

13. Das südafrikanische Dwyka-Konglomerat.

Von Herrn E. PHILIPPI in Berlin.

Hierzu Taf. XXIV—XXVII.

Einleitung.

Die Zeit für geologische Pionier-Arbeit ist in Südafrika endgültig vorüber. Landesuntersuchungen sind in Kapstadt und Pretoria am Werk, nach Johannesburg hat die Goldindustrie eine Anzahl hervorragender Gelehrter gerufen und selbst in dem entlegenen Buluwayo sind dauernd Fachleute an der Arbeit. Unter diesen Umständen darf der europäische Geologe, der einige Monate lang das Land bereist, nicht mehr auf Entdeckungen hoffen, welche für die südafrikanische Geologie von grundlegender Bedeutung sind. Wohl aber bieten ihm die verbesserten Verkehrsverhältnisse die Möglichkeit, in verhältnismäßig kurzer Zeit einen Überblick über die geologischen Verhältnisse zu gewinnen, wie er sich den früheren Reisenden erst nach langjähriger Tätigkeit erschloß.

Naturgemäß wendet sich das Interesse der südafrikanischen Geologen vielfach in erster Linie Aufgaben der praktischen Geologie zu. Daß dadurch der Sinn für rein wissenschaftliche Fragen nicht abgestumpft wird, zeigt aber der Eifer, der von allen Seiten dem merkwürdigen Problem der jungpaläozoischen Vereisung entgegengebracht wird. Keine andere theoretische Frage hat so lebhaft Diskussionen hervorgerufen und keine übt auf den europäischen Reisenden einen so faszinierenden Reiz aus wie diese.

Bekanntlich sind jungmesozoische und tertiäre Sedimente im Innern Südafrikas bisher noch nicht nachgewiesen worden. Die jüngsten Schichtgesteine gehören dem älteren Mesozoicum und jüngsten Paläozoicum an und stellen ein mächtiges und weit verbreitetes System von kontinentalen Bildungen dar, welche man als die Karru-Formation zusammenzufassen pflegt. Diese ruht sehr verschiedenen Gesteinen auf, im allgemeinen älteren im Norden, jüngeren im Süden, fast immer aber tritt an ihrer Basis ein sehr eigentümliches Konglomerat auf, für welches sich der Name „Dwyka-Konglomerat“ eingebürgert hat. Der glaciale Ursprung dieses Dwyka-Konglomerates ist es, der den Gegenstand der nachfolgenden Zeilen bilden soll.

1. Geschichtlicher Überblick.¹⁾

Zum erstenmale wird das Dwyka-Konglomerat in einem Briefe SUTHERLANDS²⁾ an MURCHISON im Jahre 1854 aus Natal erwähnt; er spricht es für eine Art von Trachyt an und glaubt daher die Schrammen auf seiner Unterlage, die ihm schon damals bekannt waren, auf die Bewegung der fließenden Lava zurückführen zu müssen. Auch BAIN³⁾, der wenige Jahre später das gleiche Gestein aus der südlichen Kap-Kolonie beschreibt, hält es für eruptiv und bezeichnet es als einen Felsit-Porphyr (claystone porphyry). WYLEY sieht es im Jahre 1859 als vulkanisches Agglomerat (trap conglomerate) an, und diese Ansicht hat sich bei einzelnen Forschern bis in neuere Zeit mit großer Zähigkeit erhalten.

Neue Bahnen betrat wiederum SUTHERLAND⁴⁾, als er 14 Jahre nach seiner ersten Mitteilung das fragliche Konglomerat für glacial und sein Alter für permisch erklärte; ihm schloß sich in Natal GRIESBACH⁵⁾ an. STOW⁶⁾ beschrieb ähnliche Konglomerate aus Griqualand West; zu seiner Annahme einer jungen Vereisung Südafrikas führten ihn aber nicht diese, sondern Oberflächenbildungen in den südöstlichen Teilen der Kap-Kolonie.

Auf DUNNS⁷⁾ geologischer Karte werden in der ersten Auflage ein augenscheinlich diluviales „Glacialkonglomerat“ im Norden der Kap-Kolonie und ein paläozoisches „Trappkonglomerat“ im Süden ausgeschieden; in der zweiten Auflage⁸⁾ bezeichnet er die Konglomerate im Süden und Westen der Karru ebenso wie die Natals als Dwyka-Konglomerat, hält aber im übrigen an der Deutung der ersten Auflage fest. Erst später vereinigt DUNN⁹⁾ die nördlichen wie die südlichen Konglomerate, stellt sie an die

¹⁾ Eine recht ausführliche Übersicht des bis dahin über das Dwyka-Konglomerat Bekannten gibt der „Annual Report of the Geological Commission, Cape of Good Hope 1899 S. 4—29.

²⁾ Notes on the Geology of Natal. Quart. Journ. Geol. Soc. 11. 1855 S. 465—68.

³⁾ On the Geology of South Africa, Trans. geol. Soc. (2.) 7. 1856 S. 53—59. Ebenda S. 175—192.

⁴⁾ On the Geology of Natal. Durban 1868, auch Quart. Journ. Geol. Soc. 26. 1870, S. 514—516.

⁵⁾ On the Geology of Natal in South Africa. Quart. Journ. Geol. Soc. 27. 1871, S. 58.

⁶⁾ Geological Notes upon Griqualand West. Ebenda. 30. 1894, S. 581—680.

⁷⁾ Geological Sketch Map of Cape Colony. London. Stanford. 1874.

⁸⁾ Ebenda 1875.

⁹⁾ Report on a supposed extensive deposit of coal underlying the central districts of the Colony. Capetown 1886 und dritte Auflage seiner Karte, 1887.

Basis der Karruformation und spricht sich für ihren glacialen Ursprung aus.

Eine sehr sorgfältige Besprechung der älteren Literatur gibt im Jahre 1888 STAPFF¹⁾; er kommt dabei zu eigentümlichen Schlüssen. Nach ihm sollen bisher zwei Arten von Erscheinungen miteinander verwechselt worden sein. Erstens reine Oberflächenerscheinungen, zu denen die Geschiebe mit echter Glacial-schrammung und die gekritzten Felsoberflächen gehören. Sie seien auf antarktische Eisberge, weniger auf lokale Vereisungsvorgänge zurückzuführen. Alle diese Ereignisse fallen nach ihm in die Diluvialzeit; der Boden Südafrikas habe damals 3000 Fuß tiefer gelegen als heute. Das echte Dwyka-Konglomerat aber sei karbon; bei ihm handele es sich lediglich um pseudoglaciale Erscheinungen, wie sie auch andere Konglomerate aufwiesen.

Die Ansicht, daß bei Prince Albert und Matjesfontein die Oberflächengerölle eine andere Entstehung hätten, als das Dwyka-Konglomerat, aus dem man sie an jedem Aufschluß auswittern sieht, ist gänzlich unhaltbar. Hätte STAPFF die dortigen Verhältnisse mit eigenen Augen gesehen, so hätte er das wohl nie behauptet. SCHENCK hat diese merkwürdige Auffassung auf Grund seiner eigenen Beobachtungen bekämpft, und die neueren Arbeiten haben zur Genüge ihre völlige Unhaltbarkeit dargetan.

Obwohl COHEN²⁾ nachwies, daß die Grundmasse des Dwyka-Konglomerates nicht vulkanischer, sondern ausschließlich klastischer Natur wäre, und obwohl SCHENCK³⁾ mit starken Gründen für den glacialen Ursprung dieser Ablagerungen eintrat, hat es bis in die neueste Zeit hinein nicht an Gegnern dieser Auffassung gefehlt. Sowohl SAWYER⁴⁾ wie noch später HATCH⁵⁾ haben den vulkanischen Ursprung der Konglomerate für wahrscheinlicher gehalten. Am wenigsten haltbar erscheint GREENS⁶⁾ Auffassung, welcher augenscheinlich auf Grund unvollständiger Feldbeobachtungen in dem „Dwyka“ ein Strandkonglomerat erblicken wollte.

Neue Impulse erhielt die „Dwyka-Frage“ in den 90er

1) Das „glaciale“ Dwykakonglomerat Südafrikas. Naturwiss. Wochenschrift 3. 1888, S. 97 ff.

2) Geognostisch-petrographische Skizzen aus Süd-Afrika II. Die Karroformation etc. N. Jahrb. f. Min. Beil.-Bd. 5. 1887, S. 196 bis 274.

3) Über Glacialerscheinungen in Süd-Afrika. Verh. d. VIII. Deutschen Geographentages in Berlin. Berlin 1889, S. 145—161.

4) Report upon the Geology and Mineral Resources of the Division of Prince Albert and surrounding districts. Cape Town 1893, S. 4.

5) A Geological Survey of the Witwaterstrand etc. Quart. Journ. Geol. Soc. 44. London 1898, S. 94.

6) A contribution to the Geology and physical Geography of the Cape Colony. Quart. Journ. Geol. Soc. 46. 1888, S. 239—270.

Jahren des vorigen Jahrhunderts. 1893 konnte SCHMEISSER¹⁾ das Konglomerat auch im südlichen Transvaal nachweisen, wo die Karruschichten bisher zu Unrecht für Stormberg Beds gehalten worden waren.

Seit dem Jahre 1896 haben besonders die Untersuchungen MOLENGRAAFFS²⁾ im südöstlichen Transvaal und die Aufnahmen der Kap-Geologen ROGERS und SCHWARZ³⁾ am Süd- und Westrande der Karru und am Oranjefflusse so viel neues Material geliefert und so überzeugende Beweise für den glacialen Ursprung des Dwyka-Konglomerates beigebracht, daß unter den südafrikanischen Geologen die Zweifel verstummt sind. Wohl aber dürfte es außerhalb Südafrikas noch manchen Geologen geben, für den der glaciale Ursprung des Dwyka-Konglomerates noch durchaus nicht feststeht. Aus diesem Grunde halte ich es nicht für ganz überflüssig, die Eindrücke wiederzugeben, welche ich an verschiedenen Punkten Südafrikas erhalten habe. Ich muß dabei betonen, daß ich weder neue Fundstellen entdeckt noch an den alten wesentlich neue Dinge beobachtet habe. Meine Darstellung trägt daher mehr den Charakter eines durch eigene Anschauung unterstützten Referates als den einer selbständigen wissenschaftlichen Untersuchung. Ich habe aber geglaubt, mich nicht lediglich auf die Beschreibung der Örtlichkeiten beschränken zu sollen, die ich persönlich besucht habe, sondern habe alles mir bekannte Material zusammengetragen, soweit ich es für wichtig und einwandfrei halten durfte.

2. Geographische Verbreitung.

Die geographische Verbreitung des Dwyka-Konglomerats kann in großen Zügen als bekannt gelten, soweit die Kap Kolonie,⁴⁾ Natal und das südliche Transvaal in Frage kommen. Ob aber

¹⁾ Über Vorkommen und Gewinnung der nutzbaren Mineralien in der südafrikanischen Republik. Berlin 1894, S. 66.

²⁾ The Glacial Origin of the Dwyka Conglomerate Transact. Geol. Soc S. Africa 4. 1898, S. 103.

³⁾ In den Annual Reports of the Geological Commission Cape of Good Hope. Seit 1896.

⁴⁾ Noch bis vor kurzer Zeit glaubten vorsichtige Forscher, die Konglomerate der Vaal- und Oranje-Gegend als Glacialkonglomerat oder Vaalkonglomerat vom Dwykakonglomerat am Rande der großen Karru unterscheiden zu müssen, da die Identität beider Ablagerungen, obgleich sehr wahrscheinlich, doch noch nicht sicher nachgewiesen war. Neuerdings ist aber durch die Aufnahmen der Kap Survey der Übergang aus der einen in die andere Bildung im Distrikte Calvinia nachgewiesen worden, sodaß man für alle Konglomerate an der Basis der Karruformation eine einheitliche Bezeichnung gebrauchen darf. Ich wähle dafür den Namen Dwyka-Konglomerat, der sich am meisten eingebürgert hat und nichts über die Entstehungsweise aussagt; der Kürze wegen schreibe ich meist „das Dwyka“.

nördlich vom 25⁰ s. Br., d. h. im nördlichen Transvaal, in Betschuana-Land und im südlichen Rhodesia Dwyka-Konglomerat auftritt oder ob man eines der von dort bekannten Gesteine als sein Äquivalent ansehen darf, das ist noch eine völlig offene Frage.

Da das Dwyka den untersten Schichtenkomplex der Karruformation bildet, so müßte es überall dort zu Tage treten, wo diese älteren Gesteinen auflagert. Mit anderen Worten: Das Dwyka müßte um das gewaltige Areal, welches die Karruformation im Innern des außertropischen Südafrikas einnimmt, einen Ring bilden, der nur dort eine Unterbrechung erleidet, wo südlich vom St. Johns-Fluß höhere Schichten der Karruformation an das Gestade des Indischen Ozeans herantreten. Tatsächlich ist aber die Verbreitung des Dwyka keine so gesetzmäßige, denn wir sehen es am Nordrande des großen Karrukomplexes, im südlichen Transvaal und im nordwestlichen Freistaat, auf weite Strecken von den Karten nicht verzeichnet. Am Nordrande des Hoogeveldes scheint dies darin seinen Grund zu haben, daß höhere Schichten des Karrusystems übergreifend lagern und daher das Dwyka verdecken. Ob dies aber so allgemein ist, muß nach den letzten Aufnahmen der geologischen Landesuntersuchung von Transvaal füglich bezweifelt werden; denn MELLOR¹⁾ hat das Dwyka östlich von Pretoria, zwischen dem Elands River und Balmoral, in großer Ausdehnung nachgewiesen. Südlich vom Witwatersrande ist das Dwyka an der Oberfläche anstehend nur von wenigen Punkten bekannt, häufig aber in den Gruben oder bei Bohrungen angetroffen worden. Auch Vaal abwärts bis in die Gegend von Kimberley hin dürfte das Konglomerat überall an der Nordgrenze der Karrugesteine vorhanden sein, ist aber erst bei Kimberley selbst wieder nachgewiesen, da junge Steppenkalke und Flugsande hier fast überall die älteren Gesteine verdecken.

Westlich und südwestlich von Kimberley mehren sich die Aufschlüsse des Dwyka; und im Westen und Süden der großen Karru ist es überall in einem geschlossenen Zuge am Außenrande der Karrugesteine nachgewiesen worden. Das Auftreten mehrerer paralleler Konglomeratzüge im südlichen und südöstlichen Teil der Kap Kolonie erklärt sich dadurch, daß hier die untere Karruformation an der Faltung der randlichen Ketten, welche im wesentlichen aus Gesteinen der Kapformation bestehen, mit teilgenommen hat. Ebenso wird der doppelte Ausstrich von Dwyka

¹⁾ Report on Portions of the Pretoria and Middelburg districts etc. Geolog. Survey of the Transvaal, Report 1903 p. 7 ff.

in Natal durch die gewaltige Versenkung am Rande des Indischen Ozeans erklärt, auf die bereits SUESS¹⁾ hinweist.

Solange man der Ansicht war, daß die Karrugesteine sich in einem Becken niederschlugen, dessen Süd- und Westrand durch eine karbonische Faltung aufgerichtet wurden, solange mußte man die heutige Grenze der Karruformation für die ursprüngliche halten. Heute wissen wir, daß die Faltung der randlichen Ketten in der südlichen und westlichen Kap-Kolonie sicherlich erst nach Absatz der unteren Karruschichten erfolgte; es ist mir sogar wahrscheinlich, daß diese Periode der Gebirgsbildung der Ablagerung der spätjurassischen Enonkonglomerate, des terrestren Äquivalents der Uitenhage-Formation, unmittelbar voraufging. Man darf es also danach für wahrscheinlich ansehen, daß die ursprüngliche Ausdehnung der Karruformation sehr viel größer war als die heutige.

Diese Annahme wird bestätigt durch die neuerdings erfolgte Entdeckung²⁾ von Dwyka-Konglomerat innerhalb der Randketten, im Tale des Breede River bei Worcester in der südwestlichen Kap-Kolonie.

Auch im Norden scheint die Dwyka-Insel von Mafeking auf eine frühere größere Ausdehnung dieses Gesteines hinzudeuten; ob die Konglomerate, welche bei Mapani Pan, südlich von Palapye, (nördlich vom 23^o im Betschuana-Land) an der Basis der Karruschichten in einer Mächtigkeit von 8 Fuß erbohrt worden sind, dem Dwyka entsprechen, ist noch nicht festgestellt.

Es ist fast selbstverständlich, daß eine Geschiebformation von so großer Verbreitung lokale Abänderungen erkennen läßt; es ist mir aber fraglich, ob rein petrographische Momente bereits genügen könnten, um eine Scheidung in eine nördliche und eine südliche Facies vorzunehmen. Zu den nicht unbedeutenden, aber nach meiner Auffassung nicht ganz konstanten petrographischen Unterschieden tritt aber ein geologisches Moment von großer Tragweite, welches auf alle Fälle diese Unterscheidung eines nördlichen und südlichen Typus rechtfertigt.

Es liegt nämlich das Dwyka-Konglomerat im Norden seines Verbreitungsbezirkes diskordant auf sehr verschiedenen Gesteinen, und seine Unterlage zeigt häufig Schrammung und Rundhöckerformen; im Süden hingegen ruht das Konglomerat stets konkordant auf den Gesteinen der Kapformation, meist auf deren jüngsten

¹⁾ Antlitz der Erde I. S. 507.

²⁾ Vergl. Ann. Report Geol. Comm. Cape of Good Hope. 1897 t. 1.

³⁾ Sedimentary deposits of Southern Rhodesia. Quart. Journ. Geol. Soc. 1903 S. 273.

Glieder, dem Wittebergsandstein; die Gesteine der Kapformation zeigen an der Berührungsstelle mit dem Konglomerate nie Schrammen.

Die Grenze beider Faciesbezirke würde nach PASSARGE¹⁾ die Olifant-Komati-Linie bezeichnen, d. h. die Gerade, die man von der Mündung des Olifant-Flusses in den Atlantischen Ocean nach dem Durchbruch des Komati durch den Steilrand der Drakensberge ziehen kann. Da PASSARGE nun die südliche Facies des Dwyka-Konglomerates für eine Driftbildung ansieht, so ist nach ihm die Olifant-Komati-Linie die Küstenlinie des permischen Kontinents. Zu einem ähnlichen Schluß kommt SCHWARZ, nur zieht er seine Grenze etwas südlich von der Mündung des Olifant nach Johannesburg.

Sowohl PASSARGE wie SCHWARZ haben bereits bemerkt, daß der Distrikt von Vryheid im südöstlichen Transvaal, obwohl er südöstlich von ihrer Grenzlinie liegt, noch der nördlichen Facies angehört; aber sie erklären ihn für eine vergletscherte Insel, die vor der mit Inlandeis bedeckten Küste lag. Nun hat aber bereits SUTHERLAND vor über 30 Jahren auf geschrammte Gesteinsoberflächen unter dem Dwyka Konglomerat im mittleren Natal hingewiesen. Es scheint mir also richtiger, die Grenzlinie von der Olifantmündung nach einem Punkte in Natal zu ziehen.²⁾

Eine andere Frage ist aber, ob eine solche Grenzlinie zwischen den beiden Facies des Dwyka-Konglomerates denn auch wirklich die Küstenlinie des permischen Kontinents darstellt. Daß die südliche Facies eine Driftbildung ist, ist möglich, aber noch keineswegs durch Fossilfunde sichergestellt. Aber gesetzt auch, diese Linie trennte Grundmoränen- und Driftbildungen, so fällt sie doch keineswegs mit der Küstenlinie unmittelbar zusammen. War das Inlandeis sehr mächtig und der Abfall des Kontinents ein allmählicher, so kann die eigentliche Küstenlinie noch sehr weit vom Rande des Inlandeises entfernt sein. Es ist wichtig, dies im Auge zu behalten; denn man ist nur zu sehr geneigt, dort eine Senkung des Landes anzunehmen, wo man marine Schichten auf Grundmoräne auflagernd beobachtet.

Konstante Unterschiede petrographischer Natur sollen nach Ansicht mehrerer Autoren die Scheidung des Dwyka in eine Moränen- und eine Driftablagerung unterstützen; bevor wir auf sie näher eingehen können, müssen wir den Habitus des Dwyka in großen Zügen einer Betrachtung unterziehen.

¹⁾ Die Kalahari. Berlin 1904 S. 63.

²⁾ Auch ROGERS (Geology of the Cape Colony S. 399) nimmt für die Dwyka-Küste einen ostwestlichen Verlauf an, läßt sie aber noch weiter nach Süden rücken. Sie streicht bei ihm durch Karu Poort und entspricht dem 33° s. Br.

3. Petrographische Beschaffenheit.

Das Dwyka-Konglomerat ist in den meisten Fällen als ein Blocklehm mit verhärteter Matrix zu bezeichnen. In einer feinkörnigen Grundmasse sind regellos verteilt halbgerundete Gesteine, deren Durchmesser von wenigen Millimetern bis zu mehreren Fuß wechselt.

A. Die Matrix.

Die Matrix unterliegt in ihrer Zusammensetzung, wie die unserer heutigen Moräne, ziemlich erheblichen Schwankungen, die schon makroskopisch hervortreten. So ist sie z. B. bei Vereeniging an der Südgrenze des Transvaal so feinkörnig und tonig, daß sie als feuerfester Ton abgebaut wird. Bei Matjiesfontain am Südwestrande der Karru ist sie dagegen tonig-sandig und sehr fest. Beinahe quarzitisches erscheint sie dem bloßen Auge bei Mafeking. Die Farbe der Matrix war überall, wo ich es beobachten konnte, ein helleres oder dunkleres Grau, das öfters ins Grüne spielt; beim Verwittern zeigen sich bräunliche und gelbliche Töne.

COHEN¹⁾ war der erste, welcher die Matrix einer genauen, petrographischen Untersuchung unterzog und ihre klastische Natur über jeden Zweifel erhob. Seine Stücke stammten von Karru Poort und Pataties River in der südwestlichen Kap Kolonie und von Pietermaritzburg, Thornville und Pinetown in Natal. Er beschreibt die Matrix als eine Mikrobreccie. Ein Zement, das der Hauptsache nach isotrop ist und aus amorpher Kieselsäure besteht, verkittet eckige, oft geradezu splitterige Gesteinstrümmel und Mineralfragmente. Unter den mikroskopischen Gesteinsbruchstücken erwähnt COHEN Quarzit, Hornstein, Granit, Gneis, zersetzten Diabas oder Diabasporyrit, Chloritaggregate mit Einschlüssen von Calcit und Magnetit und verschiedenartige, wahrscheinlich den kristallinen Schieferen angehörige Gemenge. Außerdem fanden sich unter den Bruchstücken einzelner Mineralien Quarz, Orthoklas, etwas seltener Mikroklin und Plagioklas, noch spärlicher Magnesiaglimmer, Kaliglimmer, Augit, Epidot, Hornblende, Granat, Erzkörner und Zirkon. Die Vorkommen aus Natal und aus der südwestlichen Kap-Kolonie stimmten miteinander überein.

GREEN²⁾ beschreibt die Matrix vom Südrande der Karru als dunkelgrau, feinkörnig und fest. HATCH fand in ihr Fragmente

¹⁾ Geognostisch-petrographische Skizzen aus Südafrika. II. Die Karrooformation. N. Jahrb. f. Min. Beil.-Bd. 5, 1887, S. 195 ff.

²⁾ A contribution to the geology and physical geography of the Cape Colony. Quart. Journ. Geol. Soc. 44. 1898, S. 239 ff.

von Quarz, Orthoklas, Chlorit, Plagioklas, Mikroklin, Saussurit, Epidot, Glimmer, Granat, Zoisit, Augit und Olivin, außerdem noch Trümmer von „Felsit“ und „Trap“, Mikropegmatit und Chiastolith-Fels. Es ist sonderbar, daß bei dieser Zusammensetzung der Matrix *HATCH* zu dem Schlusse kommen konnte, er habe wahrscheinlich einen vulkanischen Tuff vor sich.

Bisweilen nimmt auch die Matrix den Charakter eines dunkelblauen oder schwarzen Schiefers an, ohne daß sich die Anordnung der Geschiebe dabei ändert. Derartige Varietäten haben *ROGERS* und *SCHWARZ* aus dem Distrikt *Calvinia* beschrieben.¹⁾

Die Matrix ist, soweit ich dies an Stücken, die ich in Südafrika sammelte, feststellen konnte, teils kalkhaltig, teils kalkfrei. Am kalkreichsten war die von *Mafeking*. Als mäßig kalkhaltig erwies sie sich bei *Riverton* am *Vaal* und *Hopetown* am *Oranje*, sehr schwach war der Kalkgehalt bei *Karru Poort* und *Buffels River* am Südwestrande der *Karru*. Als kalkfrei zeigte sich die Grundmasse hingegen bei *Vereeniging* im südlichen *Transvaal* und *Laingsburg* am Südrande der *Karru*.

Dies Resultat überrascht umso mehr, als das *Dwyka* bei *Vereeniging* unmittelbar auf dem dolomitischen *Malmami-Kalk* aufrucht. Es scheint dies darauf hinzudeuten, daß der ursprünglich Kalkgehalt des *Dwyka* vielfach längst ausgelaugt ist und daß der Kalk, der sich jetzt in der Matrix bisweilen findet, zum großen Teil sekundär bei der Verwitterung der *Diabase* entstanden ist. Im Einklang mit dieser Deutung steht die Tatsache, daß die Matrix in allen den Fällen, in denen sie sich als kalkig erwies, reichlich *Diabasfragmente* enthielt, während solche z. B. bei *Vereeniging* fehlen.

In einzelnen Fällen hat sich der, ursprüngliche oder sekundäre, Kalkgehalt der Matrix lokal konzentriert und zur Bildung von Konkretionen geführt, die ihrer Entstehung nach mit den *Lößkindeln* zu vergleichen sind. Derartige kugelige oder linsenförmige Konkretionen werden aus dem Distrikt *Calvinia*²⁾ und von der *Farm Ratelfontein*³⁾ im Distrikt *Ceres* beschrieben; auch in der südlichen *Kalahari*, 80 engl. Meilen nördlich von *Upington* am *Oranje* sollen sie vorkommen.

Ich habe die Matrix von 6 verschiedenen Fundpunkten im *Dünnschliff* untersucht,⁴⁾ nämlich von *Karru Poort* und vom

1) Ann. Report. 1900, S. 44.

2) Ann. Rep. 1900, S. 44.

3) Ann. Rep. 1903, S. 23.

4) Ich wurde bei dieser Untersuchung in liebenswürdigster Weise durch Herrn Dr. *FINCKH* von der geologischen Landesanstalt unterstützt, dem ich an dieser Stelle dafür meinen herzlichsten Dank aussprechen möchte.

Buffels River am Südwestrande der großen Karru, von Hoptown am Oranje, Riverton am unteren Vaal, Vereeniging im südlichen Transvaal und endlich von Mafeking.

In allen Fällen bestand sie aus einem regellosen Mosaik von sehr ungleich großen, eckigen bis halbgeränderten Gesteins- und Mineralbrocken, die durch verhältnismäßig wenig zementierende Substanz miteinander verkittet waren; die Matrix ist also mit COHEN als Mikrobrecie zu bezeichnen. Im einzelnen ließen aber die verschiedenen Fundpunkte doch ziemlich erhebliche Abweichungen voneinander erkennen.

Bei Karru Poort herrschen in der Matrix stark zersetzte Granitbrocken mit entfärbtem Biotit vor. Daneben findet sich ein Chloritschiefer, der reich an Epidot ist, stark zersetzter Diabas, ein sehr feinkörniger Tonschiefer, grobkörniger Kalk mit chloritischen Produkten, ziemlich stark zersetztem Feldspat und kleinen Quarzausscheidungen, feinkörniger Kalk, ein quarzitisches Gestein mit Chlorit und etwas Kalk u. a. m. Unter den Mineralkörnern herrschte der Quarz weitaus vor, stark zurück treten gegen ihn Orthoklas, Plagioklas, Kalkspat, Biotit, Hornblende und Muscovit.

Die Matrix vom Buffels River ist in ihrer Zusammensetzung der von Karru Poort ähnlich, nur ist sie feinkörniger und enthält mehr Mineralbruchstücke als Gesteinstrümmer.

Bei Hoptown herrschen dagegen stark zersetzter Diabas und seine Zersetzungsprodukte (Chloritminerale, Kalk, amorphe Kieselsäure) weitaus vor, daneben kommen sehr feinkörnige Quarzite und Kalke vor. Granitisches Material ist zwar vorhanden, tritt aber ganz in den Hintergrund. Eine ähnliche Zusammensetzung hat die Matrix von Riverton, doch scheinen hier die feinkörnigen Quarzite zu fehlen. An beiden Stellen findet sich sehr reichlich sekundärer Kalk in kleinen Hohlräumen der Diabasbrocken oder zwischen den einzelnen Gesteinsfragmenten.

Bei Vereeniging fällt in erster Linie das Fehlen von Diabasmaterial auf; dies ist um so merkwürdiger, als Diabas in nicht sehr großer Entfernung nördlich von diesem Punkte die lange Kette des Klipriversberges bildet. Es ist jedoch möglich, daß dieser Zug von basischen Eruptivgesteinen zur Dwyka-Zeit noch nicht durch die Erosion freigelegt war. Ebenso bemerkenswert ist das Fehlen von Kalkbrocken bei Vereeniging, besonders da hier das Dwyka unmittelbar auf dem dolomitischen Malmami-Kalk aufruht. Es ist sehr wahrscheinlich, daß die Kalke, bzw. Dolomite hier durch spätere Auflösung entfernt wurden; darauf deutet eine gewisse Porosität hin, ebenso wie das ziemlich reichliche Vorkommen von Hornstein, der dem Malmami-Horizonte entstammt.

Der Hauptsache nach scheint sich die Matrix bei Vereeniging aus Gesteinen der Pretoriaschichten aufzubauen, deren meist sehr feinkörnige, sandig-tonige Gesteine weitaus überwiegen.

Bei Mafeking trifft man neben vielen Brocken von ziemlich frischem Diabas auch wieder reichlich granitisches Material an. Auch Quarzite und Kalke finden sich hier, reichlich ist sekundäre Kieselsäure vorhanden. Es fällt auf, daß hier und auch noch bei Vereeniging die Gesteine und Mineralbrocken viel eckiger sind, als weiter im Süden.

Im allgemeinen scheint die Matrix des südlichen Dwyka sehr viel mannigfaltiger zusammengesetzt zu sein, als die des nördlichen, welche sehr deutlich lokale Beeinflussungen erkennen läßt. Das Mikroskop bestätigt also die Resultate, welche die Untersuchung der größeren Geschiebe zutage gefördert hat.

Die Substanz, welche die Gesteins- und Mineraltrümmer in der Matrix verkittet, ist am deutlichsten im Dwyka von Mafeking zu erkennen. Sie ist durchsichtig, hellgrün, zuweilen fein porös und im wesentlichen isotrop; augenscheinlich ist es amorphe Kieselsäure. Diese Substanz umfließt die Gesteinsbrocken und scheint in den Diabasen die farbigen Gemengteile zu ersetzen, sodaß die ophitisch angeordneten Feldspate in ihr zu schwimmen scheinen. Augenscheinlich handelt es sich um einen der Verkieselungsvorgänge, wie sie PASSARGE und KALKOWSKY aus der Kalahari beschreiben. Daß als Verkieselungsmittel Opal und nicht Chalcedon vorhanden ist, scheint für ein jugendliches Alter des Vorganges zu sprechen; denn PASSARGE¹⁾ gibt an, daß im Gegensatz zu einer älteren Chalcedon-Verkieselung eine zweite, jüngere Infiltration aus Opal besteht.

Ähnlich, wie bei Mafeking, ist die Kittsubstanz bei Vereeniging beschaffen; jedoch ist sie hier lange nicht so rein, ihr Charakter ist daher weniger deutlich zu erkennen. Auch ist die Färbung hier nicht grünlich, sondern zeigt helle, bräunliche Töne.

Im Gegensatz dazu scheint bei Riverton die verkittende Masse im wesentlichen aus fein verteiltem kohlensaurem Kalk zu bestehen. Bei Hopetown ist außer Kalk noch ein dunkelbraun-grünes, aus der Zersetzung des Diabas stammendes Mineral und möglicherweise auch amorphe Kieselsäure beteiligt.

Gleich zusammengesetzt ist diese Substanz bei Buffels River und Karru Poort; sie ist in beiden Fällen dunkel gefärbt, möglicherweise durch organische Substanz, und besteht in der Hauptsache aus amorpher Kieselsäure.

Die leichte Zerstorbarkeit des Dwyka in der Vaal-Gegend

¹⁾ Kalahari, p. 612.

ist wohl auf den Kalkgehalt der Kittsubstanz, bei Vereeniging jedoch auf die Häufigkeit von Tongesteinsbrocken zurückzuführen. Die größere Festigkeit der Konglomerate am Südwestrande der großen Karru wie bei Mafeking beruht aber auf der sekundären Verkieselung. Aus der verschiedenen Zerstörbarkeit auf eine primär verschiedene Entstehungsweise der Konglomerate schließen zu wollen, wie dies vielfach geschehen ist, wäre verkehrt.

B. Die Geschiebe.

Im typischen Dwyka-Konglomerat liegen große und kleine Geschiebe wie in einer Grundmoräne regellos durcheinander; es scheinen aber Blöcke von so riesigen Dimensionen, wie wir sie aus unserem norddeutschen oder alpinen Diluvium kennen, hier zu fehlen. Auch die Schollen von älteren Sedimentgesteinen, die wir in den norddeutschen Diluvialbildungen so häufig antreffen, sind aus dem Dwyka bisher noch nicht bekannt geworden; wahrscheinlich beruht dies darauf, daß das Dwyka meist sehr harten, widerstandsfähigen Gesteinen aufruht, während die Sedimentschollen des deutschen Geschiebemergels meist weichen und leicht zerstörbaren Gesteinen angehören.

Mir liegen im Augenblicke 51 Geschiebe von 8 verschiedenen Fundpunkten des südafrikanischen Dwyka vor. Davon kann ich nur eines, einen schön gefalteten Eisenquarzit, den ich bei Matjesfontein am Südwestrande der Karru sammelte, allenfalls als eckig bezeichnen, obgleich auch dessen Kanten nicht ganz scharf sind. Alle anderen Geschiebe waren kantengerundet oder halbgerundet und näherten sich mehr oder minder einer regelmäßigen, meist ellipsoidalen Form, die aber in keinem Falle ganz erreicht wurde. Etwa die Hälfte der gesammelten Geschiebe zeigt auf dem größeren Teile ihrer Oberfläche Schrammen; diese laufen zuweilen wirt durcheinander, bei den länglichen Geschieben verläuft aber die hauptsächliche Kritzung der Längsachse des Stückes annähernd parallel. Bei Geschieben, die sich der Zylinderform nähern, sind die Längsflächen öfters stark geschrammt, während die Basalflächen keine oder nur geringe Schrammung aufweisen. Bei plattigen Stücken tragen die breiten Flächen Kritzen, die schmalen nicht. Man kann übrigens genau die gleichen Erscheinungen an diluvialen oder rezenten Glacialgeschieben beobachten; sie erklären sich dadurch, daß sich die zylindrischen Geschiebe mit ihrer Längsachse parallel zur Bewegung des Gletschers stellen und daß die flachen Stücke ihre breiten Seiten senkrecht zum Drucke orientieren. Überhaupt lassen sich die meisten geschrammten Dwyka-Geschiebe, wenn sie einigermaßen frisch sind, nicht von rezenten oder diluvialen unterscheiden.

Neben Geschieben, bei denen sich die Schrammen kreuzen und mehrere Flächen bedecken, finden sich andere, bei denen sie hauptsächlich auf eine Fläche beschränkt sind und im allgemeinen untereinander parallel verlaufen. Ich habe zwei besonders bezeichnende Geschiebe dieser Art bei Hopetown am Oranje-Flusse gesammelt. Die eine Fläche ist hier vollkommen abgeschliffen und mit außergewöhnlich tiefen Schrammen bedeckt, die anderen Teile sind jedoch nur schwach gerundet und zeigen lediglich eine sehr undeutliche Schrammung. Ich vermute, daß es sich bei diesem Typus, der sich auf den ersten Blick von dem normalen unterscheiden läßt, um losgebrochene Teile des von der Moräne bedeckten Untergrundes oder um Teile eines Geschiebepflasters¹⁾ handelt.

Ich bin der Ansicht, daß gekritzte Geschiebe im Dwyka ganz allgemein verbreitet und wahrscheinlich ebenso häufig sind, wie etwa im norddeutschen Geschiebemergel. Wenn man an einzelnen Aufschlüssen im Dwyka sehr viele schöngekritzte Geschiebe sammeln kann, während sie an anderen recht selten sind, so hängt dies augenscheinlich mit der Beschaffenheit der Matrix zusammen. Ist diese feinkörnig und weich, wie bei Vereeniging im südlichen Transvaal, so sind Kritzengeschiebe in großer Anzahl und sehr guter Erhaltung zu sammeln; einige, die ich dort auflos, sind tatsächlich nicht von Diluvialgeschieben zu unterscheiden. Ist dagegen die Grundmasse hart, wie bei Matjesfontein am Südwestrande der großen Karru, so kann man lange nach einem deutlich gekritzten Geschiebe suchen, und bei Mafeking, wo sie widerstandsfähiger ist als die meisten Geschiebe, fand ich überhaupt kein gekritztes Exemplar.

Im allgemeinen macht man die Erfahrung, daß gekritzte Geschiebe am Süd- und Südwestrande der Karru, wo das Dwyka gefaltet ist, viel seltener auftreten, als weiter im Norden,²⁾ wo es völlig flach liegt. Es hängt dies möglicherweise damit zusammen, daß durch den Faltungsprozeß die Kritzten zerstört sein mögen; der Hauptgrund ist aber wohl der, daß die Matrix durch die gebirgsbildenden Kräfte eine Veränderung erfahren hat, die sich sehr deutlich auch in ihrer groben Schieferung ausspricht; sie verwittert daher im Süden schwerer und gibt nicht so leicht gut erhaltene Geschiebe her.

Fazettengeschiebe sind im Dwyka selten; trotzdem ich überall mit Eifer gerade nach ihnen suchte, besitze ich nur einige wenige, vielleicht sogar nur ein einziges typisches. Nach

¹⁾ Vergl. S. 335.

²⁾ ROGERS und DU TOIT, Ann. Rep. 1903 S. 20.

KOKEN und NÖTLING¹⁾ wären die Fazettengeschiebe zeitweilig in gefrorenen und festliegenden Teilen der subglacialen Grundmoräne eingeschlossen gewesen, über die das Inlandeis hinwegglitt. Ich halte es für möglich, daß diese Deutung für die permischen Geschiebe der Schlucht von Makrach in der Salt Range und für manche andere zutreffend ist. Sie stößt jedoch auf Schwierigkeiten in den Fällen, in welchem auf einem Geschiebe zwei genau parallele Flächen angeschliffen sind. Ich hoffe, auf diese interessante Fragen in einer späteren Arbeit zurückzukommen, welche die Fazettengeschiebe der antarktischen Eisberge zum Gegenstande haben wird.

Zuweilen läßt sich eine einigermaßen gesetzmäßige Verteilung der Geschiebe im Dwyka feststellen. Dort, wo am Südwestrande der großen Karru, im Distrikt Ceres und bei Laingsburg, Dwyka konkordant den Wittebergsandstein überlagert, enthalten seine untersten und obersten Lagen nur kleinere Geschiebe; die größeren finden sich ausschließlich im mittleren Teile, der überhaupt am geschiebereichsten ist. Zuweilen finden sich Lagen, in denen die Geschiebe außergewöhnlich groß und zahlreich sind. Ein solches „boulder bed“ von 10—15' Mächtigkeit, das sich über 15 englische Meilen weit verfolgen läßt, beschreiben ROGERS und DU TORR²⁾ von Elands Vlei im Distrikt Calvinia. Ein anderes geschiebereiches Band, dessen Blöcke 2—5' Durchmesser aufweisen, wird von VAN WYKS Vlei, Calvinia³⁾ erwähnt.

Über die petrographische Beschaffenheit der Dwyka-Geschiebe liegen ziemlich zahlreiche Mitteilungen in der Literatur vor.

SUTHERLAND führt aus dem Dwyka von Natal an: Granit, Gneis, graphitische Gesteine, Quarzit, Grünstein und Tonschiefer, COHEN aus Natal und dem Südwestrande der Karru: Hornstein, Quarzit, Schiefer, Gneis und besonders zahlreiche Abarten von Granit. Auch am Südrande der Karru ist nach GREEN ein heller, quarzreicher Granit sehr häufig. Systematische Aufsammlungen von Dwyka-Geschieben haben neuerdings ROGERS und DU TORR⁴⁾ bei Stompier-Fontein, Distrikt Calvinia, am Westrande der großen Karru gemacht. Nach ihren Angaben enthält das dortige Dwyka:

Quarzite verschiedener Art	35 ⁰ / ₀
Granit und Gneis	17 ⁰ / ₀
Sandstein	14 ⁰ / ₀

1) Centralblatt f. Mineral. etc. 1903 S. 42, 97 und 625.

2) Ann. Rep. 1903 S. 22.

3) Ann. Rep. 1900 S. 44.

4) ROGERS and DU TORR, Geolog. Survey of Ceres, SUTHERLAND and CALVINIA. Ann. Rep. Geol. Comm. Cape of Good Hope 1903 S. 20.

Diabas und Diabasmandelstein	15 ⁰ / ₀
Gangquarz	4 ⁰ / ₀
Krystalline Kalke, Tonschiefer, Glimmerschiefer, Hornsteine, Quarzporphyr	15 ⁰ / ₀ .

Im Distrikte von Prieska am Oranje-Fluß sind nach ROGERS und SCHWARZ¹⁾ Quarzite und Jaspis besonders häufig; neben ihnen finden sich Granit, Gneis, Diabas und Diabasmandelstein und dolomitischer Kalk. Nach meinen Beobachtungen werden weiter aufwärts am Oranje wie besonders am Vaal Diabasgerölle ganz besonders häufig, was nicht verwunderlich ist, da die riesige Diabasdecke der Vaalgegend meist das Dwyka direkt unterlagert.

Im Pondolande bestehen die Geschiebe wie gewöhnlich teils aus Granit, Gneis, Diabas und anderen krystallinen Gesteinen, teils aus älteren, meist sandigen Sedimenten. Es fehlen jedoch hier gewisse Gesteine der westlichen Karru, so z. B. die Jaspisse und Eisenquarzite der Griquatown-Schichten.

Bei Vereeniging im südlichen Transvaal fand ich überwiegend Schiefertone und helle „Tonsteine“, die gewissen Mergelkalken sehr ähnlich sehen, aber keine Karbonate enthalten; sie stammen wahrscheinlich aus den Pretoria-Schichten, welche weiter nördlich anstehen. Unter den Geschieben des Dwyka, welches östlich von Pretoria auf Waterbergsandstein liegt, sind quarzitische Sandsteine und Konglomerate, die der Unterlage entnommen sind, am häufigsten; ihnen zunächst kommen rote Granite, Granitporphyre, Syenite, d. h. Gesteine des großen Lakkolithen im mittleren Transvaal. An einer Lokalität am Wilge River, wo Dwyka auf Schiefeln der Pretoria-Schichten ruht, sind Geschiebe dieser Schichten besonders häufig.

Im nördlichen Verbreitungsbezirk, wo Dwyka diskordant auf oft geschrammtem Untergrunde liegt, stammen die Geschiebe häufig aus der unmittelbaren Nachbarschaft, so daß das Dwyka zuweilen den Charakter einer Lokalmoräne erhält.

Das Vorkommen von Lokalmoränen betont MOLENGRAAFF³⁾ ausdrücklich für den Vryheid-Distrikt. Ein sehr schönes Beispiel führt DUNN von den Doornbergen, Griqualand West an.⁴⁾ Auch aus dem Distrikt Calvinia⁵⁾ am Westrande der großen Karru

¹⁾ Oranje River Ground Moraine. Transact. S. Afric. Philos. Soc. 11. 1900 S. 115.

²⁾ Geolog. Surv. Transvaal. Report 1903 S. 21.

³⁾ Glacial origin of the Dwyka-Conglomerate. Transact. Geolog. Soc. South Africa. 4. 1898. S. 110.

⁴⁾ Vergl. S. 328.

⁵⁾ Ann. Rep. 1900. S. 45.

wird das lokale Überwiegen gewisser Geschiebetypen berichtet, deren Anstehendes zumeist weiter im Norden zu suchen ist. Ebenso lassen die Mitteilungen MELLORS aus dem Gebiete östlich von Pretoria erkennen, wie stark der Untergrund die Zusammensetzung der Geschiebe beeinflußt.

Im Süden hingegen, wo Dwyka konkordant auf den nächst älteren Schichten des Witteberg-Sandsteins aufruht, hat es von seinem Untergrunde fast nichts aufgenommen. Die Geschiebe sind also hier fast sämtlich Exoten, die einen langen Transport erfahren haben.

Es ist nun sehr bemerkenswert, daß diese Geschiebe nicht auf einen Transport von Süden nach Norden hinweisen, der im Zusammenhang mit einer antarktischen Vereisung stehen könnte, sondern durchwegs einen nördlichen Ursprung verraten. So sind z. B. die Diabase, welche häufig im Dwyka von Prince Albert Village etc. am Südrande der Karru auftreten, ident mit denen des Klipriversberges bei Johannesburg und der Vaalgegend. Die äußerst charakteristischen Eisenquarzite, wie ich sie z. B. bei Matjesfontein sammelte, kennt man vom Hospital Hill bei Johannesburg, aus dem östlichen Transvaal und von den Doornbergen. Die hornsteinführenden kristallinen Kalke, welche im Dwyka der westlichen Karru häufig auftreten¹⁾, finden sich anstehend am Campbell Rand in Griqualand West und entsprechen dem in Transvaal so weit verbreiteten Malmami-Kalk oder Dolomit. Mikroklin-Granite und Gneise, welche im Dwyka der Kap Kolonie eine bedeutende Rolle spielen, kommen in der Gegend des Oranje vor. Rote Quarzite und Sandsteine, die im Dwyka der südlichen und westlichen Karru eine sehr gewöhnliche Erscheinung sind, entsprechen den Matsáp Schichten, helle Quarzite und Glimmerschiefer den 'Keis Schichten von Griqualand West. Für viele Dwyka-Gerölle ist jedoch das anstehende z. Z. noch nicht nachgewiesen.

4. Heterogene Einlagerungen im Dwyka-Konglomerat.

Verhärtete Blocklehme mit echter Grundmoränenstruktur spielen überall im Dwyka die Hauptrolle; ihnen eingelagert finden sich aber nicht selten Bänke und Linsen von Schottern, Sanden oder geschichteten Tonen, deren Ursprung auf Absatz im Wasser zurückgeführt werden muß.

Linsen von hellgefärbten Quarziten, die wohl ursprünglich sehr feinkörnige Sande waren, sieht man besonders häufig bei Matjesfontein; sie haben zuweilen ziemlich bedeutende Dimensionen und ragen gleich mächtigen Walfischrücken über die leichter

¹⁾ ROGERS, Geology of Cape Colony. London 1905. S. 171.

verwitternden Konglomerate empor. Taschen von Quarzit beschreibt SCHWARZ¹⁾ aus dem Dwyka nördlich von Kandos Poort im Distrikt Prince Albert am Südrande der Karru. Ähnliche linsenförmige Einlagerungen erwähnen ROGERS und DU TOIT²⁾ von Benkes Fontein und Wardouw im Distrikt Ceres, also vom Südwestrande der großen Karru; sie bestehen hier aus hellgefärbten, feineren und gröberen quarzitischen Sandsteinen, welche Kreuzschichtung zeigen und Gerölle von Quarz, Quarzit, Feldspat, Sandstein und Schiefer führen. Die Mächtigkeit dieser Quarzitlinsen beträgt im Maximum 25 Fuß. Auch östlich von Karru Poort sollen sie häufig sein. Von Grahamstown und Drielings Kloof südlich von Laingsburg erwähnen dieselben Autoren sogar ganze Schichten von Quarzit, die dem Dwyka eingelagert sind.

Ich habe derartige Quarzitlinsen in dem nördlichen Dwyka nicht mehr beobachten können und finde sie auch in der Literatur nicht erwähnt. Wohl aber traf ich Bänke von mäßig verhärtetem feinen Sand und grobem Kies im Dwyka von Hoptown am Oranje.

MOLENGRAAFF³⁾ beschreibt fluviatile Bänke aus dem Distrikt von Vryheid im südöstlichen Transvaal und erwähnt besonders Kreuzschichtung von der Farm Umkusberg am Umkuzi-Flusse. Auch Wellenfurchen gibt er von der Farm Mooiklip an; sie hat übrigens bereits SUTHERLAND⁴⁾ im Dwyka von Natal beobachtet. Alle diese Erscheinungen deuten wohl auf einen zeitweiligen Rückgang der Eisbedeckung hin.

Am deutlichsten lassen sich derartige Oscillationen in den Profilen erkennen, welche MELLOR⁵⁾ von dem Dwyka östlich von Pretoria veröffentlicht hat.

Besonders schön sieht man sie an den hohen Ufern des Bronkhorst Spruit, von dem MELLOR drei Profile angibt. Das unterste Glied, das hier in einer Mächtigkeit von 5 Fuß aufgeschlossen ist, ist ein wohlgeschichteter Sandstein, der vereinzelt größere Geschiebe führt; man könnte ihn in Anlehnung an norddeutsche Diluvialbildungen als einen verhärteten Geschiebesand ansehen. Darüber folgt ein 6 Fuß mächtiges System von gelben sandigen Schiefertönen, in denen sich ebenfalls bisweilen größere

¹⁾ Ann. Rep. 1903 S. 88.

²⁾ Ann. Rep. 1903 S. 23.

³⁾ On the glacial origin of the Dwyka-Conglomerate. Transact. Geol. Soc. South-Afrika 4. 1898 S. 110.

⁴⁾ Notes on an ancient boulder clay of Natal. Quart. Journ. Geol. Soc. London 26. 1870 S. 514 ff.

⁵⁾ Geological Survey Transvaal Report 1903, t. XVIII, f 1—3.

Gerölle vorfinden; diese Schiefertone bestehen aus sehr regelmäßigen Lagen, deren Dicke von $\frac{1}{10}$ bis $1\frac{1}{2}$ Zoll wechselt. Es scheint mir, daß diese Bildung mit den norddeutschen Bändertonen zu vergleichen ist, welche sich in ruhigem Wasser vor dem Eisrande niederschlugen; auch in ihnen beobachtet man zuweilen größere Geschiebe, welche die sonst sehr regelmäßige Schichtung stören. Dem obersten Teile dieser feingeschichteten Tonschiefer ist am Bronkhorst Spruit bereits ein 3 Zoll dickes Bänkchen von Geschiebemergel eingelagert. Nach oben folgen wiederum Sandsteine und erst dann kommt das eigentliche Dwyka, das aber hier reich an Sandschmitzen ist und eine ziemlich sandige Matrix besitzt. Den Abschluß nach oben bilden wiederum Sandsteine mit vereinzelt größeren Geschieben.

Die Unterlage bis Dwyka ist am Bronkhorst Spruit noch nicht aufgeschlossen; nach Analogie des Profils am Wilge-Flusse¹⁾ und bei Balmoral²⁾ darf man vermuten, daß die Geschiebesandsteine, welche im Niveau des Bronkhorst Spruit anstehen, noch von Dwyka unterlagert werden, welches diskordant der Oberfläche des Waterberg-Sandsteins auflagert.

Wir beobachten also östlich von Pretoria im allgemeinen das folgende Profil, (von oben nach unten)

1. Kohlenflöz
2. Geschichtete Sande
3. Geschiebemergel
4. Feingeschichtete Tone und geschichtete Sande
5. Geschiebemergel.

Da dieses Profil bisher an anderen Punkten im Dwyka noch nicht nachgewiesen worden ist, so wird man vorläufig wohl gut daran tun, in ihm eher den Ausdruck lokaler Oscillationen des Eisrandes als den einer bestimmten Interglacialperiode zu suchen. Auffallend bleibt es immerhin, daß gerade die Profile, welche am deutlichsten fluviatile und limnische Einlagerungen im Dwyka erkennen lassen, dem Zentrum der Vereisung am nächsten liegen, welches wir für das mittlere oder nördliche Transvaal annehmen müssen.

Im Einklange damit steht meine Beobachtung, daß manche Bänke des Dwyka von Mafeking mehr den Eindruck eines sehr groben Schotters, als den eines verhärteten Geschiebelehms machen.

Dort, wo diluviales Inlandeis über fluvioglaciale Ablagerungen hinweggeschritten ist, finden sich diese nicht selten

¹⁾ Report 1903 t. XVIII, f. 4.

²⁾ Ebenda, t. XIX.

gestaucht¹⁾ oder in komplizierter Weise mit der Grundmoräne verzahnt. Analoge Erscheinungen sind auch aus dem nördlichen Dwyka bekannt geworden. MOLENGRAAFF erwähnt sie aus dem südöstlichen Transvaal und vergleicht sie mit der contorted drift von Skandinavien und Schottland. Vertikale und horizontale Zungen von Konglomerat dringen nach ROGERS und DU TOIT²⁾ bei Witte Vlakte West (Calvinia) in einen tonigen Sandstein ein; an spätere Einfaltung ist hier nicht zu denken.

Nicht auf bewegtes Wasser zurückzuführen ist wohl die meist nicht besonders deutliche Schichtung der Konglomeratbänke, welche vielfach, besonders im südlichen Dwyka zu beobachten ist. Sie darf nicht mit der sehr deutlichen Schieferung verwechselt werden, welche das südliche Dwyka dort kennzeichnet, wo es von der Faltung der Randketten mit ergriffen ist. Die Schieferung bedingt den Zerfall in einzelne, mehr oder minder steil aufgerichtete Gesteinsplatten, welche auffällig an die Grabsteine eines Kirchhofs erinnern.

5. Mächtigkeit.

Die Mächtigkeit des Dwyka nimmt im allgemeinen in der Richtung von Nord nach Süd zu, ist aber im einzelnen großen Schwankungen unterworfen. In der De Beers Mine⁴⁾ in Kimberley beobachtet man eine untere Lage von 18 Fuß, welche durch 15 Fuß schwarze Schiefer von einer oberen nur 4 Fuß mächtigen Konglomeratbank getrennt ist; in der Wesselton Mine bei Kimberley fand man das Konglomerat 5 Fuß dick. Etwas mächtiger ist es jedenfalls bei Riverton am Vaal, nordwestlich von Kimberley. Bei Vereeniging ist das Dwyka nach Angaben von Herrn LESLIE, dem ich hier für seine höchst instruktive Führung noch einmal danken möchte, etwa 50 Fuß mächtig. Am Oranje, in der Nähe des Deep River, ist nach DUNN⁵⁾ die Mächtigkeit bereits auf 300 Fuß gestiegen, in Natal beträgt ihr Maximum 1200 Fuß. Am West- und Südwestrande der großen Karru ist der Durchschnittswert 1000 Fuß, er reduziert sich aber gegen Norden.⁶⁾ Bei Zoetendaels Vley nördlich von Uniondale, am Südrande der Karru, hat SCHWARZ⁷⁾ 500 Fuß gemessen.

¹⁾ Vergl. besonders H. CREDNER, Schichtstörungen im Untergrunde des Geschiebelehms etc. Diese Zeitschr. 32. 1880 S. 75.

²⁾ Geology of Transvaal, 1904 S. 71.

³⁾ Ann. Rep. 1903 S. 23.

⁴⁾ Nach Corstophine in Ann. Rep. Geolog. Comm. Cape of Good Hope 1899. S. 23.

⁵⁾

⁶⁾ ROGERS u. DU TOIT. Ann. Rep. 1903. S. 24.

⁷⁾ Ebenda, S. 94.

6. Geschrammte Felsoberfläche unter dem Dwyka.

Daß die Oberfläche, der das Dwyka in seinem nördlichen Verbreitungsbezirke diskordant aufruht, häufig Schrammen und Politur aufweist, hat bereits SUTHERLAND in seinen ersten Publikationen behauptet. Seitdem ist dieses Phänomen von zahlreichen Autoren und an sehr verschiedenen Punkten beobachtet worden und hat stets als stärkster Beweis für den glacialen Ursprung des Dwyka gegolten.

Trotzdem muß ich gestehen, daß ich gerade dieser Erscheinung von vorn herein sehr skeptisch gegenüberstand. Zwar existierten zur Zeit, als ich meine Beobachtungen in Südafrika begann, bereits mehrere photographische Darstellungen der permischen Rundhöckerlandschaft; aber es ist, wie ich selbst auf Kerguelen erfahren habe, ziemlich schwer, gerade diesen Landschaftstypus naturwahr auf der Photographie wiederzugeben, und so konnte mich denn keine der bisherigen Abbildungen davon ganz überzeugen, daß man in Südafrika unter uralten Konglomeraten frische Gletscherspuren finden könne. Es will einem zu schwer in den Kopf, daß derartige Dinge, deren leichte Vergänglichkeit wir an diluvialen Erscheinungen ja auf Schritt und Tritt beobachten können, sich aus dem Palaeozoikum erhalten haben sollen.

An dem allerdings wunderbar schönen Aufschlusse von Riverton am Vaal habe ich meinen Tag von Damascus erlebt. Ich habe die Spuren ehemaliger Vergletscherung an sehr vielen Stellen der Alpen, Norddeutschlands und Nordeuropas gesehen und hatte vor nicht zu langer Zeit vier Wochen auf der Insel Kerguelen zugebracht, die außerordentlich reich an glazialen Phänomenen ist. Und trotzdem muß ich gestehen, daß die Oberfläche des Diabases von Riverton so frische und untrüglige Spuren ehemaliger Vergletscherung aufweist, wie ich sie selten bisher gesehen habe. Wenn man Rüdersdorf als beweisend für eine diluviale Eisbedeckung Norddeutschlands angesehen hat, so muß man Riverton dieselbe Beweiskraft für die permische Eiszeit in Südafrika zusprechen. Denn die Glaziallandschaft am Vaal ist mindestens ebenso klar und frisch wie jene märkische.

Die Felsoberfläche, welche bei Riverton in junger Zeit von der schützenden Decke des Dwyka entblößt worden ist, ist wohl über 10000 Quadratmeter groß. Ein Teil dieses Areals liegt am linken Ufer des Vaal in unmittelbarer Nähe des kleinen Hôtels, ein anderer auf der flachen Vaal-Insel ihm gegenüber. Auf ihr wird das Gestein bei Hochwasser vom Flusse überspült, aber es ist diesem noch nicht gelungen, die Kritzen zu ver-

wischen; er hat sich damit begnügen müssen, die Gesteinsoberfläche mit einer dunklen Eisenmanganhaut zu überziehen.

Der Anblick ist der einer typischen Rundhöckerlandschaft. Die Schrammen gleichen auch darin den echten Gletscherschrammen, daß sie nicht alle einander genau parallel verlaufen. Die eine oder andere Kritze weicht etwas von der Hauptrichtung ab und kreuzt sie unter spitzem Winkel. Hin und wieder ist ein Stückchen aus der Gesteinsoberfläche ausgebrochen, ein Ansatz zur splittierenden Glacialerosion, wie sie BALTZER beschreibt. Eine ungeschrammte Leeseite konnte ich bei Riverton nicht beobachten, augenscheinlich sind dazu die Rundhöcker zu flach. In der Richtung der Kritzen verlaufen auch sehr bezeichnende flache Rinnen und Mulden.

Die Richtung der Schrammen ist nach meinen Messungen
am linken Vaal-Ufer N. 70 W. mißw. = S. 83 W. rechtw.
auf der Vaal-Insel N. 78 W. mißw. = S. 75 W. rechtw.

Selbst Gletschertöpfe fehlen nicht. Ich konnte einen, allerdings ziemlich kleinen, auf der Vaal-Insel entdecken; er liegt nicht sehr hoch über dem mittleren Wasserstande des Vaal, allein bei dem sehr phlegmatischen Laufe dieses Flusses erscheint seine Bildung in moderner Zeit ausgeschlossen. Nach einer freundlichen mündlichen Mitteilung von Herrn Professor MOLENGRAAFF sind Gletschertöpfe unter dem Dwyka stromabwärts ziemlich häufig.

Daß bei Riverton (und weiter abwärts am Vaal, wie STOW und MOLENGRAAFF berichten), die Kritzen so außerordentlich scharf und frisch erhalten sind, hängt augenscheinlich mit der Beschaffenheit des Gesteins zusammen, das sie trägt. Der feinkörnige Diabas, der in der Vaalgegend eine so große Verbreitung besitzt und möglicherweise mit dem Diabasmandelstein am Klipriversberge bei Johannesburg in Verbindung steht, ist wie kein anderes Gestein dazu befähigt, Gletscherschrammen aufzunehmen und zu konservieren.

Auch die große Frische der südafrikanischen Glacialerscheinungen kann mich heute nicht mehr wundern. Ich unterschreibe Wort für Wort, was MOLENGRAAFF¹⁾ in Bezug darauf sagt: „In such parts of the country I found a typical moraine landscape presenting all the characteristics of such landscapes in a way so clear and distinct, that it is not surpassed by the best known parts of the moraineland formed round the Alps, in the planes of North Germany and Holland, and in many other places in Europe, where they form the geologist's most valuable evidences

¹⁾ On the glacial origin of the Dwyka Conglomerate. Transact. Geolog. Soc. South Africa. 4. 1898 S. 107.

to prove the great extent of the European glaciers in the Quarternary ice age. At the first glance it might appear astonishing that glacial phenomena of such an ancient (Permian?) date should have preserved their peculiarities with as much clearness as of the glaciers had extended to South Africa in geologically recent times, but it may be easily understood that once the glacial deposits were covered by the upper Karroo beds, nothing could injure them and alterations could only take place by pressure and chemical agency, and we see just the effects of these agencies in the conversion of our Dwyka boulder clay into the Dwyka Conglomerate. The destruction of the glacial deposits and their characteristics only began as soon as the upper Karroo beds were so far removed by erosion, that they became in places uncovered.“

Wenn ich hier so lange bei Riverton verweilte, so hat dies seinen Grund darin, daß ich die dortige Glaciallandschaft mit eigenen Augen gesehen habe und mich deswegen mit der Sicherheit aussprechen darf, welche eigene Anschauung verleiht. Es erscheint mir aber zweifellos, daß an vielen anderen Punkten im Bereiche des nördlichen Dwyka die Dinge sehr ähnlich liegen, wie bei Riverton.

So findet sich weiter abwärts am Vaal, in Griqua-Land West, eine Reihe von Aufschlüssen, welche nach MOLENGRAAFF¹⁾ in jeder Hinsicht dem von Riverton entsprechen; sie waren bereits Stow bekannt, der sie in einem nachgelassenen, bisher noch nicht publizierten Manuskript beschreibt.

Verfolgt man den Vaal noch weiter abwärts, so kommt man, nahe seiner Einmündung in den Oranje, an die Stelle, welche bereits von DUNN²⁾ und später noch einmal ausführlich von SCHENCK³⁾ beschrieben worden ist. Das Dwyka ruht hier Ton-schiefern und Kalksteinen auf, die nach SCHENCK der Kapformation angehören, wohl aber sicher⁴⁾ mit den Lydenburger Schichten (Transvaal-System MOLENGRAAFFS) zu indentifizieren und daher nach neuerer Auffassung für älter anzusehen sind, als die Kapformation. Nur die Schiefer zeigen an dieser Stelle noch Kritzen, die Oberfläche des Kalksteins ist rauh und verwittert.

Sehr schöne Glacialerscheinungen haben neuere Aufnahmen

¹⁾ Geology of Transvaal, Edinburgh u. Johannesburg 1904 S. 68.

²⁾ Report on a supposed extensive deposit of coal etc. Cape-town 1886 S. 9.

³⁾ Über Glacialerscheinungen in Süd-Afrika. Verhandl. d. 8. Deutsch. Geographen-Tages, Berlin 1889 S. 152.

⁴⁾ PASSARGE, Kalahari, S. 70.

von ROGERS und SCHWARZ¹⁾ am Oranje nachgewiesen. Bei Jackals Water im Bezirke Prieska ist es ein Quarzit, welcher sehr deutliche Schrammung zeigt. Die einzelnen Kritzen sind zuweilen 2 Fuß lang und kreuzen einander unter sehr spitzen Winkeln. Die Rundhöcker sind auf der Südseite rauh und nicht gekritzelt, haben also hier ihre Leeseite; ein derartiger Rundhöcker erhebt sich etwa 10 Fuß über die Oberfläche und ist 60 Fuß lang. An einer Stelle ist eine senkrechte Wand des quarzitisches Untergrundes mit Kritzen bedeckt, welche denen der Rundhöcker parallel laufen. Ähnlich, aber etwas weniger schön sind die Erscheinungen bei Klein Modder Fontein, etwa 15 Meilen SSW von Jackals Water.

Bei Vilets Kuil am Beer Vlei, Distrikt Hopetown, ist nach Angabe derselben Autoren ein Rücken von Mandelstein-Felsit geschrammt; auch hier entspricht die Südseite der Leeseite.

Es ist bezeichnend, daß sich in den Distrikten von Prieska und Hopetown Kritzen nur auf Quarziten und Felsiten, d. h. auf sehr feinkörnigen und widerstandsfähigen Gesteinen erhalten haben. Alle anderen Gesteine, welche das Dwyka hier unterlagern, wie die magnetitreichen Jaspisschichten der Doornberge, Granit, Gneis, Melaphyr und kristalline Kalke, zeigen keine Schrammen mehr, wiewohl an Granitoberflächen sich zuweilen noch die Rundhöckerformen erkennen lassen.

Aus Natal berichtet bereits SUTHERLAND, daß die Oberfläche des „Tafelbergsandsteins“ unter dem Dwyka an mehreren Lokalitäten geschrammt sei; so am Umgeni oberhalb Queens Bridge, bei den Kupferminen am Ifumi und bei Fort Buckingham am Tugela.²⁾ Fraglich ist nur, ob man es tatsächlich hier mit Tafelbergsandstein zu tun hat oder ob nicht etwa ein Horizont der Lydenburger Schichten vorliegt, wie PASSARGE vermutet. Doch hält auch die Cape Survey die Sandsteine Natals für Tafelberg-Sandsteine.

Prachtvolle Glacialerscheinungen beschreibt MOLENGRAAFF³⁾ neuerdings aus dem Distrikt Vryheid im südöstlichen Teile von Transvaal. Die Schichten, welche hier von Dwyka bedeckt worden sind, gehören der sogen. Barberton-Serie der südafrikanischen Primärformation an und bestehen aus Tonschiefern, Quarziten etc. mit intrusiven Graniten. MOLENGRAAFF erwähnt folgende Lokalitäten, an denen gekritzte Gesteinsoberflächen zu beobachten sind:

¹⁾ Oranje River Ground Moraine. Transact. South Afric. Philos. Soc. 11. 1900 S. 117.

²⁾ SUTHERLAND, Geology of Natal. Durban 1868 S. 17, zitiert nach MOLENGRAAFF in

³⁾ MOLENGRAAFF, Origin of the Dwyka Conglomerate. Transact. Geolog. Soc. South Africa 4. 1898 S. 105.

1. Farm Nauwpoort, unweit des Zwart Umvolosi-Flusses. Quarzit.

2. Farm Vlakhoek und Tuschenheide. Quarzit, Sandstein und Konglomerat.

3. Farm Blauwbank. Hornblende-Granit.

4. Farm Doornpan. Tonschiefer.

Sehr schöne Rundhöcker zeigt besonders der Quarzit der Farm Nauwpoort; sie werden hier bis 50 Fuß hoch und sind so glatt, daß sich die Sonne in ihnen spiegelt; eine Leeseite läßt sich an ihnen nicht beobachten.

Aus den südlichen Teilen des mittleren Transvaal waren bis in neueste Zeit geschrammte Felsoberflächen noch nicht bekannt gewesen; es liegt dies z. T. daran, daß hier, wie z. B. bei Vereeniging, Kalk und Dolomit die Unterlage des Dwyka bildet, zum anderen Teil aber auch an dem Umstand, daß die untere Grenze des Dwyka hier vielfach nur in Grubenaufschlüssen bekannt geworden ist. In allerletzter Zeit haben aber die Aufnahmen der Landesuntersuchung¹⁾ von Transvaal auch östlich von Pretoria prachtvolle Glacialscheinungen nachgewiesen. Das Dwyka lagert hier diskordant auf dem sogen. Waterberg-Sandstein, einem Horizont von noch unbestimmtem Alter, der aber jedenfalls sehr viel jünger ist als die Lydenburger Schichten, von denen ihn eine deutliche Diskordanz trennt. Die bis jetzt bekannten Fundstellen liegen nahe der Bahnstrecke Pretoria—Delagoa Bay; die eine bei Station Elands River, die andere östlich von ihr bei Balmoral.

Eine Zusammenstellung der Schliffrichtungen, welche bisher unter dem Dwyka beobachtet worden sind, ergibt folgendes Bild:

Riverton am Vaal	N 81 O bis N 84 O	}	(MOLEN- GRAAFF)	
Auf dem Gebiete der Vaal River Estate Co, Griqualand West, westlich von Kimberley	N 37 O bis NO			
An der Mündung des Vaal in den Oranje.	NNO		(SCHENCK)	
S vom Oranje	Jackals Water, District Prieska	}	(ROGERS und SCHWARZ)	
	Klein Modder Fontein, 15 Meilen engl. SSO von Jackals Water			Einige Grad östlich von Nord
	Vilets Kuil nahe dem Beer Vlei, District Hopetown			N 10 W

¹⁾ MELLOR, Report on portions of the Pretoria and Middelburg districts between the Elands River Valley and Balmoral. Geolog. Surv. of the Transvaal. Report 1903 S. 21.

Transvaal	Vryheid, SO	Distr.	Farm Doornpan	N 5 W	(MOLEN- GRAAFF)
			Farm Nauwpoort	N 35 W	
			Farm Vlakhoek u. Tuschenheide	N 10 W	
Elands River und Balmoral			NNW	(MELLOR)	
O von Pretoria					

Abgesehen von einer Ausnahme (Vilets Kuil) sehen wir also die Schrammen im Westen (Griqua-Land West etc.) Richtungen zwischen N und O aufweisen, während im O solche zwischen N und W beobachtet werden. Die Schrammen konvergieren also im allgemeinen gegen N hin. Schon dies läßt uns das Zentrum der Dwyka-Vereisung im Norden, etwa im Gebiete des mittleren oder nördlichen Transvaal, suchen. Weitere Argumente in dieser Richtung liefern die Gerölle des Dwyka, deren Ursprung sich noch bisweilen feststellen läßt.

Östlich von der Doornberg-Kette fehlen nach DUNN¹⁾ die gelben Jaspisse und veränderten Krokydolithe vollständig, aus denen sich diese Erhebungen zusammensetzen, westlich von ihr finden sie sich jedoch in sehr großer Menge. Es ist also sehr wahrscheinlich, daß das Eis in der Richtung von O nach W die Doornberge überströmte. ROGERS und SCHWARZ nehmen für die Dwyka-Geschiebe des Prieska-Distrikts einen nördlichen Ursprung an. Die Heimat der Geschiebe von Riverton ist in ONO zu suchen.

Dazu kommt, daß die Rundhöcker des subglacialen Untergrundes in den von ROGERS und SCHWARZ untersuchten Distrikten nach S gelegene Leeseiten aufweisen.

Alle diese Merkmale weisen mit Bestimmtheit darauf hin, daß in der Vaal-Oranje-Gegend die Stromrichtung der Dwyka-Vereisung im Mittel von NO gegen SW gerichtet war.

Nicht ganz so klar liegen die Verhältnisse im südöstlichen Transvaal. MOLENGRAAFF hat längere Zeit der Ansicht gehuldigt, daß das Eis hier von SO nach NW floß. In neuester Zeit hat er aber beobachtet,²⁾ daß im Vryheid-Distrikte Geschiebe aus dem mittleren Transvaal vorkommen, und nimmt nunmehr eine gegen SO gerichtete Stromrichtung des Dwyka-Eises an.

Ebenso hält es MELLOR für erwiesen, daß das Eis östlich von Pretoria von NNW gegen SSO floß.

Es erscheint nach allen diesen Angaben nicht mehr zweifelhaft, daß sich ein Zentrum der Dwyka-Vereisung im mittleren

¹⁾ DUNN, Report on a supposed deposit of coal etc. Capetown 1886 S. 9.

²⁾ MOLENGRAAFF, Geology of Transvaal S. 69.

oder nördlichen Transvaal, etwa in der Gegend der Springbok Flats oder des Palala-Plateaus befand. Ob sich hier in jungpaläozoischer Zeit ein hoher Gebirgsstock erhob, ob hier ein Hochplateau lag, von dessen Rändern das Eis abströmte, das wissen wir nicht. Wir müssen immer im Auge behalten, daß uns bisher nur eine Hälfte des gesamten Problems notdürftig bekannt ist, nämlich die Verbreitung des Eises nach Süden hin. Wie die Verhältnisse nördlich von dem hier angenommenen Zentrum der Vereisung lagen, ist uns zur Zeit noch völlig unbekannt. Ebensowenig wissen wir etwas darüber, ob nicht neben diesem in Transvaal gelegenen Mittelpunkt der Vereisung noch andere in Südafrika existierten.

Man sieht also, die Frage der Dwyka-Vereisung in Südafrika ist noch keineswegs ganz gelöst und bietet immer noch die interessantesten Probleme.

Da das südliche Dwyka ursprünglich wohl in horizontaler Lage abgelagert worden ist und überall seiner Unterlage konkordant aufliegt, so muß man daraus schließen, daß diese bei Eintritt der Ereignisse, welche die Ablagerung des Dwyka hervorriefen, eine horizontale oder höchstens schwach gewellte Platte bildete. Die z. B. in FRECHS Lethaea vertretene Ansicht, daß die Kapformation zur Karbonzeit gefaltet wurde, ist daher zu korrigieren; die erste Faltung, welche die Kapschichten erfuhren, abgesehen von einer leichten Hebung, welche ihr Auskeilen im Distrikt Calvinia veranlaßte, datiert sicher aus dem Mesozoicum. Es liegt nahe, diese erste Dislokationsperiode mit der Bildung der Enon-Konglomerate in Zusammenhang zu bringen; sie würde dementsprechend in die spätere Jurazeit fallen. Das aber die Randgebirge der großen Karru noch in nachjurassischer Zeit, vielleicht sogar in einer sehr jungen Periode, noch einmal gefaltet wurden, beweisen die starken Dislokationen, welche nach SCHWARZ¹⁾ im Enonkonglomerat des Distriktes Willowmore zu beobachten sind. Nach meiner²⁾ Auffassung deutet auch die durchaus jugendliche Talbildung in den Randketten der Karru auf sehr junge Dislokationen hin.

Gerade umgekehrt liegen die Dinge im Bereiche des nördlichen Dwyka; dieses liegt auf einer alten, teilweise gefalteten und sehr heterogen zusammengesetzten Unterlage, hat aber nach seiner Ablagerung keine wesentlichen Dislokationen, wenigstens nicht durch Faltung, mehr erfahren.

Die Tatsache, daß das Dwyka im Norden auf sehr verschiedenen und zuweilen stark dislozierten Gesteinen aufliegt,

¹⁾ Ann. Rep. 1903 S. 111.

²⁾ Vergl. PHILIPPI, Geograph. Zeitschr. 1905.

besagt natürlich noch nicht ohne weiteres, daß seine Unterlage auch uneben war; denn sie konnte ja ebensowohl eine glatte Rumpffläche darstellen, wie sie PASSARGE von vielen Stellen in Afrika beschreibt oder wie sie am Ostrande des Ural auftritt. Es läßt sich nun aber an verschiedenen Punkten nachweisen, daß die Auflagerungsfläche des nördlichen Dwyka stellenweise recht uneben war.

Nach MOLENGRAAFF¹⁾ verläuft die untere Grenze des Dwyka im Distrikte Vryheid in sehr verschiedener Meereshöhe; ein Teil dieser Höhenunterschiede sei zwar auf jüngere Dislokationen zurückzuführen, ein anderer finde aber seine Erklärung in ursprünglichen Unebenheiten des Untergrundes. MELLOR²⁾ nimmt an, daß die Täler des Elands River, Bronkhorst Spruit und Wilge River östlich von Pretoria präglacial seien; sie scheinen mehr oder weniger vollständig mit Dwyka ausgefüllt gewesen zu sein und sind erst in jüngster Zeit reexcaviert worden. Besonders deutlich zeigt dies ein Profil am Wilge.

In den Aufschlüssen am rechten Vaal-Ufer bei Vereeniging konnte ich selbst die außerordentlich unebene Unterfläche des Dwyka beobachten, das dort stellenweise in Schluchten des Malmami-Dolomits lagert. Von Jackals Water im Distrikt Prieska geben ROGERS und SCHWARZ³⁾ eine Abbildung, nach der Dwyka an eine senkrechte, mit Kritzen bedeckte Wand von 8 Fuß Höhe anstößt.

Leider ist gerade das nördliche Dwyka zu selten aufgeschlossen, um eine weitere Verfolgung „präglacialer“ Talzüge zu gestatten.

Soweit sich aus den spärlichen Angaben, die bisher vorliegen, vermuten läßt, war der Untergrund des nördlichen Dwyka hügelig und zeigte keinen Hochgebirgscharakter. Nach allen bisherigen Beobachtungen läßt sich auf ein einheitliches Inlandeis schließen, welches keine Oberflächenmoränen trug.

7. Der Übergang aus der nördlichen in die südliche Ablagerungsform der Dwyka.

Noch vor wenigen Jahren war die Frage offen, ob das Vaalkonglomerat, das diskordant auf oft geschrammter Unterlage aufruhrt, identisch sei mit dem Dwykakonglomerat, das konkordant die höchsten Schichten der Kapformation am Südwest- und Südrande der Karru überlagert. Wurde ja doch die Ansicht ge-

¹⁾ Origin of the Dwyka, S. 111.

²⁾ Geolog. Surv. Transvaal. Report 1903, S. 20, siehe auch Profil t. 18, f. 4.

³⁾ Oranje River Ground Moraine, S. 118.

äußert, das südliche Konglomerat sei alt, aber nicht glacial, das nördliche zwar glacialen Ursprungs, gehöre aber dem Diluvium an.

Neuere Aufnahmen der Kap-Geologen ROGERS und SCHWARZ haben die Identität der nördlichen und südlichen Konglomerate nachgewiesen und zugleich über das Auskeilen der Kapformation und das Verhalten des Dwyka zu deren Gliedern sehr interessantes Material zu Tage gefördert.

Der Übergang aus der nördlichen in die südliche Dwyka-Entwicklung vollzieht sich am Westrande der großen Karru, hauptsächlich im Distrikt Calvinia. Noch bis zu den Farmen de Vallei und Kaffirs Kraal am Westrande der Karru liegt Dwyka dem Wittebergsandstein konkordant auf¹⁾ und geht durch ein System von geschiefbefreien, sandigen Schiefen in ihn über, d. h. bis hierhin ist der südliche Typus in voller Reinheit entwickelt.

Weiter nördlich, bereits bei Elands Vlei an der Westseite des Doorn River, fehlen die Zwischenschichten zwischen Dwyka und Wittebergsandstein. Die Oberfläche des Wittebergsandsteins unter dem Dwyka ist uneben (hummocky), zeigt aber keine deutliche Schrammung. Daß aber der Untergrund hier bereits abgenutzt wurde, mit anderen Worten, daß das Dwyka hier von Inlandeis und nicht von Eisbergen abgelagert wurde, beweisen die Geschiebe von glimmerreichem feinplattigem Wittebergquarzit, welche aus der Unterlage des Konglomerates entnommen und in dessen untersten Schichten aufgehäuft sind.

Wenig nördlich von Elands Vlei keilt der Wittebergsandstein aus und das Dwyka liegt nun diskordant auf dem mittleren Gliede der Kapformation, den marinen Bokkeveldschichten.²⁾ Bei Menzies Kraal erinnert die Oberfläche des Bokkeveld-Sandsteins unter dem Dwyka an Rundhöcker-Formen; Schrammen fanden sich auf anstehendem Gestein nicht, wohl aber zeigte sie ein losgelöster Block des Untergrundes. Je weiter nach Norden, desto tiefere Teile der Bokkeveldschichten traten in Berührung mit dem Dwyka, bis dieses sich schließlich am Nordende der Farm Matjesfontein³⁾ direkt auf den Tafelbergsandstein legt. Aber bereits an der Stink Fontein Poort, wo der Doorn River das Plateau des Bokkeveld-Berges durchbricht, hat sich auch dieses unterste Glied der Kapformation ausgekeilt, und das Dwyka bedeckt nun auf eine längere Strecke die Ibiqwas-Schichten, welche

¹⁾ Ann. Report. Geolog. Commiss. Cape of Good Hope 1903. S. 18 ff.

²⁾ Ann. Rep. 1901 S. 34.

³⁾ Nicht zu verwechseln mit der gleichnamigen Station an der Bahnstrecke Capstadt—De Aar, wo gleichfalls Dwyka ansteht.

durch eine Diskordanz von der Kapformation getrennt und jedenfalls bedeutend älter als diese sind. Nördlich vom Bokkeveldberge tritt schließlich Dwyka mit Granit und Gneis in Berührung; hier endigte vorläufig die Kartierung, aber vom Gipfel des Langeberges sahen die aufnehmenden Geologen das Dwyka sich weit nach Norden in das Buschmannland hinein ziehen.

Somit ist durch die sorgfältigen Aufnahmen der Herren ROGERS und SCHWARZ der Übergang der nördlichen Facies des Dwyka alias Vaalkonglomerat in die südliche oder das echte Dwyka-Konglomerat am Westrande der großen Karru sicher gestellt worden.

Daß sich der petrographische Habitus des Dwyka mit dem Verschwinden der Diskordanz an seiner Basis ändert, mag sich teilweise wohl daraus erklären, daß es möglicherweise in einem anderen Medium abgelagert worden ist. Ich komme auf diesen Punkt noch zurück. Die stärksten Abweichungen sind aber wohl darauf zurückzuführen, daß das südliche Dwyka gefaltet ist, das nördliche nicht. Daß die Grenze zwischen gefaltetem und ungefaltetem Dwyka nahezu mit der Nordgrenze der konkordanten Auflagerung zusammenfällt, darf wohl als ein Zufall betrachtet werden. Jedenfalls trat die Faltung erst lange nach Bildung des Dwyka, vermutlich erst in spätjurassischer Zeit ein.

Im Süden der großen Karru und in ihrem Westen bis zur Grenzlinie de Vallei-Kaffirs Kraal, einem Teil der Olifant-Komati Linie PASSARGES, existiert also zwischen Dwyka und seiner Unterlage, dem Wittebergsandstein, keine wahrnehmbare Diskordanz; beide Formationsglieder sind vielmehr durch ein tonig-sandiges Schichtsystem miteinander verbunden, das die Landesuntersuchung der Kapkolonie als die Lower Shales bezeichnet und dem Dwyka zurechnet.

8. Verschiedene Deutung des nördlichen und südlichen Dwyka.

In einer sehr dankenswerten zusammenfassenden Darstellung des Dwyka-Konglomerates hat CÖRSTOPHINE¹⁾ im Jahre 1899 die Kennzeichen der nördlichen und südlichen Ausbildungsweise einander gegenübergestellt. Aus der instruktiven Tabelle, die auch PASSARGE in seinem Werke über die Kalahari wiedergibt, geht hervor, daß hauptsächlich in drei Punkten Verschiedenheit herrscht.

1. Das nördliche Dwyka ist fast ungeschichtet, während das südliche öfters Schichtung erkennen läßt.

2. Im nördlichen Dwyka entstammen die Geschiebe zum großen Teil dem in der Nähe anstehenden Gestein, im südlichen nicht.

¹⁾ Ann. Report 1899, S. 4 ff.

3. Das nördliche Dwyka liegt diskordant auf oft gekritzter Unterlage, das südliche konkordant auf dem höchsten Gliede der Kapformation, dem Wittebergsandstein, mit dem es durch petrographische Übergänge verbunden ist.

Ob der in Punkt 1 berührte Unterschied konstant genug ist, um eine Trennung in zwei Facies vorzunehmen und für beide eine verschiedenartige Genese zu befürworten, ist mir nicht bekannt. Sehr viel wichtiger ist jedenfalls der dritte Punkt, mit dem der zweite aufs engste zusammenhängt.

Das nördliche Dwyka halten die südafrikanischen Geologen wohl übereinstimmend für die Grundmoräne eines Inlandsees; mir ist keine Tatsache bekannt, die gegen diese Annahme spricht.

Das südliche Dwyka hingegen wird von den meisten, speziell von den Geologen der Cape Survey, für eine Driftbildung erklärt. Nach der einen Ansicht trieben die geschiebeführenden Eisberge, welche sie hervorriefen, in einem riesigen Binnensee, nach der anderen im offenen Meere.

Ich muß gestehen, daß ich eine Driftbildung in einem Inlandsee nicht grade für sehr wahrscheinlich halte. Um Eisberge von mittlerer Größe zu tragen, mußte der See mindestens 150—200 m tief sein. Seine Breite läßt sich nicht genau feststellen, da wir den Ost- und Westrand des südlichen Dwyka nicht genau kennen; sie kam aber wohl mindestens der von Südafrika unter dem 32^o s. Br. gleich. Zu derartigen Riesenseen nimmt der Geologe seine Zuflucht, wenn er sich garnicht mehr anders zu helfen weiß. Ich erinnere nur an die monströsen Seen, in welchen sich der Old Red Sandstone gebildet haben soll. Für das südliche Dwyka scheint mir ein derartig gewaltsamer Erklärungsversuch nicht notwendig zu sein.

Wenn es sich hier wirklich um eine Driftbildung handelt, so ist eine marine jedenfalls leichter zu erklären als eine limnische. Für eine marino-glaciale Entstehungsweise des südlichen Dwyka fehlt allerdings der direkte Nachweis, der durch das Vorhandensein von marinen Tierresten geführt wird; aber auf der anderen Seite spricht dieser Punkt auch nicht unbedingt gegen die Ablagerung im Meere.

Auf der deutschen Südpolar-Expedition befand sich der „Gauß“ monatelang in Meeresteilen, in welchen marino-glaciale Sedimente zur Ablagerung gelangen. Jeder Dretschzug konnte uns davon überzeugen, daß in der Tiefe das Tierleben sehr reich entwickelt war und daß dort speziell kalkabsondernde Organismen in großer Menge lebten. Die oberflächlichen Schichten des Meeres waren hingegen ganz außerordentlich reich an Diatomeen. Das Lot aber brachte in den meisten Fällen Sedimente herauf,

welche keinen Kalk und meist nur sehr wenig Diatomeenreste enthielten. Es muß also in diesen antarktischen Gewässern, auch schon in geringen Tiefen, eine rapide Auflösung von Kalk und Kieselsäure vor sich gehen, und Driftablagerungen, welche sehr arm an Organismenresten sind, sind das Resultat.

Man könnte vielleicht am ehesten erwarten, im südlichen Dwyka Diatomeenreste zu finden. Aber einerseits steht es nicht fest, ob in jener entlegenen Periode sich diese Pflanzenformen bereits dem Leben in eiskalten Gewässern so angepaßt hatten, wie heutzutage; andererseits haben im Dwyka starke Umsetzungen gerade der Kieselsäure stattgefunden, wie die allgemeine Durchkieselung der Matrix und die Quarzitbildung in den Sandlinsen beweist, und es ist wahrscheinlich, daß die leicht lösliche Kieselsäure der Diatomeen zu allererst von diesen Vorgängen ergriffen wurde.

So ist denn eine marinoglaciale Entstehung des südlichen Dwyka zwar durch Fossilfunde nicht bewiesen, aber auch durch ihr Fehlen nicht ausgeschlossen.

Für die Annahme, welche im südlichen Dwyka eine marine Driftbildung sehen will, scheinen auch die „lower shales“ zu sprechen, welche einen petrographischen Übergang zwischen dem Dwyka - Konglomerat und dem Wittebergsandstein darstellen. Zwar sieht man auch in unseren Diluvialbildungen oft genug Grundmoräne feinklastische Bildungen konkordant überlagern; aber stets ist die Grenze zwischen beiden Bildungen scharf ausgeprägt, und in keinem Falle entsprechen die geschichteten Bildungen unter unserem Geschiebemergel den „lower shales“, die ganz allmählich in das Dwyka übergehen. Hingegen entsprechen die „lower shales“ petrographisch etwa den Bildungen, wie sie sich vor der Mündung großer Flüsse, etwa in der Nähe der 100 Faden-Linie, niederschlagen.

Auch die Schichtung, welche das südliche Dwyka bisweilen zeigt, läßt sich mit der Annahme einer Eisdrift gut in Einklang setzen. Beobachtungen in den antarktischen Meeren haben gezeigt, daß es gewisse Perioden gibt, in denen Eisberge viel häufiger auftreten und weiter nach Norden schwärmen, als in gewöhnlichen Zeiten. Es liegt nahe, die Schichtung im südlichen Dwyka, welche ja auf einem Wechsel des Materials beruht, mit derartigen Erscheinungen der Jetztwelt zusammen zu bringen.

Oscillationen in der Dicke des Inlandeises müssen sich in einem Vor- oder Zurückgehen des Eisrandes ausdrücken. Es muß also, wenn das Inlandeis im Meere endigt, zuweilen Grundmoräne auf Driftbildung lagern oder umgekehrt. Anzeichen für

ein derartiges Verhalten scheinen nun neuerdings ROGERS und DU TOIT¹⁾ in dem „striated pavement“ von Elands Vlei, am Westrande der Karru, gefunden zu haben.

Das Geschiebepflaster²⁾ liegt etwa 50 Fuß über dem Boden des Dwyka. Die zahlreichen Geschiebe, welche an seiner Oberfläche liegen, sind sämtlich in der Richtung O. 5 S. (mißweisend oder rechtweisend?) geschrammt, ältere Kritzen, die in anderen Richtungen liefen, sind dadurch fast vollständig verwischt. Die Matrix trägt Furchen bis zu 1 Zoll Tiefe, welche in derselben Richtung wie die Schrammen verlaufen. Es scheint wohl sicher, das sich die Unterfläche des Inlandeises hier über bereits gebildetes Dwyka schob, das eine zähe, halbverhärtete Masse darstellte. Wenn das Dwyka, dem das Steinpflaster angehört, eine Driftbildung war, so hätte man es hier mit einer Überlagerung durch Moränè zu tun, wie sie jedes Anschwellen, bezw. jeder Vorstoß des Inlandeises hervorrufen mußte.

Mit völliger Sicherheit läßt sich jedoch z. Z. die Frage, ob das südliche Dwyka eine marine Driftbildung ist, noch nicht entscheiden, teils weil wir noch zu wenig über dasselbe wissen, zum anderen Teile aber auch, weil marine Driftablagerungen der Jetztwelt, die wir zum Vergleich heranziehen müssen, uns noch sehr wenig bekannt sind.

9. Die Schichten im Liegenden und Hangenden des südlichen Dwyka.

Die „lower shales“, welche das Dwyka zumeist vom Witteberg-sandstein trennen, bestehen am Südwestrande der Karru³⁾ aus dunkelblauen oder grünlichen Schiefertönen; zu unterst liegen meist einige Bänke von grobkörnigem Quarzit, welcher Kreuzschichtung zeigt. In den letzteren kommen bisweilen Gerölle von Quarz sowie Bruchstücke von Feldspat und Schiefer vor, während die große Masse der „lower shales“ frei von gröberen Beimengungen ist. Die Mächtigkeit beträgt im Distrikt Ceres und den sich östlich anschließenden Gebieten 350—400 Fuß.

Ein genaues Profil durch die „lower shales“ beschreibt SCHWARZ von Kandoos Poort im Distrikt Prince Albert, am Südrande der Karru. Dunkle oder grünliche, oft sehr dünn-

¹⁾ Ann. Rep. 1903 S. 21.

²⁾ Auch aus nordischen Glacialablagerungen sind derartige Geschiebepflaster öfters beschrieben worden. Man vergl. GEINITZ, Lethaea Geognostica. III. Teil. 2. Quartär. Lief. 2 S. 201 und GILBERT, Journ. of Geology 1898 S. 771. Eine analoge Bildung ist die hier bereits erwähnte aus der Schlucht von Makrach in der indischen Salt Range.

³⁾ Ann. Rep. 1903 S. 19.

schichtige Tonschiefer walten vor. ihnen schalten sich gelbliche Sandsteine und weiße Quarzitbänke ein. Die Mächtigkeit beträgt hier $459\frac{1}{3}$ yards und wird als außergewöhnlich groß angesehen; für gewöhnlich sind die „lower shales“ nördlich von den Zwartebergen nur halb so mächtig.

Weiter östlich, bei Zoetendals Vlei,²⁾ sind die „lower shales“ sehr reich an Quarziten, auch Kalksteine kommen vor. Besonders auffallend ist hier ein Konglomerat, das sich aus abgerollten oder eckigen Fragmenten von Quarz, großen Feldspatkristallen und Kugeln von Kalkstein, von etwa 1 Zoll Durchmesser, zusammensetzt.

Wenn die „lower shales“ die marinen Ablagerungen sind, welche sich bildeten, bevor der Rand des Inlandeises die Küste erreichte und Eisberge produzieren konnte, so müssen ihnen „upper shales“ entsprechen, welche über dem Dwyka zur Ablagerung gelangten, als das Inlandeis beim Abschmelzen sich hinter den Küstensaum zurückzog. Dies ist tatsächlich auch der Fall. Das südliche Dwyka-Konglomerat geht nach oben in „upper shales“³⁾ über, welche in ihrer Zusammensetzung den „lower shales“ analog sind. Sie bestehen nämlich aus blauschwarzen oder grünlichen Tonschiefern, welche weiter nach oben mit ebenfalls dunklen, dünn-schichtigen Sandsteinen wechsellagern. Den Abschluß nach oben bilden schwarze kohlige Schiefer, welche reich an Pyrit sind und unter Bildung von Gips schneeweiß verwittern; sie enthalten in ihrer obersten Abteilung Bänke von Hornstein, welche von den Geologen der Cape Survey als die obere Grenze der Dwykaschichten angesehen werden. An der Basis der kohligen Schiefer fanden sich bei Nieuwoudtville in der westlichen Karru Reste von *Mesosaurus*. Die Mächtigkeit der „upper shales“ beträgt am Südwestrande der Karru 550 Fuß.

Schon in den „upper shales“ ist der Zusammenhang mit Glacialbildungen nicht mehr direkt aus der Gesteinsbeschaffenheit abzuleiten und wird nur aus ihrem allmählichen Übergange in das Dwykakonglomerat gefolgert. In der nächst jüngeren Abteilung, den Eccaschichten, fehlt am Süd- und Westrande der großen Karru jede Andeutung eines glacialen Ursprunges.

10. Die Eccaschichten.

In ihrer normalen Ausbildung gliedern sich die Eccaschichten⁴⁾ im Südrande der großen Karru in vier Horizonte (four phases Ecce)

¹⁾ Ebenda S. 88.

²⁾ Ebenda S. 94.

³⁾ Ann. Rep. 1903 S. 24 und 89 ff.

⁴⁾ Ann. Rep. 1903 S. 95.

4. Schiefertone
3. Kalksteine
2. Rot verwitternde Sandsteine
1. Gelb verwitternde Sandsteine.

An einzelnen Stellen haben die Eccaschichten Reste der *Gangamopteris-Glossopteris-Flora* geliefert.

Eine etwas abweichende Facies stellen die Graaff-Reinet-Schichten dar. Sie bestehen aus dunklen, aber mit weißen Flecken übersäten Schiefeln und Sandsteinen und kieselreichen Kalken und enthalten in großen Mengen verkieseltes Holz.

Die vorwiegend sandige Facies, welche auch als Laingsburg-Facies bezeichnet worden ist, geht weiter nach N in die rein tonige der Kimberley-Schiefer über. Doch ist in diesen möglicherweise ein Teil der upper shales des Dwyka noch enthalten.¹⁾

Ich muß hier die Frage, in welchem Medium sich die Eccaschichten am Süd- und Westrande der großen Karru niederschlugen, unbeantwortet lassen und betone hier lediglich, daß irgend eine Mitwirkung des Eises bei ihrer Bildung nicht mehr anzunehmen ist.

Anders scheinen allerdings nach MOLENGRAAFF die Verhältnisse bei dem Teil der Eccaschichten zu liegen, welche im südöstlichen Transvaal dem Dwyka auflagern. Nach diesem Forscher²⁾ bestehen die Eccaschichten fast ausschließlich aus einem dunklen Ton, der von der Matrix des Dwyka nicht unterschieden werden kann. Der Übergang beider Gesteine ineinander ist ein ganz allmählicher; zuweilen ist sogar Wechsellagerung wahrzunehmen, wie z. B. auf der Farm Vaalklip im Distrikt Vryheid. An einer anderen Stelle beobachtete MOLENGRAAFF große eckige Geschiebe in einem sonst geschiebefreien Eccaschiefer.

Zu dieser Auffassung ist folgendes zu bemerken. MOLENGRAAFF zählt das Kohlenflöz des südlichen und südöstlichen Transvaal bereits den Beaufort-Schichten zu, während eine andere Ansicht, der ich mich anschließen möchte, in ihm ein Äquivalent der Eccaschichten erkennen will. Besonders wichtig scheint mir für diese Frage die Flora von Vereeniging zu sein; diese deutet aber auf untere Dyas, während die Beaufort-Schichten ziemlich allgemein bereits für triadisch angesprochen werden. Außerdem ist das Kohlenflöz südlich und östlich von Pretoria nur durch äußerst geringmächtige Sandstein- und Schieferhorizonte vom Dwyka getrennt; im südöstlichen Transvaal ist die Mächtigkeit der Schichten, welche die Kohle vom Dwyka trennen, allerdings sehr viel beträchtlicher.

¹⁾ ROGERS, Geology of Cape Colony, 1905 S. 184.

²⁾ MOLENGRAAFF, Origin of the Dwyka Conglomerate. S. 112.

Unter diesen Umständen halte ich es für nicht unwahrscheinlich, daß die Eccaschichten MOLENGRAAFFS, die augenscheinlich in der Rückzugsperiode des Inlandeises abgesetzt wurden, noch dem den Dwykaschichten im weiteren Sinne, vielleicht den upper shales der südlichen Facies entsprechen. Es liegt sogar die Annahme nicht ganz fern, in den kohligen Schiefern am Südrande der Karru ein Äquivalent des Transvaal-Kohlenflözes zu sehen. Dann würde dieses sogar aus den Eccaschichten ausscheiden und an die Spitze der Dwykaschichten rücken.

Aber auch MOLENGRAAFFS Ansicht ist nicht gänzlich zu verwerfen. Da sich augenscheinlich das Inlandeis nach Norden zurückzog, so konnten sich recht wohl in Transvaal zur Eccazeit noch Glacialablagerungen niederschlagen, während die gleichalterigen Schichten viel weiter im Süden keine Spur mehr von ihnen erkennen lassen.

Erst genaue stratigraphische Arbeiten in Natal und am Westrande des großen südafrikanischen Karru-Beckens oder glückliche Fossilfunde werden über diese interessante Frage sicheren Aufschluß geben.

11. Ist für die Dwyka-Bildungen eine einmalige Vereisungsperiode anzunehmen?

Einlagerungen, welche auf Transport durch bewegtes Wasser hindeuten, sind, wie bereits geschildert, im Dwyka durchaus nicht selten; allein sie sind im allgemeinen weder so konstant noch so mächtig, daß man aus ihnen auf Interglacialzeiten schließen darf. Augenscheinlich handelt es sich um die Tätigkeit subglacialer Schmelzwasser, vielleicht um geringe Oscillationen am Eisrande oder, falls das südliche Dwyka im Meere abgelagert wurde, um die Wirkung von Strömungen. An den meisten Punkten tritt uns das Dwyka als eine vorwiegend einheitliche Bildung entgegen, welche nur auf einen einmaligen Vereisungsvorgang zurückzuführen ist.

Einzelne Beobachtungen aus dem Gebiete des nördlichen Dwyka scheinen dieser Auffassung zu widersprechen. Von den Lagerungsverhältnissen bei Vereeniging, welche nach Ansicht einiger Autoren die interglaciale Lage des dortigen Kohlenflözes beweisen sollen, spreche ich ausführlich weiter unten. Ich kann in dem geringmächtigen (1 Fuß) Konglomerat im Hangenden der Kohle lediglich eine Flußablagerung sehen, für deren Zusammenhang mit einer zweiten Vereisungsperiode bisher noch der Beweis aussteht.

Ähnlich scheinen die Verhältnisse am unteren Vaal zu

liegen, über die Stow¹⁾ berichtet. Nahe der Basis der Karru-Formation liegt ein Konglomerat von 70—80 Fuß Mächtigkeit, das nach der Beschreibung dem Dwyka entspricht, aber stellenweise recht deutliche Spuren fließenden Wassers aufweist. Entgegen dem sonstigen Verhalten des nördlichen Dwyka ruht aber dieses Konglomerat nicht unmittelbar älteren Gesteinen auf, sondern ist von ihnen noch durch eine Schichtenfolge von Sandsteinen und Tonschiefern getrennt, deren Mächtigkeit nicht bekannt ist. Diese Schichten erinnern an die analogen Gesteine an der Basis des südlichen Dwyka, sie berechtigen wohl aber noch nicht, das Konglomerat in ihrem Hangenden den Eccaschichten zuzurechnen, wie dies PASSARGE²⁾ tut. Ich möchte vielmehr in diesem unteren Konglomerat Stows echtes Dwyka erkennen.

Wohl aber dürfte das jüngere oder Backhouse Konglomerat den Eccaschichten angehören, da es augenscheinlich hoch über dem älteren Konglomerat liegt und von mächtigen, meist olivfarbigen Schiefertönen, den olive shales von Kimberley, unterlagert wird. Ich habe das Backhouse Konglomerat nicht mit eigenen Augen gesehen und kann aus Stows kurzer Beschreibung nicht den Eindruck gewinnen, daß es sich um eine Grundmoränenbildung handelt. Da Stow neben „boulders“ auch von „gravel“ spricht, scheint eher eine fluviatile Bildung anzunehmen zu sein. In diesem oberen Konglomerate finden sich große gerundete Massen des unteren Konglomerates, dieses scheint also den erodierenden Flüssen bereits teilweise zum Opfer gefallen zu sein. Auch für das obere Konglomerat von Vereeniging hat umgelagertes Dwyka wohl den größten Teil des Materials geliefert.

So lange ein Zusammenhang dieser oberen Konglomerate mit echten Grundmoränenbildungen nicht erwiesen ist, wird man lediglich von einer dyadischen Vereisungsperiode in Südafrika sprechen dürfen.

12. Alter des Dwyka.

Eine direkte Altersbestimmung des Dwyka ist nicht möglich, da sich Fossilien in ihm noch nicht gefunden haben. Wohl aber lassen sich aus der Überlagerung durch fossilführende Horizonte Schlüsse ziehen, bei denen allerdings eine gewisse Vorsicht geboten erscheint.

Am klarsten scheinen die Verhältnisse bei Vereeniging im südlichen Transvaal zu liegen. Das Profil, welches am Nord-

¹⁾ Notes upon Griqualand-West. Quart. Journ. Geolog. Soc. 30. 1874 S. 598 u. 605.

²⁾ Die Kalahari S. 51.

ufer des Vaal und in den Kohlen gruben aufgeschlossen ist, läßt in der Reihenfolge von oben nach unten folgendes¹⁾ erkennen:

1. Sandstein mit *Glossopteris*, *Gangamopteris*, *Sigillaria* etc., 20 Fuß.
2. Verkitteter Schotter, 1 Fuß.
3. Kohle, 10—12 Fuß.
4. Dunkle Schiefer mit Wurzeln, 10 Fuß.
5. Dwyka-Konglomerat, 50 Fuß.

Nach CORSTOPHINE²⁾ ist das unter 2 genannte Konglomerat im Hangenden der Kohle ebenfalls glacialen Ursprungs, das Kohlenflöz von Vereeniging wäre dementsprechend interglacial.

In den Kohlen gruben von Viljoens Drift unmittelbar südlich von Vereeniging sollen sogar Dwyka und Kohle wechsellagern. Ich kenne leider die Verhältnisse bei Viljoens Drift nicht, kann aber für Vereeniging CORSTOPHINES Ansicht nicht beitreten. Das geringmächtige Konglomerat über der Kohle ist nach meinen Beobachtungen keine Grundmoräne, sondern ein Schotter, in dem allerdings wenig abgerollte Gesteinsbrocken enthalten sind und sich im wesentlichen dieselben Gerölle finden, wie im Dwyka unter der Kohle. Es ist also denkbar, daß dieses Konglomerat fluvioglacial ist; dann wäre allerdings die Kohle von Vereeniging interglacial. Es ist aber ebensowohl möglich, daß das fragliche Konglomerat eine rein fluviatile Bildung darstellt und daß seine Beziehung zu den liegenden Glacialbildungen sich darauf beschränkt, daß Dwyka-Material aufgearbeitet und auf secundärer Lagerstätte deponiert worden ist.

Wenn also auch das Hangende der Kohle möglicherweise nicht mehr glacialen Ursprungs ist, so ist doch die Verbindung zwischen der Kohle und dem Dwyka in ihrem Liegenden eine sehr intime. Das Profil zeigt bereits, daß das Flöz von einem dunklen Schiefer unterlagert wird, welcher Wurzeln von Kohlenpflanzen enthält; es wäre dies also ein under-clay, die Kohle von Vereeniging somit als autochton anzusehen. Es dringen aber die

¹⁾ Die Mächtigkeits-Zahlen verdanke ich Herrn LESLIE aus Vereeniging, dessen sachkundiger Führung ich mich erfreute.

²⁾ Note on the age of the Central South Africa Coalfield. Transact. Geolog. Soc. South Africa 6. 1903 S. 16.

³⁾ Herr Prof. POTONIÉ hat auf meine Bitte diese dunklen Streifen untersucht und in ihnen Kohle konstatiert. Er rechnet allerdings auch mit der Möglichkeit, daß es sich um humöse Infiltration handeln kann. Diese Deutung ist nicht sehr wahrscheinlich, da das Dwyka von dem Kohlenflöz durch 10 Fuß Tonschiefer getrennt ist, die wahrscheinlich ein Durchsickern von humussauren Lösungen aus dem ursprünglichen Waldmoore verhinderten. Die Deutung, daß es sich um echte Wurzelreste handelt, ist die wahrscheinlichere.

Wurzeln der Kohlenpflanzen sogar noch bis in das echte Dwyka vor und haben stellenweise seine Gerölle umschlungen. Taf. XXV Fig. 2 stellt ein derartiges Geröll dar, welches noch Spuren von Wurzeln in Gestalt von kohligen Bändern auf seiner Außenseite aufweist.

Es ist also wohl zweifellos, daß die Vegetation, deren Reste sich im Kohlenflöz von Vereeniging aufhäufte, auf dem Dwyka (und vielleicht den untersten Schichten des Ecce - Horizontes, wenn wir diesem die Schiefertone mit den Pflanzenwurzeln zu zählen wollen) wuchs.

Man kann allerdings immer noch einwenden, daß zwischen der Bildung des Dwyka und dieser Vegetations-Periode sehr große Zeiträume liegen können. Es ist dies jedoch nicht grade wahrscheinlich. In diesem Falle müßte das Dwyka Spuren starker Verwitterung erkennen lassen. Aber grade die Gerölle von Vereeniging, welche z. T. aus leicht verwitternden Tonschiefern, Tonsteinen etc. bestehen, sind ganz außergewöhnlich frisch.

Die fossile Flora, durch welche Vereeniging so bekannt geworden ist, hat sich nun allerdings in den Sandsteinen im Hangenden des Kohlenflözes gefunden; man darf aber vermuten, daß die gleichen Pflanzen an der Bildung des Flözes selbst beteiligt waren.

Nun beschreibt SEWARD¹⁾ von Vereeniging

- Glossopteris Browniana* Brogn. var. *indica*
 " " *angustifolia*
Gangamopteris cyclopteroides FEISTM.
Neuropteridium validum FEISTM.
Bothodendron Lesliei sp. n.
Psymphyllum Kidstoni sp. n.
Sigillaria Brardi BRONG.
Noeggerathiopsis Hislopi BUNB.
Conites sp.
Cardiocarpus sp.
Phyllothea sp.
Schizoneura sp.

Es ist also die auf der Südhemisphäre wohlbekannte *Glossopteris-Gangamopteris*-Flora, welche in Australien zusammen mit marinen Fossilien der Dyas vorkommt; einen etwas anderen Habitus erhält die Flora von Vereeniging durch das Auftreten gewisser Typen der Nordhemisphäre, unter denen *Sigillaria Brardi* BRONGN. die wichtigste zu sein scheint. Diese Elemente

¹⁾ Fossil floras of Cape Colony. Ann. South. Afric. Museum. 4. 1903.

widersprechen der Deutung der Flora als dyadisch nicht, würden aber auch ein oberkarbones Alter zulassen.

Solange nicht neue Funde gemacht werden, wird man die Flora von Vereeniging wohl am besten der unteren Dyas zuweisen. Das Dwyka ruht also an der Basis der Dyas oder an der Spitze des Karbons.

Zusammenfassung.

Die hauptsächlichsten Ergebnisse der bisherigen Forschung über das südafrikanische Dwyka-Konglomerat sind in folgende Punkte zusammenzufassen:

1. Man trennte bisher die Konglomerate am Vaal und Oranje als Vaal- oder Glacialkonglomerat von dem typischen Dwykakonglomerat am Süd- und Westrande der großen Karru. Der Zusammenhang beider Bildungen ist nunmehr erwiesen, man darf alle Konglomerate an der Basis der Karruformation im wesentlichen als gleichaltrig auffassen und als Dwyka-Konglomerat bezeichnen.

2. Das typische Dwyka-Konglomerat ist als ein Blocklehm mit verhärteter Matrix zu bezeichnen; diese ist zweifellos klastischer Natur und hat die Struktur einer Mikrobrecie. Die Verhärtung ist auf eine sekundäre kieselsaure und Kalk-Infiltration zurückzuführen. Die Geschiebe sind halb gerundet und gleichen in ihrer äußeren Form durchaus diluvialen oder rezenten Grundmoränengeschieben. Kritzen waren wohl ursprünglich ganz allgemein vorhanden; gekritzte Geschiebe sind aber nur dort häufig und in guter Erhaltung zu sammeln, wo die Matrix leicht verwittert. Facettengeschiebe sind selten. Im „südlichen“ Dwyka sind die Geschiebe durchweg Exoten, während im „nördlichen“ ein großer Teil dem Untergrunde oder dem in der Nachbarschaft anstehenden entstammt, wodurch das Dwyka stellenweise den Charakter einer Lokalmoräne annimmt.

3. Heterogene Einlagerungen finden sich vielfach im Dwyka. Sie bestehen im Süden meist aus Quarzitlinsen, im Norden aus verhärteten Sanden, Schottern oder wohlgeschichteten Tonen. Sie sind in ersterem Falle wohl auf marine Strömungen, im zweiten auf lokale Oscillationen des Eisrandes etc. zurückzuführen.

4. Die Mächtigkeit des Dwyka ist sehr verschieden, nimmt aber im allgemeinen von Nord nach Süd zu.

5. Felsoberflächen mit typischer Glacialschrammung und Rundhöckerbildung sind unter dem nördlichen Dwyka häufig beobachtet werden. Die Richtungen der Schrammen konvergieren nach Nord und deuten auf ein Zentrum der Vereisung hin, das im mittleren und nördlichen Transvaal anzunehmen ist. Auch die

Geschiebe lassen nördliche Herkunft erkennen. Die Unterlage des nördlichen Dwyka war uneben und ließ deutliche Talzüge erkennen, die heute z. T. reexkaviert sind.

6. Während das nördliche Dwyka diskordant auf der oft geschrammten Oberfläche verschiedener Gesteine aufruht, liegt das südliche konkordant auf dem höchsten Gliede der Kapformation, dem Wittebergsandstein. Der Übergang beider Ablagerungsformen in einander ist im Distrikt Calvinia in der westl. Kap-Kolonie beobachtet worden.

7. Das nördliche Dwyka ist bisher ziemlich allgemein als Grundmoräne eines Inlandeises, das südliche als Driftbildung erklärt worden. Eisbergdrift in einem großen Inlandsee, wie vielfach vermutet wird, ist sehr unwahrscheinlich. Hingegen ist eine marine Driftbildung, wenngleich durch Fossilien noch nicht bewiesen, für das südliche Dwyka recht plausibel.

8. Für diesen Ursprung sprechen auch die lower und upper shales im Liegenden und Hangenden des südlichen Dwyka.

9. Die Eccaschichten lassen im Bereiche des südlichen Dwyka keinen glacialen Ursprung mehr erkennen. Ob sie sich weiter im Norden noch unter glacialen Bedingungen bildeten, ist noch nicht mit Sicherheit nachgewiesen.

10. Es ist vorläufig mit Sicherheit nur eine einmalige Vereisung für das Jungpaläozoicum in Südafrika nachzuweisen.

11. Das Dwyka gehört der ältesten Dyas oder dem jüngsten Karbon an.

Schluß.

An der Hand der hier im Auszuge mitgeteilten Tatsachen ist es leicht, die über das Dwyka bisher aufgestellten Hypothesen zu kontrollieren.

Die Deutung des Dwyka als Eruptivgestein (SUTHERLAND früher, BAIN etc.) ist, nachdem die wahre Beschaffenheit der Matrix unter dem Mikroskop erkannt worden ist, unhaltbar geworden. Gegen seine Auffassung als Eruptivbreccie (WYLEY, DUNN früher, SAWYER, HATCH) sprechen 1. das Fehlen von Kristallen oder Eruptivgesteinsfetzen, welche aus dem Erdinnern auf explosivem Wege herausgeschleudert sein können. 2. Die weite und verhältnismäßig gleichmäßige Verbreitung des Dwyka. 3. Der allmähliche Übergang des südlichen Dwyka in die Schiefer des Hangenden und Liegenden. 4. Die halbgerundete Form der Geschiebe. 5. Kritzen auf diesen und auf dem Untergrunde.

Ebensowenig ist die Ansicht von GREEN haltbar, welcher im Dwyka ein Strandkonglomerat sehen will. Sie kann nicht die Einbettung sehr verschieden großer Geschiebe in eine feinkörnige Grundmasse erklären. Und noch weniger vermag sie

sich mit den Kritzen der Geschiebe und des Untergrundes abzufinden.

So bleibt denn nur die einzige Ansicht übrig, welche im Dwyka eine Glacialablagerung erblicken will. Tatsächlich finden wir alle jene Kennzeichen, welche wir in erster Linie als Beweise glacialer Entstehung anzusehen pflegen, beim Dwyka wieder. Die Struktur dieses Konglomerats ist zumeist echte Grundmoränen-Struktur. Die Geschiebe sind halbgerundet und oft von Kritzen bedeckt. Dort, wo in seinem nördlichen Verbreitungsbezirk die Unterlage erst kürzlich freigelegt worden ist, zeigt diese häufig alle Erscheinungen subglacialer Felsböden. Mit Ablagerungen, welche sich durch typische Grundmoränenstruktur auszeichnen, stehen fluviatile und lacustre in engster Verbindung. Vielfach sind Lokalmoränen beobachtet worden u. s. w.

Es wäre nun ja auch denkbar, daß das Dwyka außer diesen echt glacialen Merkmalen noch andere aufwiese, welche einer Deutung als Grundmoräne widersprächen. Dies ist jedoch nicht der Fall, wenn man absieht von der hin und wieder ziemlich deutlichen Schichtung, die besonders im südlichen Dwyka zu beobachten ist. Da aber gerade diese Facies als Driftbildung gedeutet wird und wir die entsprechenden modernen Äquivalente noch sehr wenig kennen, läßt sich aus diesem Verhalten kein stichhaltiger Einwurf gegen die Glacialhypothese herleiten.

Mit vollem Recht betont ПЕНСК¹⁾ die Schwierigkeiten, die sich aus der Annahme einer jungpaläozoischen Vereisung Südafrikas ergeben und mahnt zu äußerster Vorsicht. Ich gebe zu, daß Einzelheiten auch auf anderem Wege zu erklären sind; für die Gesamtheit aller Erscheinungen, wie sie uns z. B. bei Riverton entgegentreten, gibt es z. Z. nur die eine Erklärung, die des glacialen Ursprungs.

Solange man an einen Zusammenhang der südafrikanischen mit antarktischen Eismassen glauben konnte, war das Problem noch verhältnismäßig einfach; heute, wo wir wissen, daß das Zentrum der südafrikanischen Vereisung etwa unter dem Wendekreise gelegen haben muß, sind die Schwierigkeiten der Erklärung noch erheblich gewachsen.

Es erscheint z. Z. unmöglich, sich ein vernünftiges Bild von den klimatischen Verhältnissen am Ausgange des Paläozoicums zu machen. Neue Lokalforschungen müssen unser heutiges Wissen umgestalten oder vervollständigen, ehe sich die theoretische Spekulation wieder an diese schwierige Aufgabe wagen darf.

¹⁾ Die Eiszeiten Australiens. Zeitschr. Ges. f. Erdkunde 35. 1900 S. 240.

Auch in Südafrika ist für die Erforschung der jungpaläozoischen Eiszeit noch sehr viel zu leisten. Zunächst wissen wir über die nördliche Fortsetzung des Dwyka noch gar nichts; da aber die Karruformation auch noch im südlichen Rhodesia kräftig entwickelt ist, so dürfen wir hoffen, auch über die Schichten an ihrer Basis bald näheres zu erfahren. Ein weiteres Desideratum sind genaue Profile aus allen Verbreitungsbezirken des Dwyka. Wichtig ist es ferner, die Herkunft der Geschiebe von möglichst vielen Lokalitäten festzustellen. Das südafrikanische Dwyka ist erst an verhältnismäßig wenig Punkten genauer bekannt; der uralte Geschiebemergel birgt sicher noch manches Geheimnis und noch mancher Forscher wird hier für seine Arbeit reichen Lohn finden.

Druckfehlerberichtigungen
zu Band 56.

S. 186 Z. 1 von oben lies: in den von ihnen speziell untersuchten
statt: wahre.

S. 186 Z. 17 von oben lies: Phyllocladus statt: Phyllodatus.

Taf. XVIII Z. 2 von oben lies: Markasit statt: Markosit.

Auf Taf. XXVII sind die Figuren umzustellen.

Erklärung der Tafel XXIV.

Fig. 1. Geschrammtes Geschiebe aus dem Dwyka-Konglomerat von Vereeniging, Transvaal.

Verkleinerung 10:13.

Fig. 2. Dasselbe.

Verkleinerung 10:16.

Nach Photographien des Verfassers. Die Originale befinden sich im Kgl. Museum für Naturkunde in Berlin.



Fig. 1.



Fig. 2.

Erklärung der Tafel XXV.

Fig. 1. Geschrammte Gesteinsoberfläche (Diabas) unter dem Dwyka-Konglomerat.
Riverton am Vaal.

Verkleinerung 1:4.

Fig. 2. Geschiebe aus dem Dwyka-Konglomerat mit anhaftenden, verkohlten Wurzelresten.
Vereeniging, Transvaal.

Verkleinerung 10:12.

Nach Photographien des Verfassers. Die Originale befinden sich im Kgl. Museum für Naturkunde in Berlin.



Fig. 1.



Fig. 2.

Erklärung der Tafel XXVI.

Fig. 1. Geschrammte Gesteinsoberfläche ('Keisformation), erst vor kurzer Zeit von dem auflagernden Dwyka-Konglomerat entblößt.
Jackal's Water, Distr. Prieska. NW Kap Kolonie.

Fig. 2. Dwyka-Konglomerat.
Distrikt Prieska.

Nach Aufnahmen von Herrn A. W. ROGERS, Direktor der kapländischen Landesuntersuchung.



Fig. 1.



Fig 2.

Erklärung der Tafel XXVII.

Fig. 1. Dwyka-Konglomerat der südlichen Facies. Das steilgestellte Geschiebeband in der Mitte des Bildes deutet die Schichtung an; sie wird unter einem Winkel von 45° von einer groben Schieferung gekreuzt. Außerdem bemerkt man noch eine nahezu horizontale Zerklüftung.

Südlich von Laingsburg. SO Kap Kolonie.

Fig. 2. Quarzit-Linse im Dwyka-Konglomerat.

Matjesfontein. SO Kap Kolonie.

Nach Aufnahmen von Herrn A. W. ROGERS, Direktor der kapländischen Landesuntersuchung.



Fig. 1.



Fig. 2.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1904

Band/Volume: [56](#)

Autor(en)/Author(s): Philippi Emil

Artikel/Article: [13. Das südafrikanische Dwyka-Konglomerat. 304-345](#)