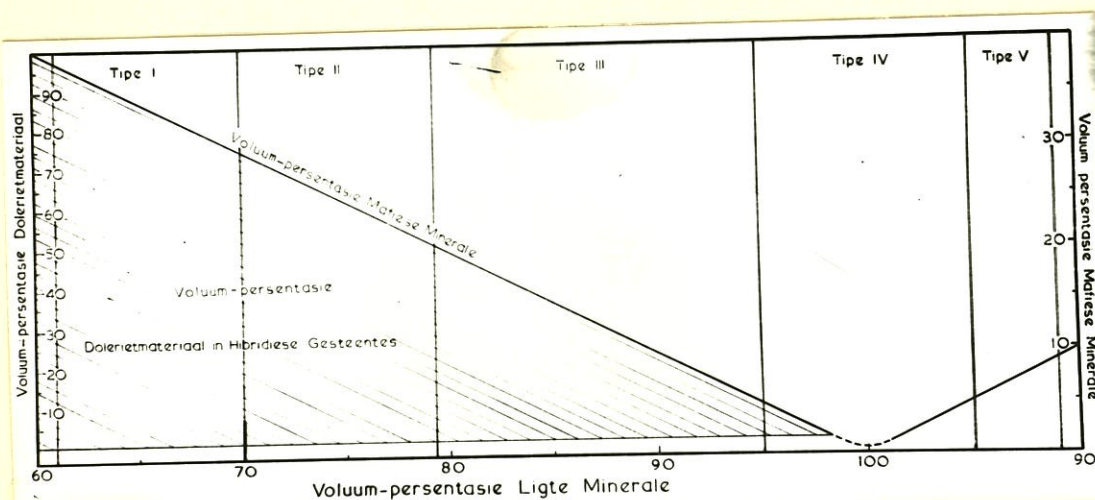
Figuur 2

PLAAT XXIX

- Figuur 1. Chemiese variatie van die hibridiese gesteentes.
- Figuur 2. Skatting van die verhouding van dolerietmateriaal tot granodioriet-materiaal in die hibridiese gesteentes.



Figuur 1



Figuur 2