

'N VOORLOPIGE PETROGRAFIESE STUDIE VAN DIE GRANITIESE GESTEENTES VAN GEBIED 21158 IN DIE NOORDELIKE SENTRALE SONE VAN DIE DAMARA-OROGEEN

deur

F.P. Badenhorst

UITTREKSEL

Granitiese gesteentes van laat-Damara ouderdom in die noordelike Sentrale Sone van die Damara-orogeen word in die Okombahe- en Kawab-stollingsassosiasies onderverdeel. Eersgenoemde, wat radiometriese ouderdomme van 553 M.a. tot 514 M.a. gelewer het, bestaan uit die Okombahe-tipe granodioriet, die Orotsaub-monsograniet en die Okandjou-leukograniet en is beperk tot die sones tussen die tingordels. Hierdie gesteentes is na- D_1 maar voor- D_2 , ingeplaas. Die Kawabstollingsassosiasie bestaan uit die Okamborombonga-kwartsdioriet, die Baukwab-tipe granodioriet, die Kawabmonsograniet, die Okondeka-graniet en die Etendero-graniet met ouderdomme van 479 m.a. tot 459 M.a. Hierdie gesteentes kom hoofsaaklik in die suidelike en sentrale tingordels voor en is sin- tot na- D_3 ingeplaas.

ABSTRACT

The Damaran granitic rocks in the northern Central Zone of the Damara orogen are subdivided into the Okombahe Igneous Association (553 M.a. - 514 M.a.) and the Kawab Igneous Association (479 M.a. - 459 M.a.). The former, consisting of the Okombahe-type granodiorite, the Orotsaub monzogranite and the Okandjou leucogranite, is restricted to the area between the tin belts, and was emplaced post- D_1 but pre- D_2 . The Kawab Igneous Association, comprising the possibly genetically related Okamborombonga quartz diorite, the Baukwab monzogranite, the Okondeka granite and the Etendero granite, is confined to the southern and central tin belts. The Kawab Igneous Association intruded syn- to post- D_3 .

1. INLEIDING

Die afgelope paar jaar het verskeie publikasies die lig gesien wat die oorsprong en die ouderdom van die Damara-graniete beskryf wat noord van die Omaruru-lineament voorkom, asook die tydstep van inplasing relatief tot fases van vervorming wat hierdie gebied geaffekteer het (Miller, 1973; Haack *et al.*, 1980; Haack *et al.*, 1983 en Winkler, 1983). Meeste van hierdie publikasies het egter tot teenstellende en somtyds nie probleem gerigte gevolgtrekkings gekom. Dit is moontlik daaraan te wyte dat groot strukturele sones soos die noordelike Sentrale Sone (nSS) en die suidelike Sent-

rale Sone (sSS) nie in aanmerking geneem is met die uitsoek van datapunte nie. Data is dan oor 'n te groot of 'n te klein area geneem. Korrelasies is dan regdeur die hele Damara-orogeen gedoen na aanleiding van resultate op sulke onvoldoende data.

Die huidige ondersoek word op die granitiese gesteentes van die nSS gerig; dit is die gebied NW van die Omaruru-lineament en SO van die Sebta-Ahesverskuiwing (Fig. 1). Met hierdie ondersoek is verskeie tot dusver nog onbekende intrusiewe gesteentes in albei stollingsassosiasies geïdentifiseer en nuwe name word hier voorgestel. 'n Omvattende chemiese ondersoek na die oorsprong, evolusie en ouderdom van die graniet word in vooruitsig gestel.

Die Salem-granitoïed van die tipe-lokaliteit (bv. Jacob, 1974) bevat groot K-veldspaat eersteling wat in 'n grofkorrelrige, biotiet-ryke en muskoviet-vrye matriks ingesluit is. Sonder inagneming van ouderdom of oorsprong is alle makroskopies soortgelyke intrusiewe gesteentes regdeur die Damara-orogeen ook "Salem" genoem. Die groot variasie in samestelling van die karakteristieke grofkorrelrige, porfiritiese granitoïed (dioriet: Smith, 1965 en Miller, 1973; monzograniet: Miller, 1973; graniet: Jacob, 1984 en Brandt, 1985) en veral die insluiting van die nie-porfiritiese geassosieerde graniete in die Salemsuite het tot groot verwarring gelei. Dit is dan ook die nuwe neiging om eerder elke plutoon apart te beskryf met behulp van 'n geografiese naam gekoppel met gesteente tipe.

Die Damara granitiese gesteentes van Gebied 2115A en B in die nSS behoort tot 'n ouer (553 M.a. tot 514 M.a.) en 'n jonger stollingsassosiasie (479 M.a. tot 459 M.a.). Die ouer groep gesteentes wat bekend sal staan as die Okombahe-stollingsassosiasie (OSA) is beperk tot die sones tussen die Sandamap-, Omaruru- en Uistingordels (Fig. 2), terwyl die jonger Kawab-stollingsassosiasie (KSA) tot die Sandamap- en Omaruru-tingordels en onmiddellike omgewing (Fig. 2), beperk is.

Alhoewel die KSA (479 M.a. tot 459 M.a., Haack *et al.*, 1980) baie jonger is as die Salem-tipe gesteentes in die sSS (bv. 554 M.a., Downing *et al.*, 1981), is die gesteente tipes en assosiasies baie soortgelyk, en albei groepe is sin- tot na- D_3 ingeplaas. Afgesien van die ouderdomsverskil van ongeveer 70 M.a. is die verhouding tussen inplasing en die plaaslike fases van vervorming baie dieselfde en kan die KSA vergelyk word met die Salemsuite in die sSS.

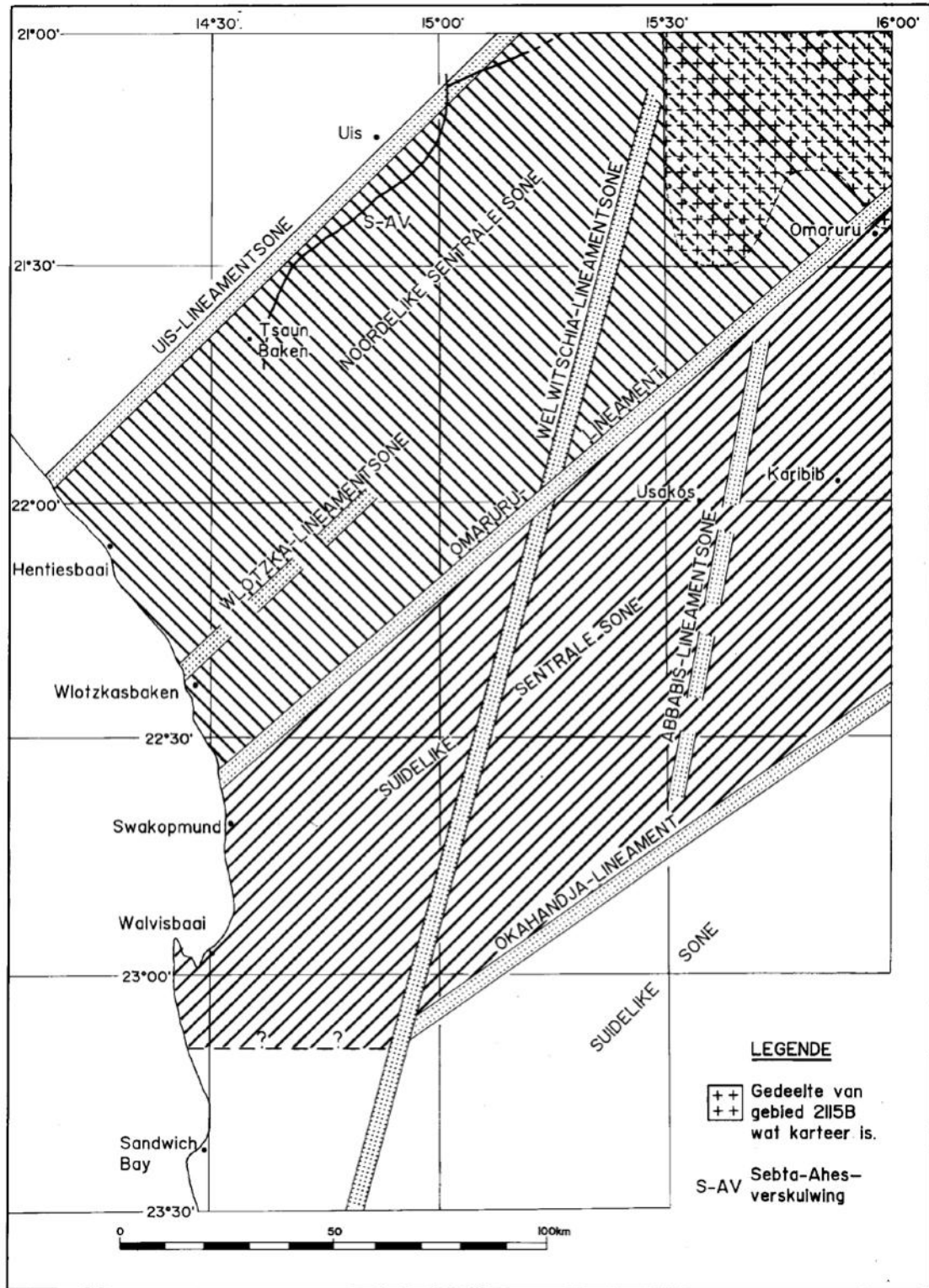


Fig. 1: 'n Skematiese voorstelling van die grense van die nSS, sSS en ander tektonostratigrafiese sones in die Damara-orogeen (diagram na Corner, 1982).

2. KRITERIA VIR KORRELASIE DEUR DIE nSS

Die jong KSA is tot die onmiddellike omgewing van die Omaruru- en Sandamap-tingordels beperk; hierdie tingordels word deur die hoër stratigrafiese vlakke van die Kuisebformasie beslaan en kan oor groot afstande in die nSS uitgevolg word (Fig. 2).

Die ouer OSA kom net in die horst-strukture tussen die tingordels voor. Die twee stollingsassosiasies is dus tot spesifieke strukturele gebiede beperk. Die gesteentetipes en assosiasies in die OSA asook in die KSA is baie soortgelyk regdeur die nSS (Botha, 1978; Haack *et al.*, 1980; Watson, 1982 en Badenhorst, 1984).

3. PETROGRAFIE EN VELDVERHOUDINGE VAN DIE GRANITIESE GESTEENTES

3.1 Okombahe-stollingsassosiasie

Die OSA sluit die grofkorrelrige, portiritiese Okombahe-tipe granodioriet, die grof- tot middelkorrelrige Orotsaub-monosograniet en die middelkorrelrige Okandjou-leukograniet in asook 'n pegmatietfase.

3.1.1 Okombahe-tipe granodioriet

In Gebied 2115A is 'n vroeër en 'n later inplasing van granodiorietmagma geïdentifiseer (Haack *et al.*, 1980), maar in die huidige ondersoek is dit nie waargeneem nie. Die granodioriet in die ondersoekgebied is waarskynlik van die latere magma inplasing.

Die granodioriet kom voor in die suidelike gedeelte van Gebied 2115B en vorm uitgerekte, langwerpige liggame wat op baie plekke deur verskuiwings begrens is. Hierdie vorm is in teenstelling met die van die groot ronde plutone by Okombahe en Omatjette. In die ondersoekgebied was die inplasing van die granodioriet dus waarskynlik tot 'n mate tektonies beheer.

Op Otojompau West 134 (langs die grensdraad na Pristelwitz 128, ongeveer 300 m suid van die Omaruru/Okombahe pad), kan gesien word dat die granodioriet deur die jonger Okandjou-leukograniet ingedring is en albei weer deur 'n pegmatiet. In 'n ander dagsoom, net 200 m SW van eersgenoemde in dieselfde pluton, kan gesien word dat die granodioriet deur 'n pegmatiet ingedring is en albei weer deur die jonger Kawab-monosograniet van die KSA.

Die donkergrys granodioriet is grofkorrelrig en portirities met K-veldspaat eersteling wat algemeen tussen 1 cm en 1,5 cm lank is. Die granodioriet bevat 'n tektoniese maaksel wat sterker ontwikkel het na die kante van die pluton en baie swakker of heeltemal afwesig is binne die pluton. Hierdie maaksel word deur parallelle oriëntasie van K-veldspaat eersteling, biotiet en skis-insluitels gedefinieer. Die maaksel strek gemiddeld 225° wat baie goed vergelyk met die dominante s_2 -maaksel in die omliggende skis. Die feit dat

die maaksel die beste in die randsone ontwikkel het en dat dit 'n s_2 -maaksel is, wys dat die granodiorietmagma tydens die D_2 -vervorming al in 'n gevorderde stadium van stolling was.

Die volumetriese samestelling van die Okombahe-tipe granodioriet word in Tabel 1, en die posisie van die granodioriet op die Streckeisendiagram in Fig. 3, getoon. Die plagioklaas is groot eievormige kristalle en wys ook mirmekitiese uitskeiding in die kante. Die plagioklaas toon baie sterk interne spanning (vlekkige uitdowing) en sommige kristalle is sterk gesaussuriti-seer. Die kwarts-kristalle toon sterk interne spanning en driepuntkontakte het tussen die kristalle begin ontwikkel. Die K-veldspaat is meestal mikroklien-pertiet, gedeeltelik eievormig en gedeeltelik grafies met kwarts vergroei. Die mafiese mineraal is sterk pleochroïse rooibruin biotiet; dit het in sekere monsters 'n voorkeur oriëntasie ontwikkel. 'n Gedeelte van die biotiet is na chloriet verander en is ook met magnetiet geassosieerd. Die sirkoon, wat ondergeskik voorkom, is klein en veroorsaak pleochroïse stralekranses waar dit in die biotiet ingesluit is. Granaat is slegs op een plek gevind; die kristalle is eievormig en redelik groot. Muskoviet is slegs in enkele gevalle waargeneem.

3.1.2 Orotsaub-monosograniet

Die granietliggaam by Orotsaub in Damaraland is deur Klein (1980) aangedui as ouer as die KSA en dus as 'n fase van die OSA (Geologiese Kaart 2115A, 1 :100 000). Geen konkrete getuie is deur Klein gevind nie behalwe die verskuiwingskontak tussen die graniet en die Baukwab-granodioriet in die omgewing van Orotsaub (Fig. 2). In die Otojume-pluton (Baukwabtipe granodioriet) wat naasliggend aan die Orotsaubliggaam is, is insluitels van 'n grofkorrelrige, nie-porfiritiese grys graniet gevind wat waarskynlik dieselfde as die Orotsaub-liggaam se graniet is. Voorbeelde hiervan word ongeveer 200 m noord van die Omaruru/Omatjette pad aangetref (in die rivierloop wat die pad 350 m NW van die Otojohorong-reservaatgrens sny). Dit kan egter nie bevestig word of dit wel Orotsaub-tipe graniet is nie omrede die Orotsaub-liggaam nie deur die skrywer besoek is nie. In die noordwestelike hoek van Okamborombonga 30 is in die rivierloop ook 'n grofkorrelrige, nie-porfiritiese graniet gevind wat deur die Baukwab-tipe granodioriet ingedring word.

Die volumetriese samestelling van die Orotsaub-monosograniet word in Tabel 1, en die posisie van die graniet op die Streckeisendiagram in Fig. 3, getoon. Die plagioklaas vorm gelykkorrelrige, groot, eievormige, vertweelinge kristalle met reëlmatige tot onreëlmatige korrelgrense. Die K-veldspaatkristalle is of groot of klein en in albei gevalle gelykkorrelrig, eievormig met reëlmatige korrelgrense. Die mikroklienkristalle wys ook mirmekitiese uitskeiding aan die kante. Die kwarts kom as groot kristalle voor en wys interne spanning. Die biotiet is ligbruin en geassosieerd met groen hor-

TABEL 1: Die modalesamestelling van die gesteentes van die Okombahe-stollingsassosiasie. Punttellings is gedoen op graniet-blokke wat in oppervlakte wissel van 10 cm² tot 25 cm². Die hoeveelheid tellings (n) is bepaal deur oppervlak grootte.

MONSTER	INTRUSIE	n	K-VELD	PLAG	Qz	Bi	ANDER
402	OKOMBAHE-GRANODIORIET	727	29	391	162	145	-
407		597	101	264	200	32	-
414		598	135	254	122	87	-
216		403	44	183	76	100	-
KA		613	58	277	180	98	-
KB		631	48	302	144	132	5
OKOM		649	113	291	153	92	-
FP 80	OROTSAUB-GRANIET	1 085	329	339	302	115	-
500A	OKANDJOU-LEUKOGRANIET	565	250	155	134	13	13
412		609	273	159	157	14	6
302A		465	211	138	102	14	-
302B		553	216	171	133	33	-
303		596	261	131	165	38	1
306		545	265	152	116	12	-
301		500	223	149	99	29	-
319		564	248	142	142	32	-
213		514	239	151	107	17	-
214		579	242	153	151	33	-
220		655	270	193	159	25	8

ingblende. Klein hoeveelhede van sirkoon en alaniet is opgemerk.

Die voorkoms van die minerale sowel as die volumetriese samestelling van die gesteente verskil dus van die Kawab-graniet waarmee die Orotsaub-graniet voorheen verwar was. Daar kan probeer word om die twee graniete met behulp van lugradiometriese ondersoek te onderskei omdat die Kawab-graniet redelik radioaktief is, en altyd 'n lugradiometriese hoog gee.

Al die granietliggame wat op die noordelike grens van die Omaruru-tingordel (Fig. 2) voorkom is dan waarskynlik Orotsaub-monsograniet.

3.1.3 Okandjou - leukograniet

Die verspreiding van hierdie gesteente is baie wyer as die van die Okombahe-tipe granodioriet. Die graniet kom tussen die Sandamap- en Omaruru-tingordels, sowel as noord van die Omaruru-tingordel voor waar dit baie algemeen is (Fig. 2). Die Otjompaue-pluton van hierdie graniet is deur 'n pegmatiet ingedring en albei is weer deur die Kawabmonsograniet van die KSA ingedring. Die inplatingsverhouding is in die dieselfde dagsome as dié van die Okombahe-tipe granodioriet te sien (kyk 3.1.1).

Die liggrys graniet is middelkorrelrig en bevat op baie plekke groot granaat-porfiroblaste. Daar het twee loliassies in die graniet ontwikkel waarvan die oudste een die beste waargeneem kan word. Die oudste maaksel word gedefinieer deur die parallelle oriëntasie van biotiet, afgeplatte kwarts en K-veldspaat eerstelinge; dit word verder beklemtoon deur 'n gebandheid veroor-

saak deur nie-verbinde aartjies van 'n wit biotiet-vrye graniet wat afgewissel word met biotietreste en die onveranderde grys graniet. In die biotietvrye leukosome het plek-plek granaat gegroei wat 'n lineasie definieer; dit lyk as of die granaat-lineasie die loliassievakke in die omliggende graniet volg. Die oudste maaksel strek 205° wat baie goed vergelyk met die s₂-maaksel in die omliggende skis. Dit lyk asof die reeds gestolde magma tydens die piek van metamorfose (gedurende D₂) hersmelt het waartydens die bestaande biotiet-folisasie weer vernietig is en granaat ten koste van biotiet gegroei het (Haack *et al.*, 1980). Hierdie verskynsel kom baie algemeen in die graniet voor en is ook een kriterium waarmee hierdie graniet van die Kawab-graniet onderskei kan word wat makroskopies baie dieselfde lyk. Die groei van granaat ten koste van biotiet het ook in die skis, wat gedeeltelike opsmelting ondergaan het, voorgekom.

Die jonger maaksel is baie swakker ontwikkel en word gedefinieer deur klein krakies met of sonder biotiet en dit strek gemiddeld 320°; dit is naastebly parallel aan die s₃-maaksel wat slegs lokaal in die skis ontwikkel het.

Die volumetriese samestelling van die Okandjou-leukograniet word in Tabel 1, en die posisie van die graniet op die Streckeisendiagram in Fig. 3, getoon. Die K-veldspaat is meestal mikroklien-pertiet wat soms eievormige kristalle vorm. Sterk interne spanning is in alle hoofminerale waargeneem. Driepuntkontakte het net begin ontwikkel tussen die kwarts- en plagioklaaskristalle. Die plagioklaaskristalle is klein, wys mirmekitiese vergroeiings aan die kante, is plek-plek

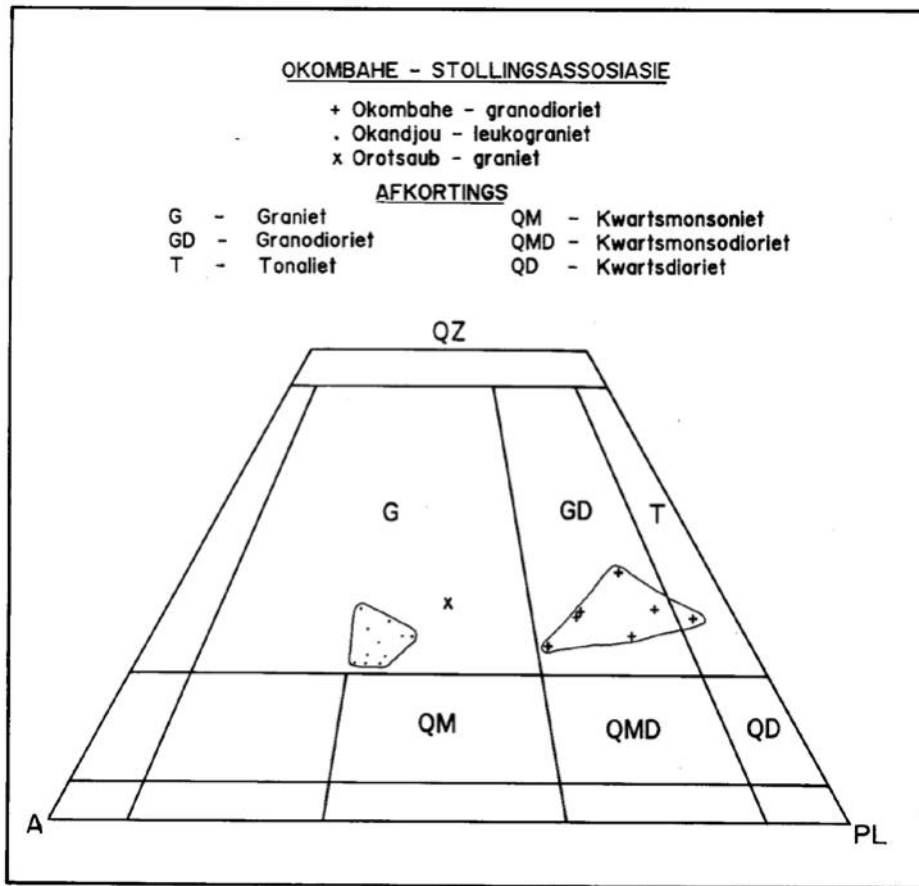


Fig. 3: Volumetriese klassifikasie van die intrusiewe gesteentes in die OSA (diagram na Streckeisen, 1976).

gesaussuritiseer en het volop klein blasies van kwarts. Hierdie ontmenging watso algemeen is in verskeie vorme, het waarskynlik as gevolg van die temperatuurstyging voorgekom (Cox *et al.*, 1979, bl. 296) tydens die piek van metamorfose. Die biotiet definieer op plekke 'n sterker en 'n swakker maaksel wat 'n hoek van ongeveer 35° met mekaar maak. Die biotiet is ligbruin tot rooibruin en is gedeeltelik verander na chloriet. Muskoviet het binne die krake in plagioklaas gegroei en sirkoon en alانيت is slegs in enkele gevalle waargeneem.

3.2 Kawab-stollingsassosiasie

Die Kawab-stollingsassosiasie bestaan uit 'n wye reeks van gesteentes wat in samestelling varieer van kwartsdioriet, granodioriet, kwartsmonsoniet, kwartsmonsodioriet, monsooraniet tot graniet, en ten minste twee generasies van pegmatiet. Hierdie gesteentes kom as goed gedetineerde, relatief homogene sowel as heterogene plutone voor. Die tekstuur van die gesteentes varieer van baie grotkorrelrig, middelkorreirig tot tynkorrelrig, en portiritiese variëteite is algemeen. Die hele reeks van gesteentes word egter weens hulle noue verband in die veld as verwant beskou.

3.2.1 Okamborombonga-kwartsdioriet

Alhoewel die gesteente wyd verspreid in die studiegebied voorkom, is dagsome altyd baie klein en beperk tot die kontaksonne tussen die OSA en die KSA aan die noordelike en suidelike grense van die Omaruru-tinggordel. Die beste dagsome is egter op Okamborombonga 30 (in die rivierloop in die noordweste van die plaas) waar die gesteente erg deur pegmatietgange en 'n netwerk van Baukwab-tipe granodioriet ingedring is.

Die gesteente is donkergrys en tynkorrelrig, maar bevat enkele K-veldspaat eersteling wat nie groter as 1 em is nie. Op plekke het 'n tektoniese maaksel ontwikkel wat 2700 strek en dit word gedetineer deur biotietreste en mikroklien-pertiet eersteling.

Die volumetriese samestelling van die Okamborombonga-kwartsdioriet word in Tabel 2 getoon en die posisie van die kwartsdioriet op die Streckeisendiagram in Fig. 4. Die plagioklaaskristalle is eievormig sowel as oneievormig met redelik reëlmatige korrelgrense en hulle wys ook interne spanning. Die mikroklienkristalle is gelykkorrelrig, behalwe vir die eerstelingkristalle, meestal eievormig met redelike reëlmatige korrelgrense. Die mikroklien is vertweeling en interne spanning is algemeen waargeneem. Die biotiet is sterk pleoehroëse en wys 'n voorkeur oriëntasie. Die rooi-

bruin biotiet het ook insluitels van sirkoon wat pleoehroëse stralekrans wys. Die alaniëtkristalle is klein, eievormig, effens pleoehroëse en wys sonebou. Die enkele steenkristalle is groot en oneievormig. Magnetiet is baie algemeen en kom as groot vlekke voor. Enkele kristalle van muskovië is ook waargeneem.

3.2.2 *Baukwab-tipe granodioriet*

Die Baukwab-tipe granodioriet kom baie wyd verspreid voor en dagsom gewoonlik in goed gedetineerde plutone met 'n deursnee van 4 km tot so groot as 10 km. Behalwe in uitsonderlike gevalle soos op Omaue 29 en Otjume 108 waar dit as enkele hoë koppies voorkom, is die gesteente gewoonlik negatief verweer en grootliks bedek met sand en granitiese gruis.

Die gesteente is deur gange en are van twee generasies van pegmatiet ingedring, deur 'n middelkorrelrige graniet en 'n tynkorrelrige graniet. Talle insluitels van skis en Okamborombonga-kwartsdioriet word in die randsones van die plutone gevind.

Die grofkorrelrige gesteente is grys tot donkergrys en selts pienkerig. Die gesteente is meestal porfirities, met eerstelingkristalle wat algemeen 1 cm tot 3 cm lank is. Daar is egter ook variëteite met baie groter eerstelingkristalle, van 3 cm tot 10 cm, en dit behoort gewoonlik tot die baie grof-porfiritiese pienk variëteite wat in die randsones van die plutone ontwikkel het. Hierdie verskynsel is veral in die Otjume-pluton op Otjume 108 en in Damaraland op die Omaruru/Omatjette pad (net 5 km NW van die reservaatgrens) opgemerk. Daar is 'n verdere variëteit met eersteling wat gewoonlik kleiner as 1 cm is, tot so 'n mate dat die porfiritiese karakter van die gesteente verdwyn. As gevolg van die hoër inhoud van temiese minerale, wat tot 25,3 persent kan styg (Tabel 2), is hierdie variëteit egter nog van die Kawab-monsograniet te onderskei. In al die bogenoemde variëteite is die eersteling mikroklienpertiet met sonebou. Die gesteente wys soms 'n effense tektoniese maaksel en dit wil voorkom asof dit beter ontwikkel het in die randsones van die plutone. Die maaksel word gedetineer deur die voorkeuriëntasie van biotiet en K-veldspaat eersteling. Die maaksel strek gemiddeld 285° ; dis kenmerkend vir 'n s_3 -maaksel.

Minerale wat in die gesteente voorkom is plagioklaas, kwarts, K-veldspaat en biotiet met bykomstige magnetiet en ondergeskikte sirkoon en steen. Die plagioklaaskristalle is oneievormig en 'n mate van interne spanning is waarneembaar. Van die kristalle is vertweeling en wys sonebou. Mirmekitiese uitskeiding is algemeen. Die mikroklien is redelik gelykkorrelrig en eievormig. Effekte van interne spanning wys as vleklike uitdowing sowel as in gebuigde tweelinglamelle. Kwarts-kristalle is skaars, klein en oneievormig. Biotiet is gewoonlik rooibruin, maar olyfgroen en ander groen variëteite is ook waargeneem, veral in die fynkorrelrige variëteite. Magnetiet is gewoonlik klein en met die biotiet geassosieer. Slegs in die monsters van Omaue

29 is steen waargeneem, waar dit groot oneievormige kristalle vorm.

Die volumetriese samestelling van die gesteente wissel aansienlik tussen verskillende plutone (Fig. 5a), alhoewel die samestelling van verskillende monsters van dieselde pluton redelik konstant bly (Fig. 5a); uitsonderings op laasgenoemde is in die geval van heterogene plutone (Fig. 5a no. 3). Op die A-Oz-Pl-diagram van Streekeisen (1976) lê die gesteente meestal in die granodioriet-veld (bv. Ehuiripluton, Fig. 4 en 5), enkele monsters in die graniet-veld (senter van die Ehuiripluton, Fig. 4) en ander in die monsograniet-veld (Fig. 4). Die monsters wat as kwartsmonsodioriet (Otjume-pluton) en kwartsmonsoniet (Kompaneno-pluton) uitwys kom gewoonlik van die pienkerige, baie grof-porfiritiese variëteite. Die resultate van die punttellings op die monsters is twyfelagtig as gevolg van die baie growwe tekstuur van die gesteente.

3.2.3 *Kawab-monsograniet*

Die gesteente kom redelik wyd, verspreid deur die nSS voor en word in goed gedefinieerde homogene sowel as heterogene plutone gevind. Behalwe op Kawab 117, waar die gesteente hoë koppies vorm, verweer dit ook negatief en goeie dagsome is net in rivierlope te sien. Die plutone is kleiner as die van die Baukwab-tipe granodioriet en wissel van 3 km tot 6 km in deursnee.

Die graniet is deur 'n fynkorrelrige grys graniet ingedring en albei gesteentes deur 'n pegmatiet (Kawab-koppie op Kawab 117). Die inplasingverhouding tussen die Baukwab-tipe granodioriet en die Kawab-monsograniet, veral op Kawab 117, is baie ongewoon in die sin dat geen gange of insluitels van die een in die ander gevind word nie. Enkele skisinsluitels is die enigste xenoliete in die pluton.

Die graniet is middelkorrelrig, grys van kleur en is somstyd effens porfirities, met plagioklaas eerstelingkristalle wat kleiner as 1 cm is. Die graniet het deurgans 'n redelike sterk maaksel ontwikkel wat deur biotiet, mineraalafplating en skis-insluitels gedefinieer word. In sekere plutone het 'n tweede maaksel ontwikkel wat die ouer een teen 'n hoek sny en gewoonlik slegs deur klein krakies gedefinieer word. Biotiet sowel as toermalyn het op baie plekke in die krakies gegroei. Hierdie jonger maaksel verplaas die ouer maaksel op plekke met tot 2 mm. Die ouer maaksel strek gemiddeld 215° wat goed ooreenstem met die s_2 -maaksel in die omliggende skis. Die jonger maaksel strek gemiddeld 255° wat weer goed met s_3 -maaksel in die skis vergelyk wat slegs lokaal ontwikkel het.

Die volumetriese samestelling van die Kawab-monsograniet word in Tabel 2 getoon en die posisie van die graniet op die Streekeisendiagram in Figuur 4. Die K-veldspaat is meestal mikroklien en ortoklaas wat groot eievormige kristalle vorm. Enkele gevalle van mirmekitiese uitskeiding is gesien. Die meeste kristalle wys interne spanning. Die plagioklaas vorm kleinerige

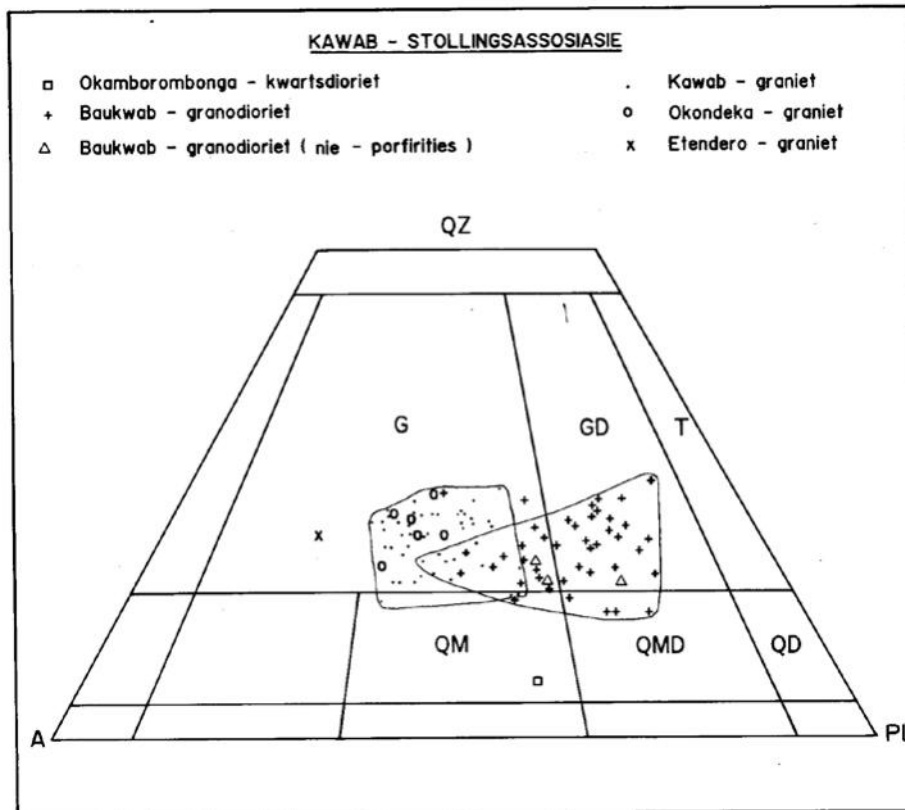


Fig. 4: Die volumetriese klassifikasie van die intrusiewe gesteentes van die KSA (diagram na Streekeisen, 1976). Sien figuur 3 vir legende vir verskeie velde.

kristalle wat meestal eievormig is en die mineraal vorm ook die enigste eerstelingkristalle. Die kwarts-kristalle is nie gelykkorrelrig nie en kom poikilities in die plagioklaas voor. Die biotiet is rooibruin en toon op plekke 'n voorkeur-oriëntasie. Die biotiet is gedeeltelik verander na chloriet en is ook geassosieerd met magnetiet. Sirkoon is redelik algemeen waargeneem en wys pleochroïese stralekranses waar dit in die biotiet ingesluit is. Die sfeen is eievormige rombiese kristalle met reëlmatige korrelgrense.

Tussen homogene plutone varieer die volumetriese samestelling van die gesteente baie min (Fig. 5c), 'n uitsondering is slegs die monsters van die Kawabsamegestelde pluton (Fig. 5c no. 5). Selfs die samestelling van die Kawab-granietgange wat in omliggende granodioriet plutone ingedring het, bly baie konstant dieselfde as die van die groot plutone.

3.2.4 Okondeka-graniet

Hierdie gesteente kom nie baie wyd verspreid voor nie en slegs enkele dagsome is naby die dorpie Okondeka in die Otjohorong-reservaat in Damaraland gevind. Ander kleiner dagsome kom op Schönfeld 92 en Kawab 117 voor.

Die graniet is slegs deur 'n laat-fase pegmatiet ingedring.

Dit is 'n fynkorrelrige, liggrys tot selfs pienkerige gesteente op Okamborombonga 30, waar dit magnetiet-eersteling kristalle bevat. Om die magnetietkristalle is baie maal 'n biotiet-vrye sone.

Die volumetriese samestelling van die Okondeka-graniet word in Tabel 2, en die posisie van die graniet op die Streekeisendiagram in Fig. 4 getoon. Die graniet bestaan uit K-veldspaat, plagioklaas, kwarts en biotiet met bykomstige magnetiet, alaniet en chloriet. Mirmekiet vergroeiing tussen K-veldspaat en plagioklaas is redelik algemeen. Interne spanning is in alle hoofminerale waargeneem en driepuntkontakte het begin ontwikkel. Groen sowel as bruin biotiet, is waargeneem en die enkele alanietkristalle wys sonebou.

3.2.5 Etendero-graniet

Hierdie gesteente kom net in een heterogene pluton op Etendero 95 en Okongue 94 voor. Die gesteente is deur 'n pegmatiet en deur die na-tektoniese Okongue-graniet ingedring wat as klein rooi aartjies in die graniet voorkom. Goeie voorbeelde hiervan word in die Okandjou-rivier net suid van die Okongue-opstal gevind. Hierdie graniet is jonger as die Kawabmonso-graniet, alhoewel albei baie soortgelyk voorkom. Die ouderdomsverhouding tussen die Etendero-graniet en die Okondeka-graniet is egter nie bekend nie.

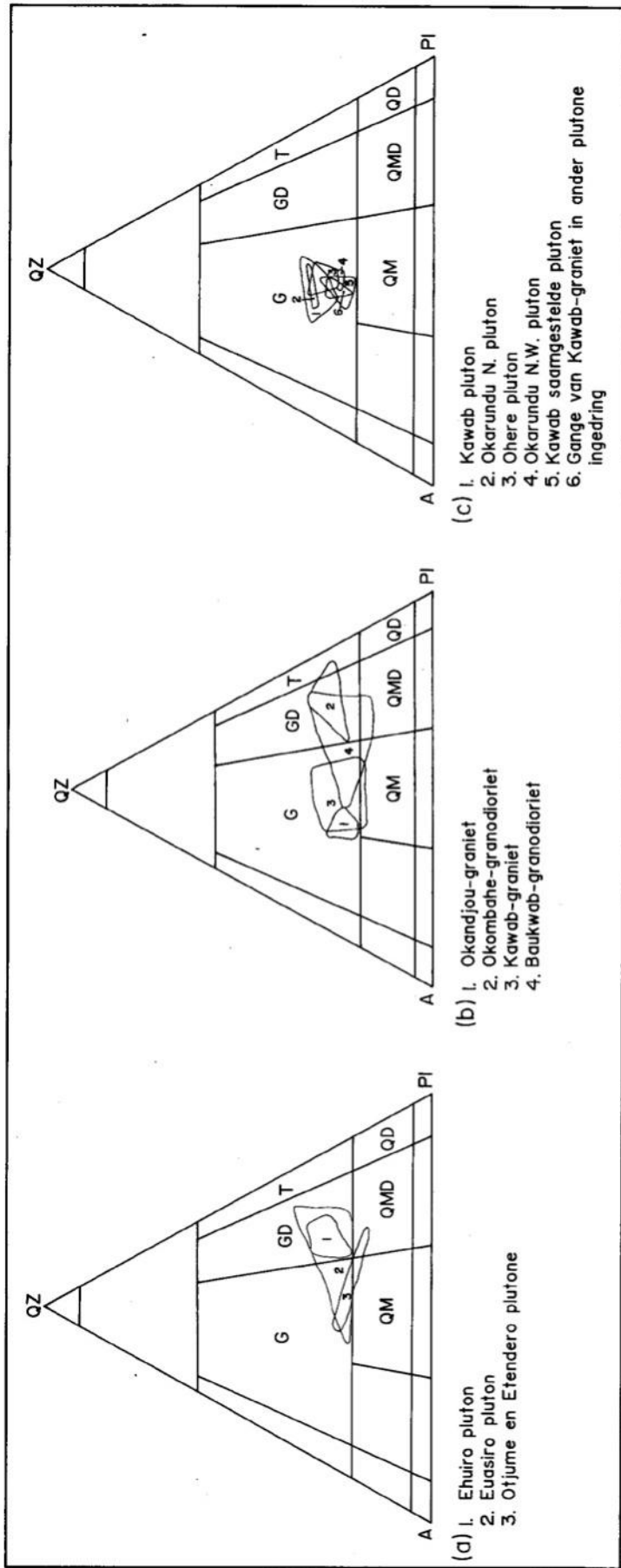


Fig. 5: APQ-diagramme wat aantoon hoe: a. die samestelling van die Baukwab-tipe granodioriet wissel tussen verskillende plutone; b. die leukokratiese en melanokratiese fases van die KSA en die OSA vergelyk; c. konstant die samestelling van die Kawab-graniet in verskillende plutone is.

Die volumetriese samestelling van die Etendero-graniet word in Tabel 2, en die posisie van die graniet op die Streckeisendiagram word in Fig. 4 getoon. Dit is 'n middelkorrelrige leukograniet wat heelwat meer alkalies en minder biotiet-ryk is as die Kawab-mon-

sograniet (Fig. 4).

Op die kontak tussen die pluton en die metasedimente in die nabyheid van groot verskuiwings (Fig. 6b) is die graniet deurdrenk met toermalyn wat of klein neste vorm of as klein kristalletjies in die matriks voorkom.

TABEL 2: Die modalesamestelling van die gesteentes van die Kawab-stollingsassosiasie. Punttellings is gedoen op granietblokke wat in oppervlakte wissel van 6 cm² tot 25 cm². Hoeveelheid tellings (n) is bepaal deur die beskikbare oppervlak.

MONSTER	INTRUSIE	n	K-VELD	PLAG	Qz	Bi	ANDER
503A	BAUKWAB-TYPE GRANODIORIET	590	84	244	128	134	—
503B		570	74	247	132	117	—
511		1 175	226	557	155	237	—
512		723	289	219	163	52	—
514		719	173	294	117	135	—
515		762	181	304	154	123	—
517A		658	233	231	135	59	—
517B		791	211	290	118	172	—
518		809	175	328	121	185	—
519		638	124	309	85	120	—
522		819	133	387	141	158	—
523		718	55	329	209	125	—
526		698	129	307	160	102	—
529		725	232	255	177	61	—
531		551	169	225	131	26	—
532		504	112	243	109	40	—
534		536	129	207	159	41	—
535		628	144	245	147	92	—
536		508	63	256	93	96	—
537		642	176	289	124	53	—
539		627	172	252	149	54	—
544		761	181	337	187	56	—
548		684	99	324	88	173	—
203		835	198	363	199	75	—
218		813	177	339	136	161	—
224		675	220	273	156	26	—
226		574	71	296	142	65	—
230		710	230	204	231	45	—
231		1 035	315	452	202	66	—
232A		837	163	386	164	124	—
233		898	180	390	233	95	—
234		675	129	278	177	91	—
235		631	106	281	169	75	—
236	1 117	237	472	258	150	—	
102A	BAUKWAB-TYPE GRANODIORIET	631	218	223	152	38	—
102		597	110	264	137	86	—
107A		647	76	281	175	115	—
108A		483	77	212	130	64	—
109		646	87	271	159	129	—
111		662	81	307	136	138	—
112		674	123	294	148	109	—
113		617	78	241	120	178	—
pauk		679	99	284	186	110	—
E1		519	123	198	128	70	—
E4		409	136	175	75	25	—
FP2		967	150	424	267	126	—
FP81		1 417	77	714	333	293	—

MONSTER	INTRUSIE	n	K-VELD	PLAG	Qz	Bi	ANDER
501	KAWAB-GRANIET	669	205	250	181	161	10
506		534	215	142	152	25	—
520		525	212	169	110	34	—
521		552	255	169	119	9	—
525A		512	134	218	108	52	—
525B		535	154	225	121	35	—
530		593	176	251	128	38	—
540		563	215	152	165	31	—
541		615	201	202	161	51	—
542		527	163	180	142	42	—
543		614	208	235	138	33	—
545		736	298	175	188	75	—
546		652	271	141	171	69	—
401		560	167	200	150	43	—
403		549	226	189	120	16	—
404		548	238	150	140	20	—
405		404	176	107	65	56	—
406		558	213	194	132	19	—
409		604	262	153	156	33	—
300		584	258	157	149	20	—
331		598	314	138	128	18	—
200		559	223	159	148	29	—
204		505	203	159	110	33	—
208		494	181	160	127	26	—
209		651	255	202	149	45	—
212		469	198	134	113	24	—
215		557	239	134	159	25	—
217		589	219	207	138	25	—
221		657	271	193	168	25	—
223		589	233	170	166	20	—
225	421	184	87	127	23	—	
227A	298	97	98	80	23	—	
229	564	214	175	150	25	—	
100B	368	127	111	106	24	—	
104	517	203	169	127	18	—	
105	577	176	196	161	44	—	
106A	495	161	165	147	—	22	
106B	529	196	157	136	40	—	
110	517	197	184	106	30	—	
115	545	218	136	154	37	—	
116	558	165	185	170	38	—	
OKN1	320	118	86	98	18	—	
FP3	540	180	152	150	58	—	
205	OKONDEKA-GRANIET	472	170	151	123	28	—
FP4		829	335	217	240	37	—
FP12		927	299	245	277	108	—
FP73		959	361	245	264	89	—
FP75		993	390	289	260	54	11
FP95		681	175	233	209	64	—

MONSTER	INTRUSIE	n	K-VELD	PLAG	Qz	Bi	ANDER
533	ETENDERO-GRANJET	493	233	81	118	12	49
FP18 FP23	ONKONGUE-GRANJET	1 175 549	474 170	303 207	311 171	87 —	— 1
FP74 500B	OKAMBORBONGA-KWARTSDIORJET	722 350	193 2	286 294	40 34	203 20	— —

Hier het die graniet ook 'n maaxsel ontwikkel wat gedefineer word deur toermalynneste asook biotiet en toermalyn in die matriks. Die maaxsel strek gemiddeld 057° (Fig. 6a); dit is parallel aan die groot aangrensende verskuiwings. Hierdie fase van die graniet het ook heelwat muskoviet en aile hoofminerale toon interne spanning. Die fase het waarskynlik gevorm tydens 'n grootskaalse uitdamping van boron-ryke vloeistowwe langs die verskuiwingsvlakke. Dit het waarskynlik na-D₃ geskied, aangesien die graniet geen tektoniese maaxsel toon nie en dus 'n na-D₃ intrusie is.

3.3 Okongue-graniet

Die graniet kom redelik wyd verspreid deur die nSS voor en vorm net klein dagsome. Die graniet vorm talle klein alleenstaande koppies soos die geval op Okongue 94 waar dit op die kontak tussen die Etendero-graniet en die omliggende meta-sedimente ingeplaas is (Fig. 6b). Dit is 'n middel- tot fynkorrelrige leukograniet wat op Okongue 94 rooi-pienk verweer. Dit is 'n na-tektoniese graniet.

Die volumetriese samestelling van die Okongue-graniet word in Tabel 2, en die posisie van die graniet op die Streckeisendiagram in Figuur 4, getoon. Die gesteente is gelykrelrig. Die mikroklienkristalle is redelik eievormig terwyl die plagioklaas oneievormig is en geeneen van die kristalle wys interne spanning nie. Die gesteente bevat bykomstig ook biotiet en granaat. Slegs die monsters van Ombu Yotjutundu in Damaraland bevat bykomstig ook ougiet wat gedeeltelik deur amfibool vervang is.

4. OORSPRONG, OUDERDOM EN INPLASING VAN DIE GRANITIESE GESTEENTES

Die laaste Sr-isotoop homogenisasie in die bron gesteentes, waarskynlik gedurende insmelting, was in die geval van die OSA ongeveer 571 M.a. gelede en die van die KSA ongeveer 526 M.a. gelede (Haack *et al.*, 1983). Na aanleiding van hul Rb/Sr ondersoek sluit Haack *et al.* (1983) aile huidige bekende Damara metasedimente en metavulkaniese gesteentes uit as die protoliete van die OSA sowel as yir die KSA. Die kwartsietiese en filitetiese gesteentes van die hoër stratigrafiese vlakke van die Kuisebformasie, waarin die KSA ingedring het, is egter nie deur Haack *et al.* (1983) ondersoek nie en slegs die meer tipiese gesteentes uit die Kuisebformasie is geanaliseer. Winkler (1983) sê egter weer dat enige magmagenese behalwe deur opsmelting van metasedimente nie moontlik blyk te wees nie. Die D¹⁸⁰ teen Sr data van Haack *et al.* (1983) wys egter 'n verskil uit in die protoliete van die OSA en die KSA. In geval van die OSA word veranderde vulkaniese gesteentes en in die geval van die KSA 'n mengsel van vulkaniete en metasedimente as die bran gesteente voorgestel. Die hoër D¹⁸⁰ waardes wys ook dat die granietmagma 'n hersmelte korsmateriaal was en nie 'n manteldifferensiasiat nie.

In albei gevalle het na homogenisasie ongeveer 60 M.a. verloop voordat grootskaalse inplasing geskied het (Haack *et al.*, 1983).

Die inplasing van die OSA was in groot dele van die nSS waarskynlik sterk beheer deur voorafbestaande strukture. Die oudste gedateerde gesteente in die OSA

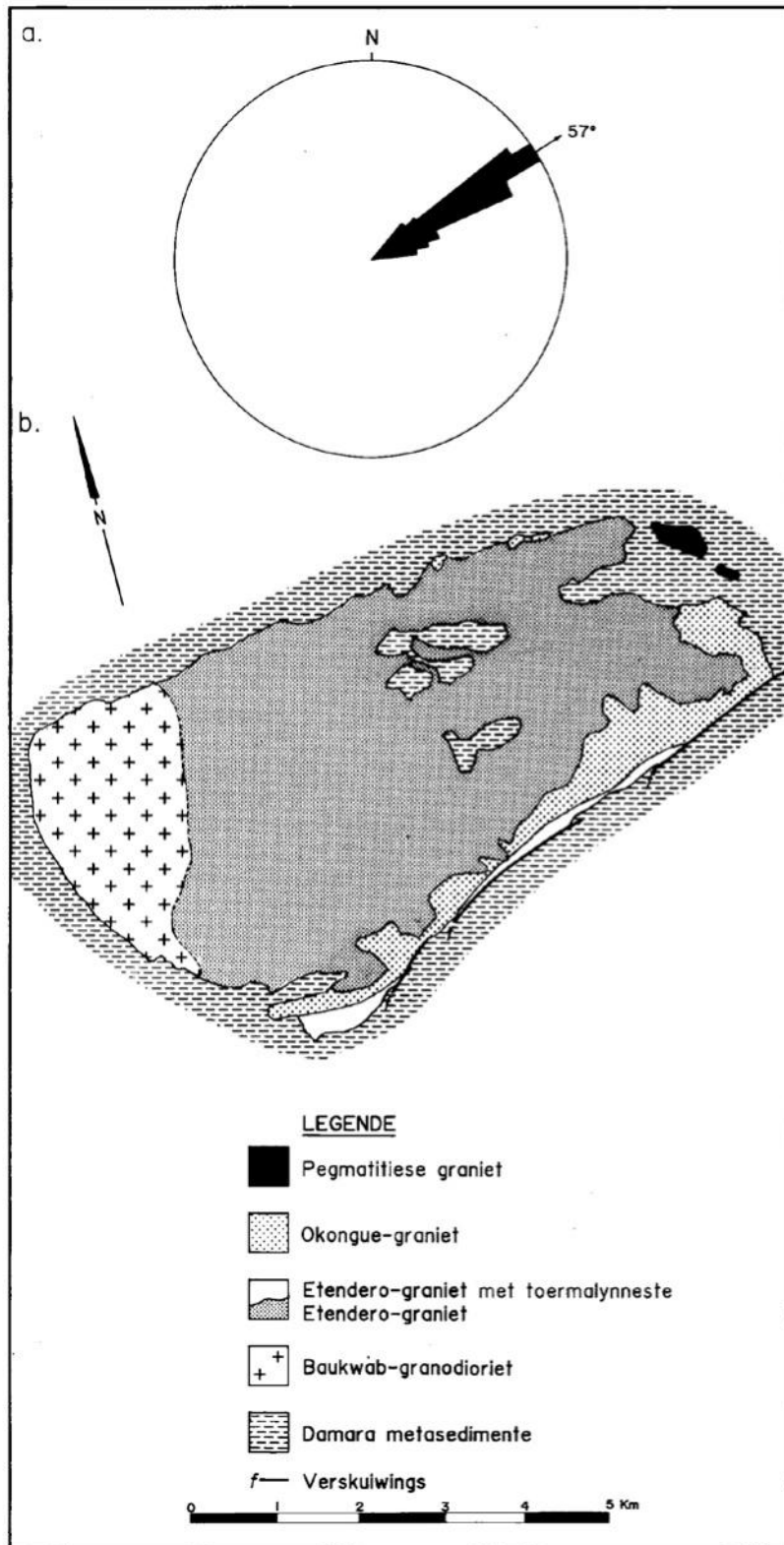


Fig. 6. a. 'n Roosdiagram van die lineasie in die Etendero-graniet op Okongue 94. b. Die Okongue-graniet het op die kontak tussen die Etendero-graniet en die omliggende Damara-metasedimente ingedring.

is die Okombahe-granodioriet (553 ± 22 M.a. - Haack *et al.*, 1980) wat tydens die D_2 -vervorming al in 'n gevorderde stadium van stolling was en dus waarskynlik vroeg na- D_1 ingedring het. Die Okandjou-leukograniet (514 ± 22 M.a. - Haack *et al.*, 1980) is vroeg sin- D_2 ingeplaas en was tydens D_2 nog in 'n vroeë stadium van

stolling. Dit is ook gedurende hierdie tyd dat die piek van metamorfose bereik is.

Progressiewe kristallisatie van die moedermagma het oorspronk gegee aan die reeks gedifferensieerde gesteentes van die KSA. Die Okamborombonga-kwartsdioriet is die oudste gesteente (geen ouderdomsbepaling)

in die KSA en is voor-D₃ ingeplaas. Die samestelling van die gesteente is waarskynlik die naaste aan die samestelling van die moedermagma (en dus ook die protoliet), aangesien dit redelik vinnig opwaarts migreer en ingedring het voordat grootskaalse magmadifferensiasie begin het (fynkorrelig met min en klein eerstelingkristalle).

Hierna het die magmakamer meer stabiel gebly en groot gesoneerde K-veldspaat eerstelingkristalle kon groei en magma-differensiasie kon voortgaan. Die Baukwab-tipe granodioriet (479 ± 22 M.a. - Haack *et al.*, 1980) het hierna ingedring as verskeie groot plutone met verskillende samestellings. Die Ehuiri-, Okombahe- en Euasiro-plutone se samestelling is granodiorities, die Otjume-pluton se samestelling kwartsmonsodiorities en die Kompaneno-pluton se samestelling is kwartsmonsodiorities. Van hierdie groot plutone het na inplasing verder gedifferensieer en het nou 'n granitiese sentrale gedeelte (bv. Ehuiri-pluton). Die Kawabmonsograniet het gevolg (478 ± 22 M.a. - Haack *et al.*, 1980) en heelwat vermenging het tussen die twee migrerende magmas voorgekom soos gesien in die heterogene pluton op Kawab 117. Albei magmas het sin-D₃ ingedring. Hierna het die kwartsryke oorblyfsels van die magma verspreid en in klein hoeveelhede ingedring as die Okondeka-graniet (465 ± 31 M.a. - Haack *et al.*, 1980).

5. GEVOLGTREKKING

Soos blyk uit die bespreking is nog heelwat uit te vind in verband met albei stollingsassosiasies. 'n Omvattende geochemiese ondersoek sal help om die twee stollingsassosiasies beter te kan onderskei en die grens tussen die twee in tyd en samestelling nouer te definieer. Die bestaande definisie van die Orotsaub-monsograniet kan beter ondersoek word met behulp van geochemiese ondersoeke.

Die waarskynlik omgekeerde sonering in die Otjume- en Euasiro-plutone kan verder ondersoek word. Die granitiese buitenste sone van die Otjumeplutoon (kwartsmonsodioriet) kan moontlik net die Kawab-graniet wees wat op die kontakte van die pluton ingedring het; dit blyk egter nie die verklaring vir die samestelling van die Euasiro-plutoon te wees nie. Verdere kartering en 'n geochemiese studie kan moontlik meer lig werp op hierdie probleem.

6. LITERATUURVERWYSIGINGS

Badenhorst, F.P. 1984. 'n Voorlopige verslag oar die geologie van Gebied 2115B in die Distrik Omaruru. Ongepubl. verslag, Geol. Opn. S.W.Afr./Namibië, 17 pp.

Badenhorst, F.P. 1985. *Die Omaruru-lineament*, 'n tek-

toniese grens in die Sentrale Sone van die Damaraorogeen. Ongepubl. verslag, Geol. Opn. S.W.Afr./Namibië, 11 pp.

Botha, P.J. 1978. *Die geologie in die omgewing van die benede-Omarururivier, Suidwes-Afrika*. M.Sc. tesis (ongepubl.), Univ. Oranje Vrystaat, 157 pp.

Brandt, R. 1985. Preliminary report on the stratigraphy of the Damara Sequence and the geology and geochemistry of Damaran granites in an area between Walvis Bay and Karibib. *Communs geol. Surv. S.W.Afr./Namibia*, **1**, 31-43.

Cox, K.G., Bell, J.D. and Pankhurst, R.J. 1979. *The interpretation of igneous rocks*. George Allen and Unwin, London, 450 pp.

Downing, K.N. and Coward, M.P. 1981. The Okahandja Lineament and its significance for Damaran tectonics in Namibia. *Geol. Rdsch.*, **70**, 972-1000.

Haack, U., Gohn, E. and Klein, J.A. 1980. Rb/Sr ages of granitic rocks along the middle reaches of the Omaruru River and the timing of orogenic events in the Damara belt (Namibia). *Contrib. Miner. Petrol.*, **74**, 349-360.

Haack, U. and Martin, H. 1983. Geochronology of the Damara Orogen - A review, p. 839-846. In: Martin, H. and Eder, F.W. (Eds), *Intracontinental Fold Belts: Case studies in the Variscan Belt of Europe and the Damara Belt in Namibia*. Springer Verlag, Berlin, 945 pp.

Haack, U., Hoefs, J. and Gohn, E. 1983. Genesis of Damaran granites in the light of Rb/Sr and D¹⁸O data, p. 847-872. In: Martin, H. and Eder, F.W. (Eds). *Intracontinental Fold Belts: Case studies in the Variscan Belt of Europe and Damara Belt in Namibia*. Springer Verlag, Berlin, 945 pp.

Jacob, R.E. 1974. Geology and metamorphic petrology of part of the Damara Orogen along the lower Swakop River, South West Africa. *Bull. Precamb. Res. - Unit, Univ. Cape Town*, **17**, 201 pp.

Miller, R. McG. 1973. The Salem granite suite, South West Africa: genesis by partial melting of the Khomas schist. *Mem. geol. Surv. S. Afr.*, **64**, 106 pp.

Smith, D.A.M. 1965. The geology of the area around the Khan and Swakop Rivers in South West Africa. *Mem. geol. Surv. S. Afr.*, **3** (SWA series), 113 pp.

Streckeisen, A. 1976. To each plutonic rock its proper name. *Earth Sci. Rev.*, **12**, 1-33.

Watson, N.I. 1982. *Regional geology of areas 2115C And 2115DC*. Unpubl. Rep., Geol. Surv. S.W.Afr., 51 pp.

Winkler, H.G.F. 1983. A survey of granitic rocks of the Damara Orogen and considerations on their orogen, p. 817-838: In: Martin, H. and Eder, F.W. (Eds), *Intracontinental fold belts: studies in the Variscan Belt of Europe and the Damara Belt of Namibia*. Springer Verlag, Berlin, 945 pp.

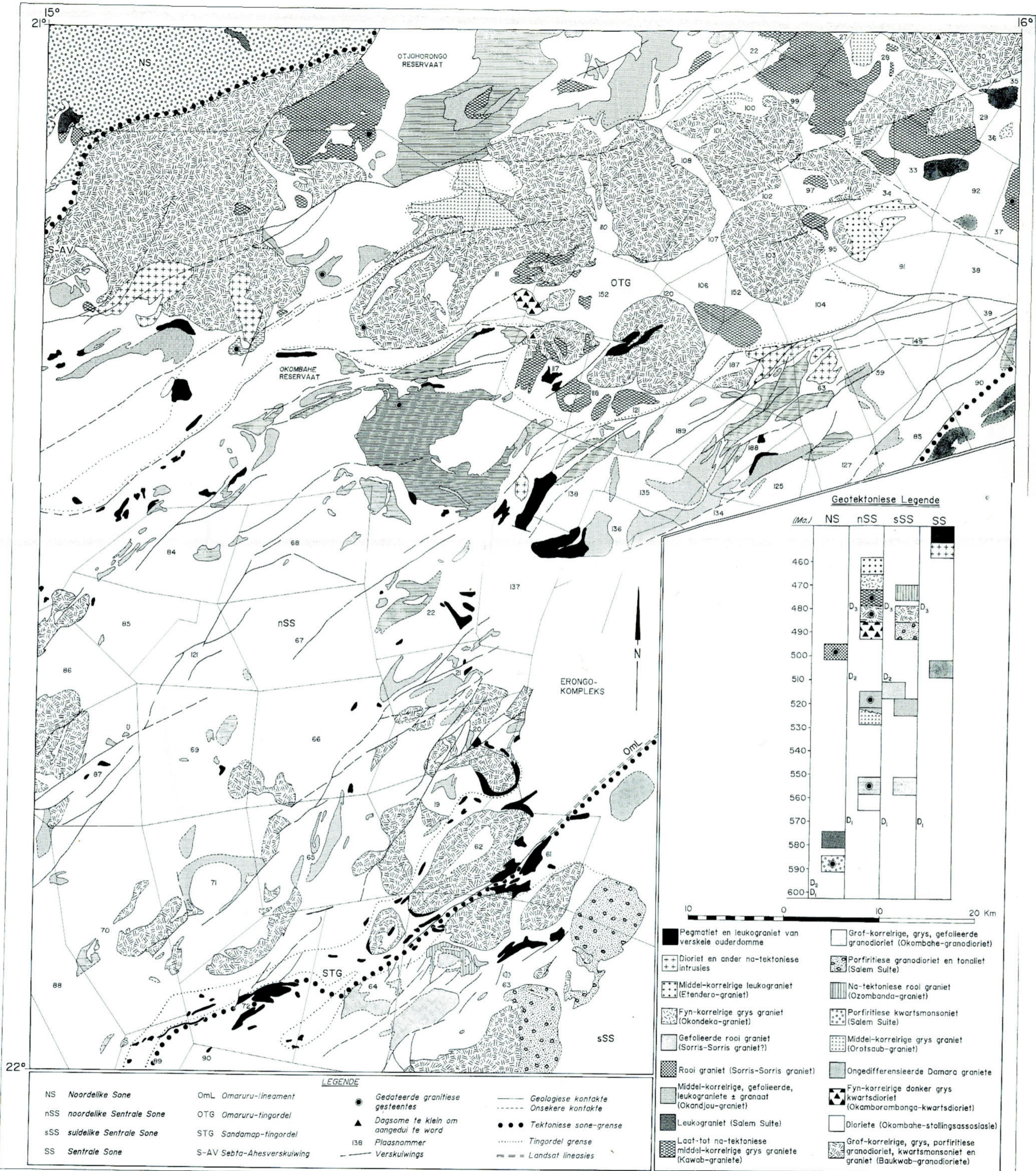


Fig. 2: Granietdagsome in Gebiede 2115A, B en C in die nSS van die Damara-orogeen; saamgestel uit werk gedoen deur Klein (1980), Watson (1982) en die skrywer.