Om den permo-karboniska istiden i Sydafrika

Hj. Sjögren

To cite this article: Hj. Sjögren (1906) Om den permo-karboniska istiden i Sydafrika, Geologiska Föreningen i Stockholm Förhandlingar, 28:2, 113-132, DOI: [10.1080/11035890609445513](https://doi.org/10.1080/11035890609445513)

To link to this article: <http://dx.doi.org/10.1080/11035890609445513>

Published online: 04 Jan 2010.

Submit your article to this journal [↗](#)

Article views: 6

View related articles [↗](#)

Om den permo-karboniska istiden i Sydafrika.

Af

HJ. SJÖGREN.

(Härtill tafl. 4—9).¹

Under det möte, som »British Association for the advancement of Science» sistlidne sommar afhållit i Sydafrika, hade ett antal europeiska geologer tillfälle att på ort och ställe bilda sig en öfvertygelse rörande den sydafrikanska istiden af permo-karbonisk ålder. Icke blott att de nyaste undersökningarna på detta område, belysta af ett öfvertygande åskådningsmaterial, i flera föredrag framlades af de sydafrikanska geologerna, utan dessa hade äfven för sina europeiska kolleger ordnat flera längre, synnerligen lärrika exkursioner till de trakter, där de glaciala bildningarna äro mest utvecklade. Sålunda ledde A. W. ROGERS, chef för Kapkoloniens Geologiska Undersökning, en synnerligen intressant exkursion genom Karroo i södra delen af kolonien, där man hade utmärkta tillfällen att studera de glaciala Dwyka-bildningarna i deras största mäktighet. Dr. G. A. F. MOLENGRAAFF ledde en exkursion till Vryheid-området i nordvästra Natal, där de af honom först beskrifna glaciala bildningarna uppträda i stor mäktighet och under mycket upplysande förhållanden. Tillfälle var äfven beredt att besöka de på sitt sätt klassiska lokalerna Riverton vid Vaalfioden i norra Kapkolonien och Balmoral i Transvaal, där glacialslipadt underlag

¹ Taflorna äro reproduktioner af fotografier, som A. W. ROGERS beredvilligt ställt till förf:s förfogande.

i typisk utbildning är blottadt, hvarjämte äfven under andra exkursioner, t. ex. till Vereeniging på gränsen mellan Orange-River-kolonien och Transvaal, de i Ecce-serien uppträdande rika växtlämningarna (tillhörande den s. k. *Glossopterisfloran*), hvilka här förekomma omedelbart ofvanpå de glaciala aflageringarna, studerades.

Det glaciala fenomenet i Sydafrika erbjuder synnerligen intressanta jämförelsepunkter med de senare glaciala bildningarna af kvartär ålder i norra och södra hemisfären, i det att man hos det förra återfinner nästan alla karakteristiska och väsentliga fenomen, som äro kända från den kvartära istiden. Å andra sidan är det ej tvifvel underkastadt, att många ännu dunkla och outredda omständigheter, som tillhöra den permo-karboniska istiden, skola få sin förklaring i belysningen af vår mera detaljerade kännedom om den oss i tiden så mycket närmare liggande kvartära glaciationen.

Efterföljande framställning grundar sig naturligtvis i hufvudsak på de beskrifningar, som de sydafrikanska geologerna samt de officiella geologiska undersökningarna i Kapkolonien, Natal och Transvaal lämnat; endast några få anmärkningar, grundade på egna iakttagelser, äro tillfogade.¹

Historik.²

De tidigaste iakttagarna af de ifrågavarande bildningarna betraktade dem såsom vulkaniska bergarter. A. WYLEY (1859),

¹ Utom i de ofvan uppräknade områdena hade jag dessutom tillfälle att i Kimberleygrufvan iakttaga de nyligen upptäckta vackert refflade hållarna under Dwyka-moränen.

En typisk blocksamling sammanbragtes under dessa exkursioner jämte prof på det glacialrepade underlaget från Kimberley och Balmoral, hvilket allt öfverlämnats till Riksmuseets samlingar.

² En fullständig redogörelse för utvecklingsgången af uppfattningen rörande dessa glaciala bildningar finnes i Kapkoloniens Ann. Rep. of the Geol. Commission 1899, Cape Town 1900, s. 5—17.

som hade iakttagit Dwyka-konglomeratet i närheten af Prieska, benämnde det »Trap Conglomerate», och A. G. BAIN, i sitt för kännedomen om Sydafrikas geologi grundläggande arbete af år 1856, benämnde det »Claystone-porphyr». Samma uppfattning uttalades äfven af P. C. SUTHERLAND, som i förra hälften af femtiotalet iakttagit denna bildning i Natal och i ett bref till MURCHISON af år 1854 omtalar den såsom »a species of trachyt», under hvilken förekomma refflade och polerade bergarter, ett fenomen som författaren tillskrifver rörelsen i den smälta, vulkaniska bergarten.

Fjorton år senare hade dock SUTHERLAND kommit till en riktigare insikt, som han framlade i sitt arbete: »On the Geology of Natal».¹

På grund af observationer hufvudsakligen i omgifningarna af Maritzburg betecknade han bergarten i fråga såsom »a boulder-clay of Permian age». Kort efteråt blef denna teori understödd af C. L. GRIESBACH (1870), hvilken äfven beskref de ifrågavarande bildningarna i Natal under benämningen »a Boulder Bed».²

Den glaciala uppfattningen understöddes af G. W. STOW, som först iakttog de slipade hållarna vid Riverton, äfvensom af A. SCHENK (1888—89). Den om Sydafrikas geologi så förtjände E. J. DUNN sysselsatte sig med dessa bildningar i flera publikationer från år 1872 till år 1886, i hvilka vid olika tider mycket växlande åskådningar uttalades. Han har förtjänsten af att hafva påvisat identiteten af de så olika utvecklade konglomerat-bildningarna i Karroo och i norra delen af Kap-

¹ Durban 1868. Ett utdrag af det som angår den glaciala bildningen framlades af A. C. RAMSAY för Geol. Soc. i London under titeln: »Notes on an ancient Boulder Clay of Natal». Q. J. G. S. 26: 514, 1870. »The old sandstones which lie immediately beneath the boulder-clay, have their upper surfaces, in many instances, deeply grooved and striated, as if a semiplastic substance, containing hard and angular fragments, had been passed over with considerable pressure.»

² On the Geology of Natal. Q. J. G. S. 27: 53, 1871. »Grooves, quite similar to those in the Alps, occur in great abundance on the Sandstone of the Infumi River, about twenty miles south of Durban.»

kolonien kring Vaal- och Orange-Rivers sammanflöden. DUNN synes visserligen hafva antagit isverkningar vid konglomeratets bildning men dock ej betraktat det som en morän, utan som en glacial driftbildning, aflagrad *in situ* af flytande is. För en besläktad uppfattning gjorde sig äfven A. H. GREEN (1888) till tolk.

E. COHEN, hvilken år 1873 besökte Sydafrika, offentliggjorde först år 1887 sina iakttagelser öfver Dwyka-konglomeratet. Han konstaterar på grund af mikroskopisk undersökning, att detsamma består uteslutande af klastiskt material och ej är någon vulkanisk produkt, hvarken aska eller lava. Han kunde dock ej finna några säkra bevis för ett glacialt bildningssätt.

Ehuru åsikterna om det glaciala ursprunget hos bildningarna ifråga mer och mer vunno terräng, bestreds detsamma dock ännu under 1880- och 90-talen af talrika forskare. M. A. MOULLE kallar år 1885 bergarten för en »brèche mèlaphyrique»; SAWYER (1893) anser den visserligen vara »a sedimentary rock», men hufvudsakligen bestående af vulkanisk aska, och sätter den i samband med »the numerous volcanic pipes in the Karroo».

DRAPER (1896) och HATCH (1898) hafva äfvenledes uttalat liknande åsikter.

MOLENGRAFF hade år 1898 beskrifvit konglomeratet i Vryheid-distriktet och uttalat sig för dess natur af en verklig morän, och från år 1900 har kännedomen om Dwyka-bildningen så väsentligt ökats, särskildt genom arbetena af de officiella geologiska undersökningarna i Kapkolonien, Transvaal och Natal, och bevisen för dess glaciala ursprung hafva sedan dess blifvit så talrika, att man numera kan betrakta denna sak såsom fullt säkerställd, äfven om en del detaljfrågor i samband med bildningssättet ännu äro outredda.¹

¹ Redan år 1900 sammanfattade dåvarande chefen för Kapkoloniens Geologiska Undersökning sin historik af åsikterna om Dwyka-konglomeratets bildningssätt i följande ord: »that the evidence of glacial action in the »Dwyka

Ecce-seriens stratigrafiska läge.

De bildningar, om hvilka det här är fråga, Dwyka- och Ecce-bildningarna, tillhöra det s. k. Karroo-systemet och utgöra äldsta afdelningen af detsamma. Karroo-systemets bergarter intaga den vidsträckta flacka, på högplatån belägna bassin, som innefattar norra delen af Kapkolonien, Orange-River-kolonien, södra delen af Transvaal och västra delarna af Natal. Den geologiska nivå, som Ecce-serien intager, är bestämd genom dess karakteristiska fossila flora. Dwyka-moränen liksom de underliggande lower Ecce-shales äro nästan fossilfria, men upper Ecce-shales innehålla rikligt växtlämnningar, hvilka i Natal och södra Transvaal gifvit upphof till dessa länders produktiva stenkolsflötser. De mest karakteristiska äro flera arter af *Glossopteris*, *Gangamopteris*, *Phyllotheca* m. fl. Hela denna flora tillhör den s. k. *Glossopteris-floran*, hvilken, förutom från Sydafrika, äfven är känd från Indien, Afganistan och Australien, d. v. s. från länderna rundt kring Indiska oceanen. Denna flora har som bekant en helt annan karaktär och utmärker sig genom andra typer än den samtida stenkolsfloran i Europa, Nordamerika o. s. v. Öfverallt där *Glossopteris*-floran är utvecklad, förekommer den tillsammans med glaciala bildningar af ungefär samma beskaffenhet som de i Sydafrika uppträdande Dwyka-bildningarna.

Af Kapkoloniens Geologiska Undersökning skiljas Ecce och Dwyka såsom två olika serier, oaktadt någon diskordans ej finnes dem emellan. I denna uppsats följes däremot det betraktelsesätt, som gjort sig gällande i Transvaal och i Natal att sammanhålla de nämnda serierna såsom en geologisk enhet: Eccaserien. I själfva verket uppträder Dwyka-bildningen såväl i Orange-Riverkolonien som i Transvaal och Natal samt till

Conglomerate has accumulated to such an extent during recent years, that doubt can no longer remain that the rock owes its peculiarities to such action.

en del äfven i Kapkolonien såsom en bädd vid eller nära basen af Eccaserien. Natal's Geologiska Undersökning har till och med förkastat benämningen »Dwyka», hvilket namn dock sedan 1878 har häfd inom den geologiska litteraturen för att beteckna den bildning, som nu allmänt antages hafva tillkommit under glaciala förhållanden.¹

För jämförelsen mellan de olika bildningarna i Kapkolonien, Natal och Transvaal samt deras europeiska ekvivalenter meddelas följande tabell.

		<i>Kapkolonien.</i>	<i>Natal.</i>	<i>Transvaal.</i>
Kvartär		Alluviala sjö- och flodaflogringar; strandvallar; dyner m. m.		
Tertiär . .	Coastal-systemet . .		Nordöstra Zululands tertiär(?)	
Krita . .		Umtamvuna-serien		
Rät	Karro-systemet	Uitenhag-serien		
Permo-Karbon		Stormberg-serien		
		Beaufort-serien		
		Ecca-serien		Ecca-serien
Devon . .	Cape-systemet	Witteberg-serien		
		Bokkeveld-serien		
		Table-Monutain-serien		Waterberg-serien
	Precape-systemet . .	Cango-, Ibiquas- och Keis-serierna		Pretoria-serien
				Dolomit-serien
				Black Reef-serien
				Witwatersrand-serien
				Hospital-Hill-serien
Arkäisk . .		Malmesbury och Namaqualand-serierna m. intrusiva graniter etc.	Barberton- eller Zwaziland-serien med intrusiva graniter o. s. v.	

De horisontala linjerna utmärka diskordanser.

¹ Då emellertid benämningen »konglomerat» är mycket missledande och härstammar från den tid, då man ansåg »Dwyka» vara af vulkaniskt ursprung,

Utbredning och mäktighet.

(Se kartan sid. 120.)

Ecce-seriens bergarter börja vid afrikanska kontinentens sydöstra kust något söder om East London och fortsätta därifrån genom hela södra delen af Kapkolonien ungefär 720 *km* i rakt västlig riktning längs randen af Karroo. Utefter denna sträcka deltaga de i den bergveckning, som gifvit upphof till Zwarteborgen och de därmed parallella bergskedjorna; de äro här flerstädes vertikalt uppresta och förekomma på långa sträckningar fördubblade.

Vid västra gränsen af Karrooplatån göra lagren en skarp böjning åt norr, passera genom Buschmanland till uppemot Orange-River och vända där igen, denna gång mot öster och med allt större och större bredd på utgåendet. De västra och centrala delarna af Orange-Riverkolonien intagas af Ecce-seriens bildningar. Därifrån går gränsen ungefär parallellt med Vaalfloden åt nordost in i Transvaal, hvars södra tredjedel hufvudakligen betäckes af samma bildningar. I Transvaal går den nordliga gränsen för de sammanhängande Ecce-bildningarna ungefär parallellt med Delgoabay-järnvägen mellan Pretoria och Middelburg, men norr om denna linje finnas isolerade uteliggare ända upp i mellersta Transvaal kring Elands- och Olifantrivers föreningspunkt, cirka 150 *km* norr om Johannesburg. Från östra Transvaal sträcka sig samma bildningar åter åt S mot Vryheiddistriktet i Natal, där de äro typiskt och mäktigt utvecklade, samt därifrån åter till

så anser jag lämpligare att icke alls använda benämningen konglomerat i förbindelse med »Dwyka»; blocken ligga alltför oregelmässigt spridda och äro i allmänhet för sparsamma för att bilda ett verkligt konglomerat. Dwykaformationen är lika litet ett konglomerat som vår skandinaviska krosstenslera är det. I stället användes i denna uppsats namnet Dwyka i förbindelse med morän på de ställen, där man har att göra med en otvetydig landaflagring, hvilande på relladt underlag; i fråga om andra ställen, särskildt längs S-gränsen af området, där hela Ecce-serien är utvecklad på annat sätt, kan en mera neutral ordsammansättning, t. ex. Dwyka-bädden eller Dwyka-bildningen, lämpligen komma till användning.

*Karta
öfver
Ecca-seriens
utbredning i Sydafrika.
Det korsade utmärker
Dwyka-bildningarna,
streckningen den öfriga
Ecca-serien.*

kusten. Inom Natal äro de genom erosionen jämförelsevis sönderstyckade, men de förekomma såväl utefter kustbältet som också i randen af platån.

Detta sålunda begränsade område utgör en areal af omkring 650,000 km^2 , hvilket således är den minsta areal, som intagits af de glaciala bildningarna i Sydafrika. Denna areal närmar sig den skandinaviska halföns, hvilken i rundt tal är 739,000 km^2 . Hela området sträcker sig från ungefär 33° sydlig latitud till ofvanför 26:e breddgraden, och de nordligaste uteliggarna äro belägna nästan under södra vändkretsen. Dess längsta utsträckning, som går från sydväst till nordost, utgör ungefär 1,350 km , och största bredden är 640 km .

Att i själfva verket det område, som varit betäckt af glaciala aflagringar, ursprungligen varit vida större, framgår däraf, att det är erosionen, som är bestämmande för de nuvarande gränserna, och icke bildningarnas egen ursprungliga utbredning.

Ecce-seriens bildningar såväl som den däruti ingående Dwyka-moränen hafva en mycket olika mäktighet och visa äfven skilda utvecklingsformer i de olika delarna af detta stora område.

Utefter de södra och östra gränserna är serien utvecklad med en mäktighet af ända till tusen meter, hvaraf bortåt 330 m kommer på Dwyka-moränen. I Prieska-distriktet i nordvästra Kapkolonien ligger Dwyka-moränen horisontalt med en varierande mäktighet, som dock ej öfverstiger 150 m , och i Kimberley-grufvorna representeras den af en omkring 1,5 m mäktig aflagring.

Mot norr och väster aftaga bildningarna regelbundet i mäktighet, så att Ecce-serien i mellersta Transvaal knappast uppnår mera än 100—150 m . Utefter södra gränsen har man såsom äldsta afdelning en tät skiffer eller stundom sandstensartad marin bildning, den s. k. »Lower Ecce Shale». Först därofvanpå kommer Dwyka-moränen, och densamma öfverlagras af »Upper Ecce Shale».

I det södra området ligger »Lower Ecce Shale» konkordant på den näst äldre formationen, Witteberg-serien af Cape-systemet (devonisk). Däremot är det i nordvästra och norra Kapkolonien en påtaglig diskordans mellan de lägsta Ecce-bildningarna och de underliggande bergarterna. Ecce-serien, hvars äldsta led här utgöres af Dwyka-moränen, hvilat, då man går åt norr, successivt på äldre och äldre bildningar, nämligen Bokkeveld- och Tablemountain-serierna af Cape-systemet, sedan på Ibiquos-lagren och så på Namaqualands och Bushmanlands granit. Vid Riverton och i Kimberley-grufvorna hvilar den på amygdaloidisk diabas. Lika växlande är underlaget i Orangeriver-kolonien och södra Transvaal, där moränen, t. ex. vid Vereeniging, ligger på dolomitserien. I centrala Transvaal, mellan Pretoria och Middleburg, hvilar den på Waterberg sandstone, under det att de nordligaste kända, isolerade uteliggarna hvila på Bushvelds eruptiva bergarter. Vid det af MOLENGRAAFF i nordvästra Natal undersökta Vreyheiddistriktet är underlaget den till arkäiska systemet räknade Swaziland-serien. I Natal förekommer Dwyka-moränen på alla nivåer, från hafsytan ända upp till 1,000 *m* höjd, med mycket växlande underlag.

Den här anförda öfversikten visar, att Ecce-serien med dess Dwyka-morän är en konstant bildning, som är utvecklad öfver en stor del af Sydafrika och är alldeles oberoende af de underliggande bildningarna. I själfva verket är det ingen annan af de i Sydafrika uppträdande geologiska horisonterna, som låter följa sig öfver så stora arealer och som kan påvisas på så stora sträckningar genom Kapkolonien, Orange-Riverkolonien, Natal och Transvaal med samma geologiska karaktärer.

Dwyka-moränens petrografiska beskaffenhet.

De glaciala bildningarna träda i dagen uteder gränserna af det sålunda betecknade området, hvilket i stort sedt utgör en stor flack bassin.¹

Vanligen utgöras de af en mörkt grågrön bergart af tät, finkornig eller sandig textur och bestå i hufvudsak af kantiga fragment af kvarts, mikroklin och andra fältspater, de senare ofta fullt friska, med korn af epidot, granat och calcit i mindre mängd. En del af beståndsdelarna äro så finkorniga, att de utgöra ett lerigt material. Grundmassan kan för öfrigt variera och vara af öfvervägande sandig, lerig eller kalkig beskaffenhet. Under mikroskopet visar sig denna grundmassa såsom ett sediment, som undergått en mer eller mindre genomgripande silicifikation och rekristallisering, hvilken är lätt förklarlig i betraktande af bergartens ålder och af att den länge varit begrafven under mäktiga berglager. Den ursprungligen fullt klastiska strukturen har ofta blifvit i hög grad modifierad genom rekristallisation, och detta har på sina ställen gifvit åt bergarten en mer eller mindre kristallinisk beskaffenhet, som förledt tidigare iakttagare att antaga ett eruptivt ursprung för bergarten.

I denna grundmassa förekomma talrika större och mindre block af ett stort antal bergarter, förnämligast kvartsiter, sandstenar, skifferar, dolomit, jaspis, gångkvarts, graniter, gneiser, diabaser, amygdaloidlavor och serpentiner. Blocken äro oregelbundet fördelade i grundmassan, utan någon lagerformig anordning (Se tafl. 4 och 5). Stundom kan förekomsten af vissa slag af bergartsblock vara lokaliserad, så att inom ett område graniterna öfverväga, inom ett annat doleriter eller

¹ Efterföljande beskrifning af Dwyka-bildningarna är hufvudsakligen efter ROGERS: Geol. of Cape Colony, s. 147—172 (1905); MOLENGRAAFF: Geol. of the Transvaal, s. 61—74 (1904) samt efter egna iakttagelser under den under ROGERS ledning gjorda exkursionen genom Karroo i södra Cape Colony och under flera exkursioner N och Ö om Pretoria i Transvaal.

kvartsiter. Blocken variera i storlek och kunna uppgå till flera ton i vikt. Ofta kan man konstatera, att det öfvervägande antalet af blocken hafva ett lokalt ursprung och utgöras af samma bergarter, som bilda moränens underlag eller förekomma anstående norr därom. Sålunda har MELLOR iakttagit, att i området längs Delgoabay-järnvägen öster om Pretoria de flesta blocken bestå af hård, röd kvartsit och konglomerat från Waterberg-sandstenen eller af graniter och andra eruptiver från Bushveld. Söder om Magaliesbergen har den kvartsit, som bildar nämnda bergskedja, bidragit med den öfvervägande delen af blockmaterialet, under det att man däremot vid östra Rand finner en stor mängd block, bestående af hård kvartsit eller Witwatersrands »banket» samt af flinta ur dolomitformationen.¹ Redan DUNN gaf år 1886 ett slående exempel på den lokala karaktären hos Dwyka-moränen, då han påpekade, att densamma Ö om Doornberg Range fullkomligt saknar den gula jaspis och förändrade krokidolit, som väsentligt ingår i dessa kullar, under det att samma morän V om dessa kullar är rikligt uppblandad med nämnda material.²

Medan en del af blocken äro rundade på kanterna, hafva de dock ej den ellipsoidiska form, som tillkommer vanliga rullstenar från floder och hafsstränder; hos ett stort antal af dem kan däremot den karakteristiska form, som är utmärkande för block från en glacial grundmorän, påvisas. De äro stundom facetterade eller planslipade på en eller flera sidor, med mer eller mindre skarpt framträdande refflor på ytorna. Refflorna kunna tillhöra ett eller flera system, som korsä hvarandra, och understundom kunna enstaka djupa, något böjda refflor förekomma.

De refflade blocken, som jag hade tillfälle att insamladels vid Matjesfontain och i trakten af Laingsburg i Kap-

¹ EDW. MELLOR: A Contribution to the Study of the glacial (Dwyka) Conglomerate in the Transvaal. Q. J. Geol. Soc. 61: 685.

² E. J. DUNN. Rep. on a supposed Deposit of Coal etc. Parliamentary paper 1886.

kolonien, dels också vid Vereeniging m. fl. ställen i Transvaal, och som numera införlifvats med Riksmuseets mineralogiska afdelning, likna i alla afseenden sådana block, som förekomma i moränerna från Skandinaviens eller norra Amerikas istid. Och de glaciala karaktärerna hos dem äro så påtagliga, att de icke lämna något tvifvel öppet rörande naturen af den bildning, från hvilken de härstamma.

En afsevärd del af Dwyka-bildningen är helt oskiktad; blocken äro regellöst fördelade i grundmassan, och denna är utan parallellstruktur. På sina ställen kan man dock, mest inom lokala områden, iakttaga skiktning inom grundmassan, hvilken stundom kan bli tydligt utpräglad. Detta kan växla inom rätt små områden, och de skiktade bildningarna synas vara uppkomna i glaciala sjöar. Enär man sålunda är berättigad antaga ett något olika bildningssätt för de skilda varieteterna af Dwyka, kan man hoppas, att vidare undersökningar skola göra det möjligt att särskilja bildningar, som bestå af verkliga grundmoräner, från sådana som afsatts i glaciala sjöar eller af glacialt material, omlagradt genom en norr ut gående marin transgression.

Dwyka-bildningarna hafva i de starkt dislocerade områdena i södra Kapkolonien fått en något annan petrografisk karaktär än i områden med mera orubbadt läge hos berglagren, såsom i norra delen af Kapkolonien och i Transvaal. Ut- efter hela södra gränsen, längs Zwartebergen ända ut till hafvet söder om East London, har Dwyka-bildningen deltagit i den intensiva bergskedjeveckningen. Vid Laingsburg i södra Karroo äro Dwyka-lagren vertikalt uppresta och starkt tryckförskiffrade. Den verkliga lagringen är dock här skönjbar genom en bädd af blockmaterial. Inom denna zon utgöres moränen af en hård, mörkt gråblå bergart, hvari blocken äro så fastväxta, att bergarten, om den sönderslås, spricker lika lätt *genom* en sten som *rundt* densamma. Den ofvan omtalade rekristallisationen af grundmassan är här påtagligast. I de nordliga, mera orubbade aflagringarna är

grundmassan i det hela lösare, och blocken äro icke så fastväxta i densamma. Här (t. ex. norr om Karroo Poort) liknar bergarten fullkomligt en hårdnad moränbädd, och det mera metamorfoserade utseendet förekommer endast i närheten af doleritintrusioner. Det egendomliga fenomenet med parallella trycksprickor (kataklaser) i de inneslutna blocken, hvilka ofta till ett antal af flera tiotal kunna genomsätta ett och samma block, förekommer också vida mera utveckladt i de disloceerade bildningarna än i de horisontala.

Reffladt underlag.

Om likväl Dwyka-formationens glaciala ursprung icke skulle anses säkert ådagalagdt genom dess ofvan beskrifna petrografiska beskaffenhet och uppträdande, så måste hvarje tvifvel falla inför den talrika förekomsten af reffladt underlag, som påvisats på flera ställen, där Dwyka-bildningar af grundmoränbeskaffenhet komma i omedelbar beröring med underlaget. Dessa glaciärslipade hällar äro iakttagna på så många ställen, att det skulle vara öfverflödigt att försöka uppräknat dem alla. Redan för mer än trettio år sedan omtalades dylika från Natal af SUTHERLAND,¹ och under senare tid hafva talrika sådana upptäckts och beskrifvits af DUNN, MOLENGRAAFF och af de officiella geologiska undersökningarna i Kapkolonien och Transvaal.

Vid Jackal's Water i Prieska-distriktet² ligger Dwyka-formationen direkt på en hård kvartsit, tillhörig pre-kapserien, som genom sin motståndskraft mot vittring är synnerligen ägnad att bevara refflingen (Se tafl. 6, 7 och 9). Man

¹ P. C. SUTHERLAND: On the Geology of Natal (South Africa), s. 17, Durban 1868 och Notes on an ancient Boulder Clay of Natal. Q. J. G. S. 26: 514, 1870.

² Angående vidare detaljer rörande Dwyka-bildningarna i trakten af Prieska och Hope Town se ROGERS och SCHWARTZ: The Orange River Ground Moraine. Trans. S. Afr. Phil. Soc., 11: 113, 1900 och Ann. Rep. of Geol. Comm. Cape Colony for 1899.

ser här ett antal rundade och polerade hällar, med utpräglade refflor löpande i riktning NNO—SSV; de norra sidorna af dessa äro tydligen stötsidor, de södra läsidor. Äfven A. SCHENK har beskrifvit refflade hällar från en plats i samma trakt, nära föreningen mellan Orange- och Vaal-River, samt angifver rörelseriktningen till NNO—SSV.¹

Vid Vilet's Kuil i Hope Town-distriktet äro de därstädes uppträdande hårda lavorna af Beer Vley-gruppen slipade och refflade på samma sätt som den nyss nämnda kvartsiten. Äfven här kan en stötsida (den nordliga) väl skiljas från läsidan. (Tafl. 8).

Nära Riverton vid Vaal-floden iakttogos af G. W. STOW redan 1880 synnerligen vackra glaciärslipade hällar af en amygdaloiddiabas.² Denna plats, som är synnerligen lätt tillgänglig från det närbelägna Kimberley, har sedan beskrifvits och afbildats af MOLENGRAAFF,³ hvilken därvid fullkomligt bekräftat Stows tjugu år äldre beskrifning.⁴ MOLENGRAAFF har bestämt riktningen hos refflorna i denna trakt till NO—SV, och som Dwyka-moränen innehåller talrika block af en mycket typisk kvartsporfyr, som finnes anstående NO därom, så kan det ej finnas något tvifvel därom, att ej rörelseriktningen varit NO—SV.

I Vryheid-distriktet i östra Transvaal har MOLENGRAAFF beskrifvit talrika förekomster af slipadt underlag. Dwyka-formationen öfverlagrar här de uppresta veckade och motståndskraftiga leden af Barberton-serien, som af de sydafrikanska geologerna allmänt tilldelas arkaisk ålder. De slipade bergarterna utgöras här mest af kvartsiter, men äfven

¹ Ueber Glacialerscheinungen in Süd-Afrika. Verh. d. 8ten Deutsch. Geogr.-tages in Berlin 1889, s. 153.

² Stows beskrifningar och afbildningar finnas endast i ett posthumt manuskript.

³ Geology of the Transvaal, s. 67—69, 1904.

⁴ Äfven flera af geologerna tillhörande British Association begagnade tillfället att bese denna klassiska lokalitet i samband med besöket i Kimberley Sept. 1905.

af skiffrar och graniter. Rörelseriktningen i Vryheid-distriktet har varit NV till SO.

MOLENGRAAFF framhåller, att man vid alla de af honom iakttagna förekomsterna af slipadt underlag alltid finner Dwyka-moränen anstående *in situ* i omedelbar närhet, och refflorna äro tydligast och skarpast, där den underliggande bergarten just håller på att genom erosion och förvittring blöttläggas från Dwyka-bildningen. Den täta omväxlingen af hetta och köld, som utmärker det afrikanska klimatet, förorsakar en hastig förstöring af ytan af alla exponerade bergarter.

Vid den geologiska undersökningen af Transvaal har på senare åren flera förekomster af reffladt underlag upptäckts och beskrifvits från trakten Ö om Pretoria, t. ex. vid Elands-river Station samt på båda sidor om järnvägen till Delgoa Bay vid stationen Balmoral.¹

Den noggranna bestämningen af rörelseriktningen inom detta distrikt, med en utbredning af ungefär 750 kvadratkilometer, har gifvit vid handen, att densamma på nio observationspunkter varierar mellan S 28° Ö och S 43° Ö, alltså med 15°; på ett tionde observationsställe, beläget något från de öfriga, bestämdes riktningen till S 18° Ö.

I Natal har, såsom redan förut nämnts, såväl GRIESBACH som också SUTHERLAND iakttagit glacialrefflade berghällar vid Infumi-floden och andra ställen, utan att dock bestämdt uttala sig angående rörelseriktningen. Vidare hafva dylika refflade hällar af Table-mountain sandstone beskrifvits och afbildats af Dr. W. ANDERSSON från Victoria County, Natal.² Rörelseriktningen synes där hafva varit från V till Ö.³

¹ E. T. MELLOR: On some glaciated land-surfaces occurring in the District between Pretoria and Balmoral. Trans. Geol. Soc. S. Africa, Vol. 7: 18, 1904 samt A Contribution to the Study of the Glacial (Dwyka) Conglomerate in the Transvaal. Q. J. G. S. 61: 679, 1905. Vidare Ann. Rep. Geol. Surv. of the Transvaal for 1904.

² First Rep. of the Geol. Surv. of Natal and Zululand 1902, s. 89, tafl. 6 och 7.

³ Själfr har jag varit i tillfälle att iakttaga synnerligen vackra och typiskt utbildade refflade ytor af amygdaloid-lava dels i Kimberley-grufvan, på

Sammanfattning.

De i det föregående anförda grunderna för antagandet af ett glacialt ursprung för Dwyka-bildningarna kunna sammanfattas på följande sätt:¹

a) Uppträdandet af glaciärslipadt underlag af alldeles samma beskaffenhet som i de länder, hvilka varit underkastade en kvartär nedisning. Sådant har påvisats på talrika ställen, där Dwyka-bildningar af grundmorännatur hvila direkt på äldre bildningar och där Dwyka-bildningen har karaktären af en landbildning och icke skiljes från det äldre underlaget af några sedimentära bildningar. Det glaciärslipade underlaget förekommer således hufvudsakligast i norra delen af Kapkolonien, i Transvaal och i Natal, men saknas i södra Kapkolonien.

b) Dwyka-moränen öfverensstämmer helt och hållet med de kvartära moränerna såväl till sin grundmassa som ock med afseende på den karakteristiska formen, utseendet och fördelningen af de slipade stenar och block, på hvilka den är så rik. Blockmaterialet utgör till sin sammansättning en blandning af lokala och främmande bergarter. En del af blocken hafva en sådan form, som icke kan åstadkommas af någon annan känd geologisk faktor än glaciationen, under det att andra bära spår af att hafva blifvit bearbetade i rinnande vatten eller af vågsvallet.

c) Omväxlande skiktade och oskiktade bildningar förekomma i Ecce-serien liksom i öfriga kända glaciala aflagringar. De oskiktade representera grundmoränen, de skiktade äro däremot bildade i floder från den smältande isen eller i det omgifvande hafvet. Det är tydligt, att de skiktade aflagringarna skola mot centrum och i det hela i det inre af

en afvägning af 102,5 m, dels äfven i det nyss omnämnda området Ö om Pretoria på Waterberg sandstone, och har jag hemfört prof från båda dessa förekomster till Riksmuseets mineralogiska afdelning.

¹ Jfr härmed MOLENGRAAFF: Geology of the Transvaal, s. 65—73, 1904.

den isbetäckta arealen förekomma jämförelsevis sparsamt, under det att desamma kunna väntas tilltaga både i utsträckning och mäktighet mot områdets utkanter, så att de därstädes dominera öfver den oskiktade moränen. Detta är just hvad som kan iakttagas hos Ecce-seriens bildningar, hvilka i södra delen af området till stor del äro utbildade som en fin, mer eller mindre oskiktad lera utan karaktär af grundmorän. Sådana aflagringar, som äro afsatta ur vattendrag med glacialt ursprung, utmärka sig också därigenom, att materialet utgöres af ett fint slam, bildadt genom glaciationens afslipande verkan. Förekomsten af spridda block, stundom af betydlig storlek, i dessa mer eller mindre skiktade bildningar förklaras bäst såsom nedfallna från kringsimmande isberg.

Äfven förekomsten af »contorted drift» har iakttagits i Ecce-serien och gör öfverensstämmelsen med de glaciala bildningarna af kvartär ålder ännu större.

d) Materialet i de skiktade Ecce-bildningarna (upper and lower Ecce-shale) öfverensstämmer på det närmaste med grundmassan i Dwyka-moränen; det utgöres af ett fint slammateriäl, som tydligen afsatts antingen i sjöar i moränlandskapet eller i det glaciala hafvet utanför det glacierade landområdet.

e) Endast den glaciala teorien kan nöjaktigt förklara de till Ecce-serien hörande bildningarnas egendomliga uppträdande. Ingen hafsaflagring skulle kunna förekomma på så olika topografiska nivåer och dock i normalt läge, utan att förkastningar ingripit, såsom fallet är med Dwyka-moränen t. ex. i Natal. Endast en landbildning, som transporterats af is, kan afsättas på så olika höjdlägen. Härmed öfverensstämman också de stora variationerna i mäktighet, som Dwyka-moränen visar; detta är däremot lätt förklarligt, om man tager hänsyn till den erosion, som en landbildning sådan som en morän underkastas af de från landisen utströmmande vattnen, medan istäcket drager sig tillbaka.

I det hela kan man säga, att endast den glaciala teorien förklarar egendomligheterna vid Ecce-bildningarna, men att denna teori äfven synes förklara dem fullständigt, och att det således kan anses fastslaget, att en landis af samma slag som den Grönländska och den, som under kvartär tid betäckte norra delen af Europa, och med en utsträckning, som är fullt jämförlig med dessa under permo-karboniska tiden, betäckt större delen af Sydafrika, och att den rört sig från ekvatorn söder ut.

Äldre glaciala bildningar i Sydafrika.

Det torde i detta sammanhang böra erinras därom, att A. W. ROGERS beskrefvit förekomsten vid Pakhuis-passet i Kapkolonien, ungefär 215 km N om Kapstaden, af ett konglomeratlager med facetterade och refflade stenar, förekommande i en bädd af grönbrun »mudstone», inlagrad i Tablemountain-seriens vanliga kvartsiter och sandstenar.¹ Han betraktar visserligen denna bildning såsom af glacialt ursprung men anser, att den är afsatt i vatten, och att de repade stenarna nedfallit från simmande isberg. Bildningen synes sålunda, i hvad man hittills känner om densamma, endast kunna åberopas som bevis för tillvaron af glaciärer af kanske mera lokal karaktär, men icke för en landis äfven under denna period. Då emellertid glaciärer, för att gå ned till hafsytans nivå — och på annat sätt torde icke kringförandet af glacialrefflade stenar kunna förklaras — förutsätta andra klimatiska förhållanden än de, som nu på jordytan äro rådande på 32° sydlig bredd, så utgör äfven denna intressanta iakttagelse ett viktigt led i det bevismaterial, som måste tagas i betraktande vid afgörandet

¹ A. W. ROGERS: Ann. Rep. Geol. Com. Cape Colony 1900, s. 79 samt On a glacial Conglomerate in the Table Mountain sandstone. Trans. S. Afr. Phil. Soc. 11: 236, 1902.

af frågan, huru de sydafrikanska glaciala bildningarna skola förklaras.¹

¹ Det är förf:s afsikt att i anslutning till ofvanstående uppsats gifva en öfversiktlig framställning af det permo-karboniska glacialfenomenet äfven i Indien, Australien o. s. v.

T A F L A 4.

Tafla 4.

Dwyka-morän vid Prieska i norra Kapkolonien.

Foto. o. tr. J. Cederquists Anst. Sthlm

T A F L A 5.

Tafla 5.

Dwyka-morān vid Prieska i norra Kapkolonien.

Foto. o. fr. J. Cederquists Anst. Sthlm.

T A F L A 6.

Tafla 6.

**Glacialslipadt underlag af kvartsit tillhörig pre-kapsystemet vid Jackals
Water nära Prieska i norra Kapkolonien.**

Auto. o. tr. J. Cederquists Anst. Sthlm

T A F L A. 7.

Tafla 7.

Glacialslipaðt underlag af kvartsit tilhörig pre-kapsystemet við Jackals
Water nära Prieska i norra Kapkolonien.

Auto. o. tr. J. Cederquiſts Anst. Schlm.

T A F L A 8.

Tafla 8.

**Glacialslipadt underlag af felsitisk lava vid Vilet's Kuil nära Hope Town
i Kapkolonien; Dwyka-moränen är anstående i bakgrunden.**

Auto. o. tr. J. Cedersquist Anst. Sthlm.

T A F L A 9.

Tafla 9.

Dwyka-morän öfverlagrande glacialslipade hällar af kvartsit vid Jackals
Water nära Prieska i Kapkolonien.

Auto. o. tr. J. Cederquists Anst. Sthlm.