

Navorsingsbriewe

Nuwe insigte oor Kaapvaalse geologie en mineraalbronne spruit uit 'n rigoristiese komontledingsmetode

Ontvang 16 Februarie 1996; aanvaar 23 April 1996

ABSTRACT

New insights into Kaapvaal geology and mineral potential gained from a rigoristic method of basin analysis. Attempts to derive the geohistory of the Kaapvaal Province without a scientifically disciplined methodology incorporating all the relevant events in their correct interactive temporal relationships have led to costly errors. Episodic charts record all other events against a chronostratigraphic column converted from a lithostratigraphic equivalent employing sequence stratigraphic techniques. Geochronometric charts transform the relative sequence so derived into an approximation of real time, by means of isotopic age dating of marker beds. The predictive power of these charts enables both research and mineral exploration to be goal-orientated.

INLEIDING

Onlangse navorsing en ervaring in die metodiek soos op die oliesoektog toegepas, wys dat dit nie moontlik is om die geologiese geskiedenis van 'n gebied soos die Kaapvaal te ontrafel sonder om al die rolspelende gebeure in hulle juiste tydsorde teenoor die stratigrafiese kolom te plaas nie. Al die faktore kan nie in 'n beperkte omgewing gevind word nie, daarom is dit nodig om sover as moontlik lateraal in 'n geologiese provinsie metodies na hulle te soek. Die dissipline van 'n bepaalde prosedure soos in episodiese en geochronometriese tabelle weergegee, is noodsaaklik sodat die daaropvolgende ontledings en interpretasies gebalanseerd bly. Daaronder is reeds duur foute begaan.

METODE

Om geologiese ontwikkeling van enige provinsie van unieke gesteenteopvolgings soos die Kaapvaal korrek te kan ontrafel, moet eerstens probeer word om 'n foutlose verteenwoordigende lithostratigrafiese kolom uit die ongenoegsame gegewens op te stel. Daarna word die kolom chronostratigrafies in afsettings van bepaalde tydperke opgedeel, wat die geochronologiese ekwivalente van die litologiese kolom verteenwoordig. Opeengestapelde afsettingskomme, wat elk 'n versameling van sedimentêre en vulkaniese strata verteenwoordig, is grootskaalse chronostratigrafiese eenhede (figuur 1). Hulle word van mekaar geskei deur periodes van nie-afsetting, erosie en verwydering van ouer afsettings wat lateraal wissel van tydsbestek. Spesifieke aardkragte beheer die afsetting in elke kom, dus kan die veranderlike aardkragte teen die relatiewe tydperke van die komme in korrekte volgorde gekorreleer word.

Indien die ontwikkelingsgeskiedenis gedurende 'n komeleef tyd van belang is, word sy afsetting verdeel in tydsafdelings deur enige onderbrekings in die afsetting, hoe gering ook al, teen die litologie aan te stip.

Vulkaniese komme se voedingsgange en plutoniese wortels, alhoewel gelyktydig, word dikwels elders in die gebied aangetref waar hulle in ouer omgewings dagsom.

Die geologiese gegewens van elke interval word dan gebruik om 'n reeks paleogeografiese kaarte op te stel. Die geologiese geskiedenis kan afgelei word deur die kaarte progressief te interpreteer. Waar onderbrekings van korte duur is, is daar 'n logiese volgorde in die ontwikkeling. Indien nie, moet foute in

die vorige stadiums van ondersoek opgespoor en verbeter word.

Die episodetabel (figuur 1) bestaan sentraal uit 'n oorspronklike lithostratigrafiese kolom wat by onderbrekings in relatiewe tydperiodes omgeskakel is deur 'n opeenvolgingschronostratigrafiese tegniek. In plaas van diktes, stel die grense van onderverdelings nou bepaalde relatiewe ouderdomme voor, daarom maak dit nie saak of die komme in die stapeling (figuur 1) ewe dik lyk nie.

Figuur 1 bevat ook inligting oor die benaderde tye wat aanvaar is as afsettingsouderdomme van merkerlae teenoor hulle posisies, die naam van die kom, sy klassifikasie, en daaruit die tektoniese beheer van die kom. Veranderings in die kragte wat komafsetting beheer het en groot verskuiwings of plooiings tot stand gebring het, verskyn teenoor die korrekte relatiewe tydperke.

Op die paleogeografiese kaarte kan die gelyktydige bewegingsrigtings en posisies van gelyktydige indringings van stolotse aangebring word om die verspreiding van kragte oor die periode te weerspieël. As dit nodig is om die diktes van ouer afsettings te weet om ladingsdruk en paleotemperatuur te skat, kan die lithostratigrafie herstel word. Al die beherende faktore wat lei tot konsentrasies van minerale tydens sedimentasie, tot verskillende vorms van gesteenteveranderings, bewegingspatrone van ertsvormende vloeistowwe en mineraalkonsentrasies in die stollingsgesteentes, word uitgebeeld vir interpretasie deur die ekonomiese geoloog.

Die chronometriese tabel (figuur 2) verteenwoordig 'n poging om die geologiese tyd (geochronologiese ekwivalent) van die chronostratigrafiese kolom vanaf die episodetabel te lyk na 'n lineêre tydskaal. Die radiometriese ouderdomsbepalings wat op geskikte merkers verkry is, is teenoor die tydskaal aangeteken, en bou so die chronometriese skaal benaderd teenoor ouderdom op. Die gemiddelde leeftye van tektonies-beheerde afsettingskomme uit die episodetabel word aanvaar as soortgelyk aan komme van die jongste 500 miljoen jaar. Sodoende word die grenstye van die komme geskat.

Geochronometriese tabelle vorm ook die grondslag van wêreldwye korrelasies met ander geologiese provinsies wat dieselfde periode insluit. Ouderdomme van plutoniese gesteentes blyk die mees betroubare datums te lewer vir sowel regionale as globale korrelasies, en verteenwoordig ook belangrike ankerouderdomme vir die Kaapvaal.

Granitiese gesteentes, net ouers as 3 000 miljoen jaar, vorm die vloer van die Randiese afsettings. Die Bosveldplutone, net ouer as 2 000 miljoen jaar, kom voor na-aan die einde van die

NUWE INSIGTE

Die stelselmatige metode wat hier gebruik word, het belangrike nuwe insigte gelewer wat nog in besonderhede opgevolg moet word.

Van die insigte is dat groot stootskuifblokke tot diep in die Kaapvaal Provinsie voorkom. Mettertyd is die landsoppervlak sodanig deur erosie gelykemaak dat die swak weerstandbiedende verskuiwingsones vandag in valleie onder grondbedekking of deur puin bedek is. Die nie-herkenning van verskuiwings, laterale veranderings in die mate van erosie en in die litologiese voorkoms van die betrokke gesteentelae het moontlik verdere aanleiding daartoe gegee dat die Dominiongroep, die Nsuzegroep en die Pretoriagroep bokant die Magaliesbergformasie, as gevolg van die ondersoek herkorreleer sal moet word.

Die Vredfortkoepel kan, soos vroeër algemeen afgelei is, die produk van stootkragte vanaf verskillende rigtings en tye wees, as die rigtings van kragte wat die afsettingskomme van figuur 1 beheer het, in aanmerking geneem word, en is nie

noodwendig die gevolg van 'n meteoriet wat die aarde getref het nie.

Stollingsgesteentes word verdeel in plutoniese liggame soos dié van die Bosveld, met gange wat die orliggende lawas gevoer het. Baie van die plutone wat die Ventersdorplawas gevoer het, lê tussen die onderliggende ouer granitiese en groenstone in waar hulle regte verwantskap volgens figuur 2 nie herken is nie.

Een ekonomiese vooruitsig is die moontlike ontdekking van nuwe ertsliggame wat met plutone gepaardgaan. 'n Bekende voorbeeld is die fenomenaalryke Bosveldkompleks.

Ten slotte, maar dalk meer belangrik vir die ontwikkeling van stratigrafie en van die plaattektoniese teorie, is dat dit nodig is om sowel plaaslike as internasionale kritici te oortuig dat relatiewe tydverloop uit rotslae sonder fossiele afgelei kan word deur bloot te aanvaar dat alle lae oorspronklik bokant 'n onderbreking in afsetting (erosie), jonger moet wees as al die lae daaronder: 'n oeroue, onaanvegbare redenasiepunt (Pred. 3:11).

Huidige teorieë oor Kaapvaalse ontwikkeling soos opgeteken in die regterkantste chronometriese kolom van figuur 2 sal drasties gewysig moet word. Hulle is nie streng genoeg op die

Benaderde ouderdom Miljarde jare (Ga)	Afsettings-kom (1)	Saamgestelde chronostratotipe kolom	Kom-klassifikasie	Tektoniese beheer	Opmerkings
1.7	Waterberg II		(2)	Afkoeling?	Twee komme (3)
	I		Daling?		
1.85	Soutpans-berg II		(2)	Isostasie?	Twee komme (3)
	I		Daling?		
2.0			Belangrike onderbreking	TSWANA OROGENE	Botsing
2.05	Rooiberg		Vulkanisme opgevolg deur slenkdale	Tussenboogse ineenstorting	Ignimbriete, suurlawas
2.2	Pretoria		Botsings-voorlandkom	Kontinentale botsing	Subduksie na N & W gerig (4)
2.55	Chuniespoort		Sleepgrens-komdaling	Termiese krimpings	Op kontinent en oseaanvloer afgeset
	Pniel A		Vloedbasalte	Hittekol	A=Allanridge
APG (5)	Pniel B		Daling	Termiese krimpings	B=Bothaville
	Hartbees		(2) Daling		'n Lid van Rietgat Formasie
	Rietgat		Skeuring	Korsverlenging	Klastiese wigge en basalte
2.65	Makwassie		Voorland?	NDEBELE (6) OROGENE	Samevoeging? Verkorting
	Kameel-doorns		Slenkdale	Korsverlenging met skeuring	Daling? Klastiese wigge (7)
2.7 (9)	Klipriviers-berg		Vloedbasalte	Sonder skeuring	Vinnige uitvloeiing (8)
2.9	Witwaters-rand		Voorland	SOTHO OROGENE	Samevoeging? Verkorting
	Dominion (10)		?	Verlenging?	Sluit Nsuzze in
3.0			Belangrike Onderbreking	Opheffing	Kratonisasie
>3.0	Verskeie saamgevoegde, gemetamorfiseerde en getektoniseerde korsfragmente wat kristallyne vloergraniete en groenstone omvat				

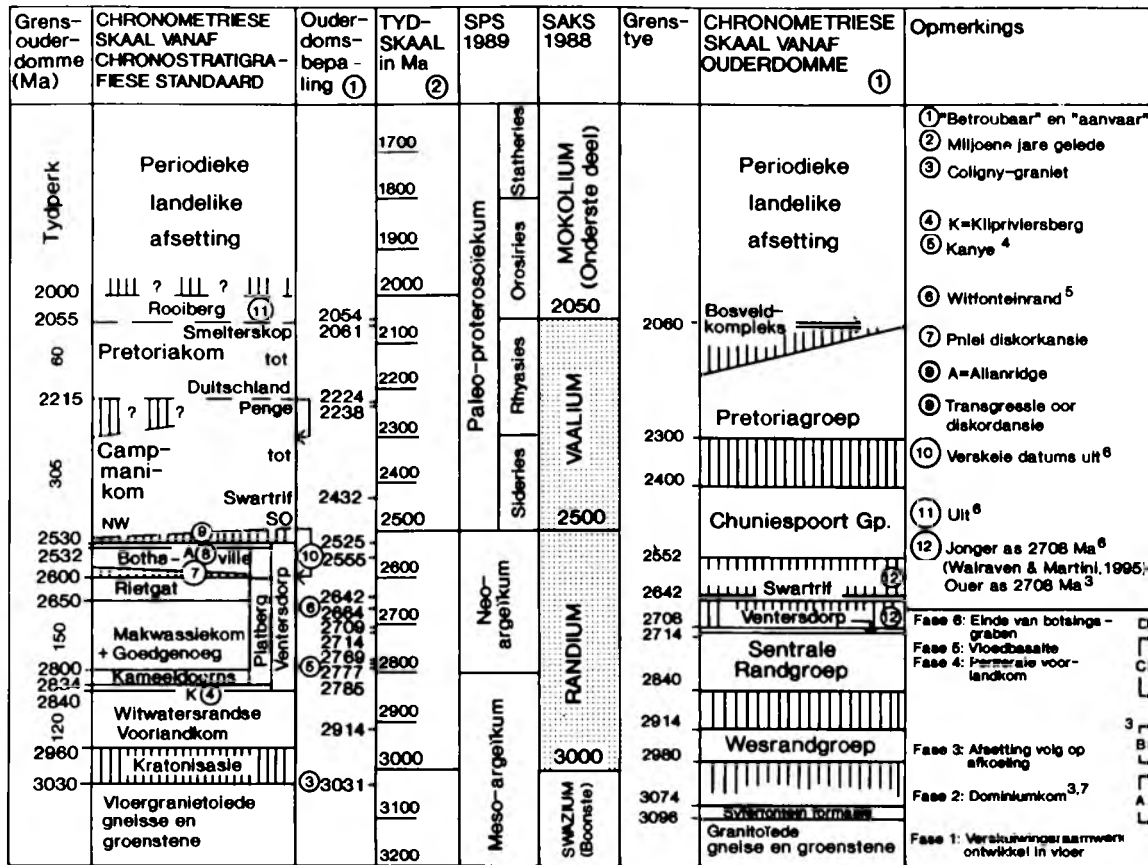
FIGUUR 1: Episodetabel wat teoreties die volledige opeenvolging van afsettings-, erosie- en tektoniese gebeure in die deklae van die Kaapvaal Provinsie in korrekte volgorde weergee. Komstapelings afgelei van die saamgestelde chronostratotipe kolom: afsettingskomme word deur diskordansies geskei. (1) Gelyktydige komme is sintems. (2) Kontinentale of intrakratoniese dalingskomme, moontlik komme tussen wringverskuiwings. (3) Oorvleuel Kaapvaalgrens.¹ (4) Groot skaalse omkeer van sedimentasierigting, bron van buite. (5) APG = Argeies-Proterosoiese Grens.² (6) Alternatief: tussenboogse ineenstorting soos met Rooiberg. (7) Verlengingstempo te stadig vir vulkanisme. (8) Gangswerms akkommodeer korsverlenging. (9) Kontaminasie van Makwassiemateriaal skynbaar ontleed. (10) Dominion- en Nsuzegroep is twyfelagtige eenhede. Ga = miljard jare.

Vaaliese afsettingsperiode. Die opmerklike groepering van sowel plutone as lawas in die middel van die Ventersdorpspe tydperk, 2 785 tot 2 642 miljoen jaar (Ma) gelede, word tans nagevors. Sekere van die ouderdomme verteenwoordig egter nie afsetting nie, maar suggereer dat ander omstandighede geboekstaaf is as wat afgelei is op die regterkantse chronometriese skaal.

Die resultaat van die rangskikking is die naaste aan die ware tydskaal wat die skrywer van die huidige opmetings kan aflei deur 'n rigoristiese metodiek toe te pas. Daarom word die skaal geochronometries genoem. Navorsers van die Fanerosoikum wat dieselfde stappe gevolg het, het chronometriese raamwerke opgestel wat geleidelik verbeter het totdat dit na skatting tans grensfoute van minder as 5% het.

Met herhaalde invoer van inligting en nuwe komanalises behoort die chronometriese skaal al hoe meer die regte tydverloop te benader.

Die suksesvolste petroleumgeologiese ontledings het gevolg op 'n soortgelyke metodiek wat, danksy hierdie aanpassing, nou ook op alle minerale provinsies wat stratigrafies ontleed kan word, toegepas kan word. Ouderdom en gebrek aan fossiele maak geen verskil nie.



FIGUUR 2: Kontras tussen geochronometrie kolom afgelei van "aanvaarde" ouderdomsbepalings en een gebaseer op tydsbestekte van afsettingskomme soos openbaar deur die chronostratigrafiese standaard skaal van die episodetabel, figuur 1. Ge-yk teen 'n tydskaal in miljoene jare (Ma) voor die huidige. Vertikale ornamentering: vermoedelik geen gesteentes verteenwoordig. Internasionale tydsindelings volgens SPS (Subkommissie vir Prekambrise Stratigrafie), en plaaslike volgens SAKS (Suid-Afrikaanse Komitee vir Stratigrafie) bygevoeg.

korrekte stratigrafie en gepaardgaande tektoniese volgorde geskoei nie omdat al die aanleidende gebeure nie in die korrekte tydvolgorde geplaas is nie.

Oormatige klem op een van die faktore wat die geskiedenis en ertsvorming beheer, lewer 'n skewe weergawe van wat gebeur het. Die voorgestelde metodiek waak teen gedeeltelike spesialisasie van 'n navorser. Laastens is dit duidelik dat navorsing oor 'n beperkte gebied in die provinsie nie al die behorende faktore die lig laat sien nie.

Hierdie dien slegs as die bekendstelling van navorsings-artikels wat voorberei word om bostaande implikasies onder andere deeglik te ondersoek.

H. de la R. Winter
Departement Geologie, Randse Afrikaanse
Universiteit, Posbus 524, Aucklandpark, 2006

LITERATUURVERWYSINGS

1. Cheney, E.S., Barton Jr., J.M. & Brandl, G. (1990). Extent and age

of the Soutpansberg sequences of southern Africa, *S.Afr. J. Geol.*, 93, 664-675.

2. Cheney, E.S., Roering, C. & Winter, H. de la R. (1990). The Archean-Proterozoic boundary in the Kaapvaal Province of southern Africa, *Precambrian Res.*, 46, 329-340.

3. Robb, L.J. Davis, D.W. & Kamo, S.L. (1991). Chronological framework for the Witwatersrand Basin and environs: towards a time constrained depositional model, *S. Afr. J. Geol.*, 94, 86-95.

4. Grobler, D.F., Robb, L.J. & Walraven, F. (1994). Volcanology and geochemistry of the Kanye Formation north of Mafikeng, South Africa, *Botswana J. Earth Sciences*, 2, 15-16.

5. Barton Jr., J.M., Blignaut, E., Salmikova, E.B. & Kotov, A.B. (1995). The stratigraphical position of the Buffelsfontein Group based on field relationships and chemical and geochronological data, *S. Afr. J. Geol.*, 93, 664-675.

6. Walraven, F. & Martini, J. (1995). Zircon Pb-evaporation age determinations of the Oak Tree Formation, Chuniespoort Group, Transvaal Sequence: implications for Transvaal-Griqualand West basin correlations, *S. Afr. J. Geol.*, 98, 58-67.

7. Stanistreet, I.G. & McCarthy, T.S. (1991). Changing tectono-sedimentary scenarios relevant to the development of the Late Archean Witwatersrand Basin, *J. Afr. Earth Sci.*, 13, 65-82.