

Die Witwatersrand-Konglomerate (Südafrika) als Glazialbildung gedeutet

(Mit 8 Tafeln und 7 Abbildungen.)

Von **J. H. Wiebols** (Springs, Transval).

Diese Arbeit ist eine Wiederveröffentlichung in deutscher Sprache von: A suggested glacial origin for the Witwatersrand conglomerates. By J. H. Wiebols, Trans. Geol. Soc. South Africa, vol. LVIII. Johannesburg, 1956. Sie findet mit Erlaubnis des Vorstandes der Geological Society of South Africa statt.

Inhaltsangabe:

Es wird eine Theorie über die glaziale Entstehung der wichtigeren Konglomerathorizonte am Witwatersrand vorgelagt und dabei werden einige Merkmale der wichtigeren Konglomerathorizonte im Lichte dieser Theorie besprochen.

Vorwort.

Der Verfasser ist der Union Corporation Ltd. für die Erlaubnis, diese Arbeit zu veröffentlichen, zu großem Dank verpflichtet. Er ist aber auch Herrn A. Frost, beratender Geologe bei dieser Gesellschaft, für Ermutigung und Hilfe während der Arbeit, für verschiedene Daten, auf die er aufmerksam machte, und für verschiedene wertvolle Anregungen sehr dankbar.

Ebenso ist der Verfasser dem Stab der Geologischen Abteilung der Union Corporation Ltd. East Geduld für sein an der Arbeit genommenes Interesse, für Diskussion und Kritik, sowie für Sammeln und Präparieren von Gesteinsproben und schließlich für Photos dankbar. Besonderer Dank gebührt dabei Herrn R. J. Moub ray, Geologe in der oben genannten Abteilung, für die viele Zeit, die er dem Gegenstand dieser Arbeit gewidmet hat, und für die Neubelebung der Diskussion, indem er ein vermutlich geschrammtes Geschiebe in den Konglomeraten fand.

Schließlich hat der Vorstand der Geological Society of South Africa seine Erlaubnis erteilt, vorliegende Arbeit in deutscher Sprache wieder zu veröffentlichen, wofür ihm der Verfasser seinen wärmsten Dank ausspricht.

Fragestellung.

Die vielen Probleme im Zusammenhang mit der Entstehung der Witwatersrand-Konglomerate sind seit Beginn der Bergbautätigkeit am Witwatersrande Anregung zu vielen Betrachtungen und Untersuchungen gewesen. Diese For-

schung ist noch nicht abgeschlossen. Vor wenigen Jahren hat die Entdeckung abbauwürdiger Mengen von Uranium-Mineralien ihr neuen Auftrieb gegeben.

Schon verhältnismäßig früh wurde erkannt, daß es zwei Hauptprobleme gab:

1. die Entstehung der Sedimente,
2. die Vererzung der Sedimente.

Das Witwatersrand-System ist ein präkambrischer Schichtkomplex überwiegend klastischer Gesteine, dessen Mächtigkeit bis zu 8000 m beträgt. In dieser Schichtserie haben die Reefs, das sind Konglomerate mit quarzitischem Bindemittel, größte wirtschaftliche Bedeutung, da sie die bekannten Gold-, in neuerer Zeit auch Uranium-Lagerstätten enthalten. Diese Goldlagerstätten wurden bisher oft als Flußseifen aufgefaßt. Die sehr weite Verbreitung der regelmäßig ausgebildeten geringmächtigen goldführenden Konglomerate wurde mit der Tätigkeit starker Hochwässer erklärt, welche die im Hinterland angehäuften Schottermassen über eine ausgedehnte flache Ebene schwemmten. In der vorliegenden Arbeit wird eine glaziale Deutung gebracht. Aus den unteren Teilen des Witwatersrand-Systems wurde schon 1922 aus den Government Reef Series im Gebiete von Heidelberg [Aufschlüsse bei Blinkpoort und Bultfontein¹⁾] und 1935, ebenfalls aus den Government Reef Series, im Gebiete von Klerksdorp [Aufschlüsse bei Buffeldoorn, Welgegund, Palmietfontein u. a.²⁾] Tillite mit gekritzten Geschieben beschrieben.

Eine der wichtigsten Eigenschaften im Zusammenhang mit der Bildung der Witwatersrand-Sedimente ist die wunderbare Regelmäßigkeit und die weite Verbreitung der wichtigeren Konglomerat-Horizonte und mehrerer bekannter Leithorizonte. Mehrere Theorien sind aufgestellt worden, ohne daß Einigkeit über die Art der Bildung dieser Sedimente besteht.

Auch die Vererzung der Konglomerate, besonders die Goldvererzung, ist Gegenstand vieler Veröffentlichungen: Wenn auch die Theorie, die die Lagerstätte als Seife erklärt, von den meisten Geologen des Witwatersrand bevorzugt wird, so hat doch auch jene Theorie, die die Lagerstätte hydrothermal entstanden erklärt, ihre Anhänger.

Da Übereinstimmung in den wichtigen Punkten im allgemeinen fehlt, wird hiemit eine andere Erklärung für die Entstehung der Konglomerate als möglich im folgenden unterbreitet. Diese Erklärung nimmt für Teile der Witwatersrand-Gesteinsfolge, besonders für die wichtigeren Konglomerate, in erster Linie Eistransport an. Es ist dem Verfasser nicht bekannt, daß diese Hypothese bereits aufgestellt worden wäre. Es sei aber betont, daß,

¹⁾ Rogers, A. W.: The geology of the country around Heidelberg. — Expl. of the Geol. Map. Geol. Survey of South Africa. Pretoria, 1922.

²⁾ Nel, L. T.: The geology of the Klerksdorp—Ventersdorp area. An explanation of the Geological Map. — Geol. Survey of South Africa. Pretoria, 1935.

obwohl im folgenden die Witwatersrand-Sedimente im Sinne dieser Hypothese besprochen werden, diese Besprechung nur eine Hypothese bleibt. Der Verfasser ist sich bewußt, daß für sichere Schlüsse der Stoff noch nicht genügend untersucht worden ist. Dabei wird die Hoffnung ausgesprochen, daß diese Veröffentlichung Grundlage und Anregung für weiteres Studium des Fragenkomplexes im Sinne dieser Hypothese bilden möge.

Die auffallendsten Eigenschaften der wichtigsten Konglomerat-Horizonte des Witwatersrand-Systems sind:

1. die große flächenhafte Erstreckung;
2. die gleichmäßige Zusammensetzung der Konglomerate über weite Strecken, wobei Quarzgerölle (mit geringen Schwankungen in der Korngröße) vorherrschen;
3. die gleichmäßige Mächtigkeit innerhalb enger Grenzen;
4. der gleichmäßige Goldgehalt über weite Gebiete;
5. die Unabhängigkeit der Konglomerate vom Liegenden.

Es ist unwahrscheinlich, daß diese Kombination von Eigenschaften, die allen wichtigeren Konglomerat-Horizonten über weite Gebiete hin eigen ist, zufälliger Natur wäre. Vielmehr ist es logischer anzunehmen, daß dieser ungewöhnlich hohe Betrag gemeinsamer Merkmale nur dann erreicht werden kann, wenn jedes Konglomerat das Endprodukt eines Vorganges ist, bei dem Material gleicher Zusammensetzung gleichen Einwirkungen unterworfen ist. Dieses Material gleichmäßiger Zusammensetzung ist in Grundmoräne oder Geschiebelehm einer großen kontinentalen Eisdecke gegeben. Die Einwirkungen, denen es unterworfen war, waren der Wellenschlag eines transgredierenden großen Gewässers.

Der Vorgang war etwa folgender:

Das Ablagerungsgebiet des Witwatersrand-Systems lag am Rande einer Inlandeisdecke. Ihre Ausmaße waren etwa der der jungpläozoischen Vergletscherung Gondwana-Landes vergleichbar. Dieses Ablagerungsgebiet war eine ausgedehnte Fastebene, anschließend an ein seichtes großes Binnengewässer. Dieses war vom Ozean vollständig abgetrennt. Sein Wasserspiegel stand daher nur unter dem Einfluß des Inlandeises. Er variierte entsprechend dem Vorstoßen oder Zurückweichen desselben. Man könnte diese Verhältnisse etwa annähernd mit jenen vergleichen, wie sie im Ostsee-Raum am Rande des fennoskandischen Eisschildes am Ende der Würmeiszeit herrschten. (Abb. 1.)

Die Witwatersrand-Sedimente sind größtenteils Ablagerungen auf einer Fastebene. Das Material stammt aus Glazialschutt, der von abschmelzendem Inlandeis zurückgelassen worden war. Die Einschwemmung in den der Fastebene vorgelagerten See erfolgte durch die Schmelzwässer des Inlandeises. Die Witwatersrand-Sedimente sind also fluvioglazial. Sie sind den „Sandr“-



Fig.1

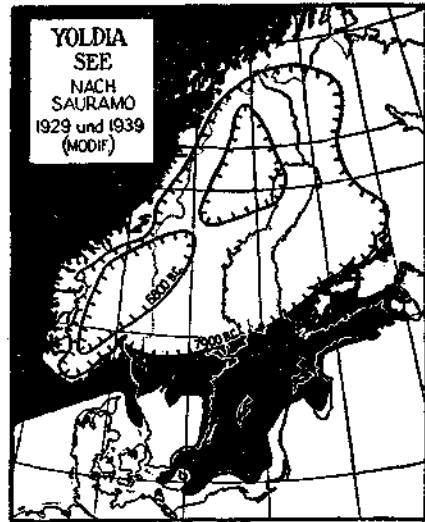


Fig.2

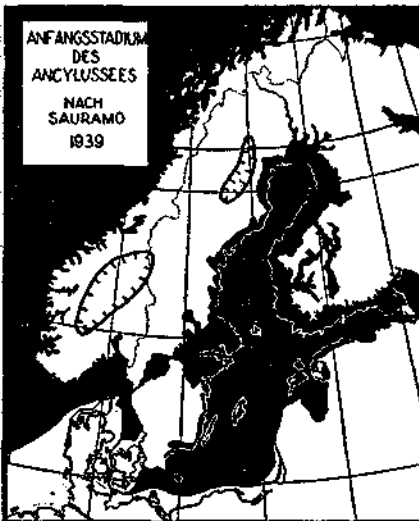


Fig.3

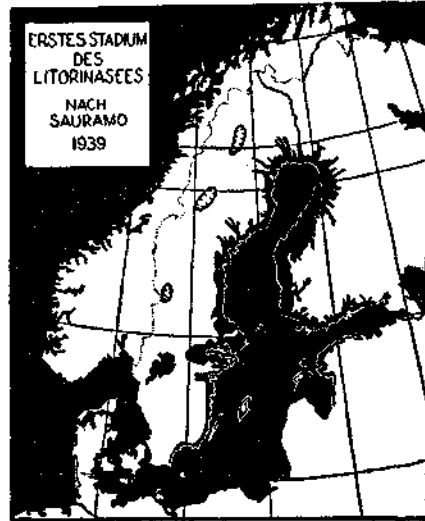


Fig.4



Erklärung:  Von der Eisdecke bedecktes Gebiet
 Vom Meer bedecktes Gebiet

Abb. 1

Rückzugsstadien der Eisdecke von Fennoscandia.

Aus Zeuner: „Dating the past“, 1952

Auf Fig. 1 gibt die eingetragene Linie „250 Miles“ die derzeit bekannte Länge des Witwatersrand-Beckens zum Vergleich der Größenverhältnisse.

Bildungen vergleichbar, wie sie häufig im Vorfeld von Gletschern auftreten. Ihre Korngröße ist sowohl in vertikaler wie auch horizontaler Richtung starken Schwankungen unterworfen. Die Korngröße an einer bestimmten Stelle ist von der Entfernung zum Eisrand abhängig. Diese Deutung eines Teiles der Witwatersrand-Sedimente stimmt im wesentlichen mit der bei anderen Autoren gegebenen überein.

Während dieses Sedimentationsprozesses blieb der Eisrand im Hintergrund. Seine während dieser Zeit verhältnismäßig kleinen Schwankungen beeinflussten nur die Korngröße der Sedimente durch Verlängerung oder Verkürzung der Transportstrecke.

Zeitweise stieß aber das Inlandeis stärker vor und bedeckte einen Teil der vorher vom Binnensee eingenommenen Fläche. Während dieser Vorstöße beförderte die Eisdecke große Massen von Grundmoräne an ihrer Basis. An ihrer Zusammensetzung beteiligt sich Material des Felsuntergrundes des Inlandeises. Dazu kommt aber noch eine kräftige Komponente, die aus den beim Vorstoß überfahrenen, vorher abgelagerten fluvioglazialen Bildungen entnommen ist. Es ist wahrscheinlich, daß die aus z. T. weit auseinanderliegenden Gebieten stammenden Eisströme, jeder für sich, durch die Geröllgesellschaft charakterisiert sind, die dem Aufbau des Untergrundes des Ursprungslandes entspricht.

Beim Rückzug des Eisrandes blieb eine ausgedehnte Schichte von Geschiebelehm zurück, die die Fastebene und das vorher vom Eis eingenommene Areal des Binnensees überkleidete. Entsprechend dem Ausmaß des Rückschmelzens der Eisdecke vergrößerte sich die Schmelzwassermenge und damit das Ausmaß des Binnensees. Dieser transgredierte über den Geschiebelehm. Der Wellenschlag spülte den Ton und andere leichte Bestandteile aus und konzentrierte den Geschiebelehm zu Bindemittel-ärmeren Konglomeraten, wobei es auch zu einer Anreicherung von Schweremineralen, wie Gold und Uraninite kam. Solcherart gebildete Konglomerate werden all die Eigenschaften aufweisen, wie sie für die Witwatersrand-Konglomerate als bezeichnend erkannt wurden.

Es wird angenommen, daß alle wichtigeren Konglomerat-Horizonte im Unteren und Oberen Witwatersrand-System auf diese Art entstanden sind.

Es sollen nun einige Eigenschaften der bedeutenderen Konglomerat-Horizonte im Lichte dieser Theorie ihrer glazialen Entstehung betrachtet werden.

Geschiebelehm im Liegenden der wichtigeren Konglomerat-Horizonte.

Angenommen, daß die Konglomerate wie oben beschrieben gebildet worden sind, d. h. durch Aufbereitung der Grundmoräne im Küstensaum des Binnensees, so muß man naturgemäß mit Schwankungen in Mächtigkeit und

Ausdehnung rechnen, die dem Ausmaß entsprechen, in dem der Geschiebelehm durch die Wasserströmungen (auch Wellenschlag) aufbereitet wurde. Wo der Geschiebelehm sehr mächtig war, oder wo er in Unebenheiten der Fastebene hineingebettet war, dort könnten liegendere Teile desselben vom Wellengang und damit der Aufbereitung entgangen sein. Solcher, nach unserer Annahme unaufbereiteter Geschiebelehm kann an vielen Stellen beobachtet werden.

Das Liegende der bedeutenderen Konglomerat-Horizonte ist ganz verschieden. Es kann aus Quarzit oder Tonschiefer bestehen oder aus einem nicht aufbereiteten, nur schwach oder ungeschichteten Material, das tonig bis grobkörnig ist und unsortierte Gerölle von wechselndem Abrollungsgrade enthält. Es besteht eine ausgesprochene Ähnlichkeit zwischen Ablagerungen derartiger Ausbildung im Liegenden des Main Reef Leaders am Ostrand und des Kimberley Reefs am Fernen Ostrand. Diese Ablagerungen des Liegenden werden mit verschiedenen Namen belegt, wie Bastard Reef, Footwall Reef, Pudding Stone³⁾, Snowstorm Rock⁴⁾ u. a. Diese Gesteine kann man dem unaufgearbeiteten Geschiebelehm, der Grundmoräne, zuordnen (s. Tafel 1, 2, 3, 4, 5, 6).

Die Geröllgesellschaft dieser Ablagerungen ist verhältnismäßig eintönig. Gerölle aus weißem Quarz sind vorherrschend. Solche aus Quarzit, Hornstein und Tonschiefer sind in kleineren und größeren Mengen vorhanden. Allerdings sind diese Ablagerungen sediment-petrographisch noch sehr wenig untersucht und es ist leicht möglich, daß die Geröllgesellschaft weit bunter zusammengesetzt ist.

Entscheidende Beweise für das Vorhandensein fossiler Moränen oder Tillite sind das Auftreten von geschrammten Geschieben und Gletscherschliffe auf dem den Tillit unterlagernden Fels. Einige, aber keineswegs alle bekannten Tillite liegen auf Gletscher-geschliffener Felsoberfläche. Dies hängt besonders vom Gestein ab, das den Untergrund aufbaut. Man kann nicht erwarten, daß sich etwa Gletscherschliffe auf lockeren Ablagerungen erhalten haben. Auch die gekritzten Geschiebe sind in Moränen nur unter günstigen Bedingungen zahlreicher. Arbeiten von WENTWORTH (s. PETTIJOHN 1949, S. 216—218) zeigen, daß in einer wahllos genommenen Tillitprobe nur 10% der Kalkgeschiebe und nur 1% aller anderen Bestandteile Schrammen aufweisen. PETTIJOHN 1949, S. 218, sagt: „Die Schwierigkeit, Geschiebe intakt zu entfernen und die Spärlichkeit der Schrammen an typisch glazialen Material erklären das derzeitige Versagen, geschrammte

³⁾ Dieser unschöne Name charakterisiert das Gestein gut. Es sieht tatsächlich wie ein Pudding aus, in dem die verschiedenen Zutaten sichtbar sind.

⁴⁾ Im Snowstorm Rock mit seinen zahlreichen weißen Geröllen in dunkler Grundmasse täuschen diese Geschiebe Schneeflocken vor.

Geschiebe in vielen Tilliten zu finden, welche keine Kalkstein-Bestandteile enthalten.“

Die Mehrzahl der Geschiebe der oben beschriebenen mutmaßlichen Tillite besteht aus Gangquarz, Hornstein und Quarzit, harten Felsarten, die kaum Schrammen aufweisen werden. Kalkgesteine fehlen. Nur solche Tonschiefergeschiebe und ähnlich weiche Gesteine kommen für Bekritzung in Betracht. Es ist nicht notwendig, zu betonen, daß PETTIJOHN's Behauptung in Bezug auf die Schwierigkeit, Geschiebe intakt herausznpräparieren, besonders auf die quarzitischen Schichten des Witwatersrand zutrifft.

PETTIJOHN (1949, S. 223) erwähnt auch, daß Tillite oft wie Ablagerungen von Schlammströmen oder Erdrutschen aussehen können. Trotzdem dieser Vergleich auch für die hier zu behandelnden Tillite zutrifft, kann es sich bei diesen doch nicht um solche Ablagerungen handeln, da sie dafür viel zu große Gebiete bedecken und zu geringe Schwankungen in Mächtigkeit und Zusammensetzung aufweisen. Auch ist dabei darauf hinzuweisen, daß es sich ja um Ablagerungen auf einer Falebene handelt.

Warventone, welche fast immer höchst bedeutsame Begleiter von Tilliten sind (PETTIJOHN 1949, S. 223), sind in Form von gebänderten Tonschiefern im Liegenden des Main Reef und des Kimberley Reef vorhanden. Das Kimberley Reef ruht oft auf Chloritoid Shale (Chloritoid führender Tonschiefer). Es bestehen alle Übergänge von Chloritoid führendem Tonschiefer bis zu robusten Konglomeraten. Dieser Wechsel ist oft ganz unvermittelt sowohl seitlich wie auch in der Senkrechten (de JAGER 1949, S. 291). Die groben Bestandteile der Warventone (= Chloritoidschiefer) werden durch Drift eingefrachtet erklärt. PETTIJOHN (1949, S. 223) hält die in Warventonen eingeschlossenen großen eckigen Blöcke für den stärksten Beweis für Eistätigkeit, einzig ausgenommen die geschrammten Geschiebe aus der Moräne selbst.

Der Witwatersrand-Eisschild dürfte in der Regel wohl keine großen, eckigen Blöcke getragen haben, da es sich um Inlandeis handelt, das nicht von Felsgraten überragt worden sein dürfte. Wohl aber transportierte das Eis große Geschiebe. Der rasche Wechsel von Chloritoidschiefer zu robusten Konglomeraten deutet auf unstete Absatzbedingungen. Man könnte auf ein Gebiet mit viel driftendem Material schließen (Kalben des Eisrandes im Binnensee).

Vor kurzer Zeit wurde ein Schiefergeschiebe mit undeutlichen Schrammen im Puddingstone-Liegenden des Kimberley Reefs auf Geduld Proprietary Mines, Ltd. gefunden. Die Schrammen können glazial gebildet sein. Der Puddingstone besteht aus einer dunklen tonigen Grundmasse, welche zahlreiche unsortierte Quarzgeschiebe enthält. Das Gestein ist nicht geschichtet und wechselt stark in seiner Mächtigkeit. Es ist dem Snowstorm Rock im

Liegenden des Main Reef und des Main Reef Leaders am Ostrand und am Fernen Ostrand auffallend ähnlich. Diese Gesteine sehen aus wie Tillite.

Vor 25 Jahren wurde ein großes, rundes Quarzporphyr-Geschiebe von 20 cm Durchmesser 45 cm tief im Tonschiefer-Liegenden des Main Reef Leader im 11—1 West-Gesenke auf Geduld Proprietary Mines, Ltd. gefunden. YOUNG (1917, S. 17) beschreibt Quarzporphyr-Geschiebe aus dem Bankett⁵⁾: „Da nichts in ihrer Farbe, Größe und Form sie deutlich von den anderen Geschieben unterscheidet, zwischen denen sie liegen, erklärt, weshalb andere Beobachter sie übersehen haben.“ Die Anwesenheit von 20 cm großen Geschieben im Liegenden des Main Reef Leader kann durch Driften erklärt werden.

Tonschieferbänder im Hangenden der wichtigeren Konglomerat-Horizonte.

Zwei oder mehr der wichtigsten Konglomerat-Horizonte treten oft in saigeren Abständen von nur wenigen Metern auf. Dies ist der Fall innerhalb der Main Reef-Konglomeratgruppe, beim Basal Reef und Leader Reef⁶⁾, beim Kimberley Reef und dem sehr beständigen Leithorizont im Liegenden M. K. 2, möglicherweise auch bei anderen Horizonten. Wenn diese Konglomerat-Horizonte aufgearbeitete Grundmoräne darstellen, so müssen hier zwei oder mehr Hauptvorstöße des Inlandeises stattgefunden haben, und zwar innerhalb verhältnismäßig kurzer Zeit.

Zwischen all diesen paarweise auftretenden Konglomeraten liegt eine meist sehr beständige Tonschiefer-Schicht, eine Zwischenlagerung, die man eigentlich in Konglomeraten nicht erwarten würde. De KOCK (1948, S. 219) glaubt, daß der „green Bar“ (grünes Band) zwischen dem Main Reef und dem Carbon Leader am Fernen Westrand metamorphe vulkanische Asche sein könnte, die von einem Eruptionszentrum nahe der Witwatersrand-Mulde herstammte. Von dort sei die feine Asche gleichmäßig verteilt durch die Atmosphäre in das Seichtwasser gelangt, in dem die Witwatersrand-Sedimente zur Ablagerung kamen. Er kann sonst das Auftreten des „Green Bar“, als typisches Tiefwassersediment, unterlagert und überlagert von grobkörnigen Quarziten und Konglomeraten, typische Seichtwassersedimente, nicht erklären. In einigen Fällen liegt das Tonschieferband einem Konglomerat so innig an, daß man zwischen beiden Ablagerungen einen unmittelbaren genetischen Zusammenhang vermuten kann.

Wie bereits erwähnt, wurde der Geschiebelehm von einem transgredierenden Binnenmeer aufgearbeitet. Der Schlamm, der bei diesem Vorgang aus-

⁵⁾ = goldführende Konglomeratlage.

⁶⁾ Basal Reef und Leader Reef sind zwei goldführende Konglomerate der neuen Goldfelder im Oranje-Freistaat.

gespült wurde, konnte nicht in den Ozean abtransportiert werden. Es mußte im Innenmeer zur Ablagerung kommen, und zwar in geringer Entfernung oberhalb oder direkt auf das neu gebildete Konglomerat als ein toniges Band. Je schlammreicher die Moräne war, um so mächtiger dürfte das tonige Band sein. Wasserströmungen können zu einer ungleichen Verteilung des Tones geführt haben. In früheren Stadien der Transgression gebildete Konglomerate hatten mehr Aussicht, von Ton bedeckt zu werden, als solche eines späten Stadiums.

Man darf annehmen, daß die Ablagerung von Warventonen während des Eisrückzuges an vielen Stellen stattgefunden hat.

In manchen Fällen zog sich das Inlandeis bis weit hinter die höchste Transgressionslinie des Binnensees zurück. Es blieb ein weites Festlandgebiet, das von Grundmoräne bedeckt war, den Einflüssen der Atmosphäre ausgesetzt. Bei aridem Klima traten Staubstürme auf, die das ausgeblasene Feinmaterial wieder als Löß absetzten. Im pleistozänen Vereisungsgebiet umgeben solche Lößgürtel die eisbedeckten Bereiche. Auf dem Lande abgelagerter Löß ist gewöhnlich ungeschichtet; kommt er hingegen in stehendem Wasser zur Ablagerung, so ist er meist geschichtet. Nach WRIGHT (1937, S. 229) betrachtet A. PENCK den Löß als Begleiter einer kommenden Vereisung. Dies würde auch in unserem Falle eine Erklärung für das Auftreten geschichteter und ungeschichteter Tone im Liegenden der Konglomerate geben.

Alle drei Tonsorten (aus Grundmoräne ausgewaschener Schlamm, Warventon, Löß) zusammen abgelagert, würden eine ziemliche Mächtigkeit von tonigen Sedimenten im Hangenden eines Konglomerates ausmachen. Dabei dürfte dem ausgewaschenen Ton wohl die größte Bedeutung zukommen. Natürlich ist die Mächtigkeit stets von den örtlichen Bedingungen ebenfalls abhängig. Solcherart können die Tonschiefer als ein Teil des gesamten Sedimentationsprozesses im Hangenden der wichtigeren Konglomerathorizonte gedeutet werden.

Über einem großen Gebiet, das sich vom Mittleren Rand bis gegen Vrededorp und Heidelberg erstreckt und damit etwa 100 km lang und ebensoviel tief ist, kommt eine Schichtfolge vor, die (von oben nach unten) aus dem Coronation Reef, West Rand-Schiefern und einem Tillit besteht. Diese Schichtfolge ist den oben beschriebenen, paarweise auftretenden und wirtschaftlich wichtigen Konglomeraten auffallend ähnlich. Ein Unterschied ist nur, daß der Tillit im Liegenden nicht zu einem Konglomerat aufgearbeitet ist. Die West Rand-Schiefer mögen den Warvenschiefern, die zum Tillit gehören, entsprechen, das Coronation Reef dem aufgearbeiteten Geschiebelehm des zweiten Eisvorstoßes. Die Korrelation dieser Schichtfolge in den drei Gebieten wird unten beschrieben:

Die West Rand-Schiefer.

Die West Rand-Tonschiefer sind vom Mittleren Rand und von der Heidelberg Area bekannt. In den Erläuterungen zur Geologischen Karte Blatt Vredefort (NEL 1927) wurden die West Rand-Schiefer nicht korreliert, weil keine Magnetitschiefer dort hineinpaßten, wo nach den Erläuterungen (S. 26) die West Rand-Magnetitschiefer vorkommen sollten. In einer von der Geologischen Karte, Blatt Vredefort, abweichenden Auffassung der Schichtfolge wobei die Bird Amygdaloidal-Lava zur Jeppe Amygdaloidal-Lava, der Kimberley-Tonschiefer zum Jeppe-Tonschiefer und das Kimberley Reef zu Main-Reef wird, kommt die obere Grenze der Government Series etwa 450 m in der Schichtfolge höher zu liegen. Dann würden die Magnetit-führenden Tonschiefer, welche den oberen dunklen grobkörnigen Quarzit überlagern, gut mit der Stellung der West Rand-Schiefer übereinstimmen.

Tillit im Liegenden.

Am Mittleren Rand wird das Coronation Reef von einem linsenförmig ausgebildeten geröllführenden Quarzit unterlagert. Nach der Beschreibung von MELLOR (1911, S. 127) könnte dieser geröllführende Quarzit ein Puddingstone sein. Er wäre dann glazialer Herkunft. Eine ähnliche Beschreibung wird vom Konglomerat gegeben, das die West Rand-Schiefer unterlagert. Es könnte gleicher Entstehung sein. In der Heidelberg Area werden die West Rand-Schiefer vom Government-Tillit unterlagert. In der Vredefort Area liegen die Magnetit-führenden Schiefer (hier den West Rand-Schiefern gleichgesetzt) auf einem dunklen grobkörnigen Quarzit, der Granit-Gerölle führt. Dieser Quarzit soll laut Erläuterungen eine Ähnlichkeit mit dem Government-Tillit in der Heidelberg Area haben.

Coronation Reef.

Am Mittleren Rand werden die West Rand-Schiefer vom Coronation Reef überlagert. In der Heidelberg Area folgt lückenhaft ein Konglomerat über den West Rand-Schiefern. Dieses Konglomerat sollte, begründet durch eine ähnliche Stellung in der Schichtfolge, dem Coronation Reef gleichgesetzt werden. Die Magnetit-führenden Tonschiefer in der Vredefort Area werden von einem geringmächtigen grobkörnigen Quarzit oder einem kleinstückigen Konglomerat überlagert. Auch diese beiden Schichten wären dem Coronation Reef gleichzusetzen.

Nirgends aber scheint eine Verknüpfung zwischen einem wichtigeren Konglomerat und Tonschiefern in dessen Liegenden zu bestehen. Es kann eben wohl Geschiebelehm durch Aufarbeitung über Konglomerat in Ton (bzw. Tonschiefer) übergehen, aber nicht ein sedimentärer Ton in Ge-

schiebelehre. Eine Eisdecke kann eine Moräne auf alle möglichen Gesteine ablagern. Es kann sowohl ein Ton sein als irgendeine andere Formation.

Abbauwürdige Konglomeratstreifen (Payshoots).

MELLOR (1915, S. 49) sagt, daß die interessanteste Eigenschaft des Main Reef Leader in Nigel Mine die Aufteilung des Konglomerates in eine Anzahl wohlausgebildeter Streifen, oft „shoots“ genannt, ist. Diese Konglomeratstreifen sind voneinander durch Zonen getrennt, in denen das Konglomerat vollkommen fehlt und in denen infolgedessen der Quarzit, der normalerweise das Hangende des Reefs bildet, unmittelbar dem Liegenden aus Tonschiefer aufliegt. In den Kleifontein- und Brakpan-Minen sind diese trennenden Gebiete auch von Reef eingenommen. Es ist hier, im Gegensatz zu anderen Gebieten, gut entwickelt und bauwürdig.

REINECKE (1927, S. 90) weist darauf hin, daß die bauwürdigen Konglomeratstreifen (payshoots) im ganzen Main Reef Leader-Erzkörper auftreten, ebenso aber im South Reef und im Main Reef gefunden werden. In praktisch allen Fällen ist der durchschnittliche Durchmesser der großen Geschiebe in den Konglomeratstreifen mit hohem Goldgehalt größer als in weniger bauwürdigen (S. 103). Die totale Reefmächtigkeit ist in der Mitte der bauwürdigen Streifen (payshoots) ausnahmslos größer als an den Rändern (S. 104).

Von subglazialen Wasserläufen werden lange flache Rücken aus geschiebeführendem Sand abgelagert, die Oser oder Esker. Nach HENNING (1942, S. 14) werden sie von Material gebildet, das sich in Spalten des Zungengebietes gesammelt hat. Diese oft langgestreckten Rücken ziehen daher in der Regel senkrecht auf die Endmoräne zu. Solche Oser sind aus den pleistozänen Vereisungsgebieten allgemein bekannt. Reste von Osern können hier bis zu 25 km Länge erreichen.

Entsprechend ihrer Entstehung werden die Oser der Grundmoränendecke aufsitzen. Von der Aufarbeitung durch den transgredierenden Binnensee werden auch die Oserücken betroffen; sie werden allmählich immer flacher und breiter und das Endergebnis wird im Bereich der Grundmoräne eine Konglomeratschicht sein, die dort, wo zerstörte Oser liegen, mächtiger sein wird. Solche Zonen größerer Mächtigkeit sind die Streifen höherer Bauwürdigkeit, die payshoots MELLOR's und REINECKE's, also aufgearbeitete Oser. Sie sind auch am Fernen Ost-Rand als „shoots“, Zonen größerer Mächtigkeit, erkennbar.

Diese Streifen höherer Bauwürdigkeit streichen am Kimberley Reef-Horizont und am Main Reef-Leader annähernd Nordwest. Ihr Streichen ist der Bewegungsrichtung des Inlandeises entsprechend. Wiederholte Vorstöße des Inlandeises dürften ihre Richtung beibehalten. Flüsse hingegen neigen

zum Mäandern, besonders in einer Ebene. Somit ist auch das konstante Streichen ein Hinweis auf die glaziale und nicht fluviale Entstehung der Sedimente.

Erosionsrinnen in Konglomeraten.

Im Liegenden des Main Reef Leader und des Kimberley-Reef treten zahlreiche Erosionsrinnen von bis zu 3 km Länge und 1 km Breite auf. Sie sind mit verschiedenartigen Bildungen gefüllt: Konglomeraten, gebänderten Pyritquarziten, Black Bar⁷⁾ und Bastard Reef⁸⁾. Unter der Annahme einer glazialen Entstehung der Reefs kann man diese Erosionsrinnen den Schmelzwasserrinnen der pleistozänen Vereisungen vergleichen. In ihnen liefen die Schmelzwasser des zurückweichenden Inlandeises ab.

Wo diese Rinnen am Main Reef-Horizont auftreten, dort fehlt das Main Reef immer. Der Main Reef Leader hingegen erstreckt sich lückenlos über die Erosionsrinne. Die Rinnen wurden in den Main Reef-Geschiebelehm erodiert. Später wurden sie von glazialen Schutt und von den Seitenwänden hereinbrechendem Geschiebelehm gefüllt. Der transgredierende Binnensee aber arbeitete auch dieses Material auf. Das Bastard Reef und der Black Bar könnten unvollständig aufbereiteter Geschiebelehm sein, den das Main Reef Leader-Eis in der Rinne ablagerte. Das Fehlen solcher Erosionsrinnen im Main Reef Leader aber kann damit erklärt werden, daß dieses Gebiet in einem früheren Stadium von tieferem Wasser bedeckt war.

Gefaltetes Liegendes von wichtigeren Reef-Horizonten.

Eine vorstoßende Eisdecke übt einen starken horizontalen und vertikalen Druck auf die Schichten aus, über die sie sich bewegt. Diese Schichten werden dadurch gefaltet. Am stärksten ist diese Faltung am Stirnrand der Eisdecke. Solche Faltung ist aus manchen Gebirgsgegenden der westlichen Kap-Provinz beschrieben worden. Tillite und Tafelberg-Sandstein sind hier zu scharfen Falten gepreßt worden, welche bis 60 m Höhe erreichen. Manchmal sind auch die oberen Teile dieser Falten abrasiert worden. Tiefere und höhere Teile dieser Schichtfolge sind aber von der Faltung nicht mehr erfaßt worden (Tafel 7; Abb. 2, 3, 4, 5, 6). Auf der Tafel 8 ist diese Art Faltung von einer Stelle in Holland gezeigt (FABER 1933, S. 368).

Es ist möglich, verschiedene Diskordanzen im Witwatersrand-System mit diesem Phänomen zu vergleichen und zu erklären. Es ist oft beobachtet worden (z. B. MELLOR, 1915/16, S. 250; 1915, S. 28—29, Fig. 2, 3, 4, 5), daß am Ost-Rand das Main Reef oft gefaltet ist, während der Main Reef

⁷⁾ Ein dunkler bis schwarzer, sandiger Tonschiefer stark wechselnder Mächtigkeit.

⁸⁾ Ein feinkörniger und toniger Quarzit, stellenweise auf Gold bauwürdig mit unregelmäßig verteilten einzelnen Quarzgeröllen. Mächtigkeit stark wechselnd (0—7 m) und manchmal schwer vom Black Bar zu trennen, mit dem er meist zusammen auftritt. Gesamtmächtigkeit beider Schichten bis 16 m.

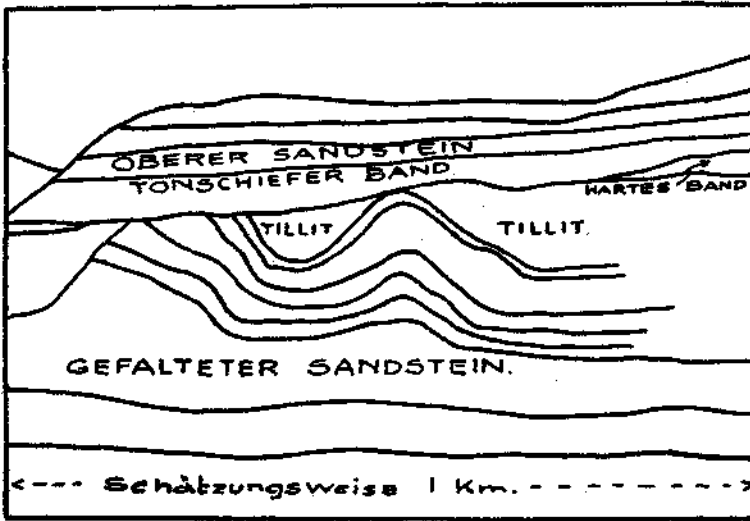


Abb. 2

Glazialfaltung im Tafelberg Sandstein in der westlichen Provinz.
 (Nach S. H. Haughton, „On intraformational folding connected with the glacial beds
 in the Table Mountain Sandstone“. T. G. S. S. A., XXVIII, 1925.)

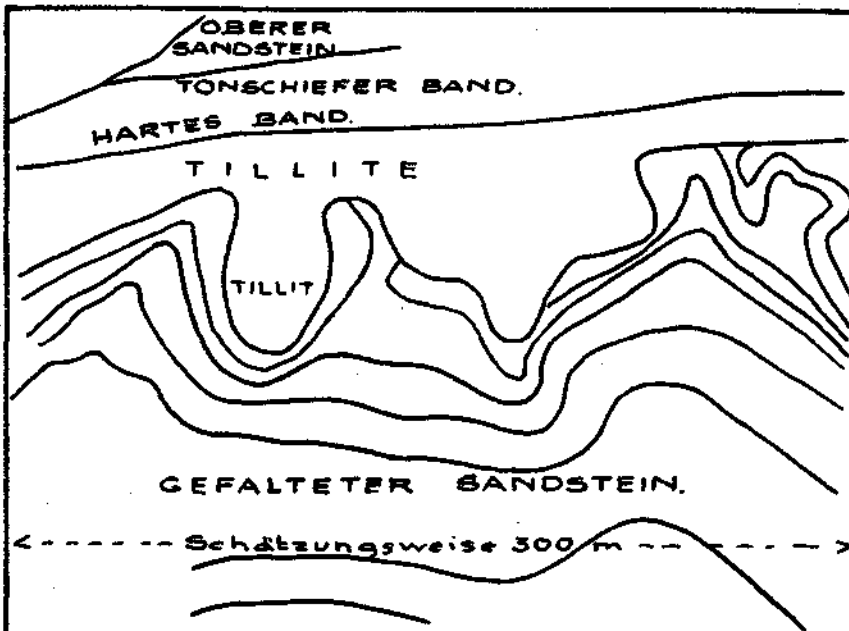


Abb. 3

Glazialfaltung im Tafelberg Sandstein in der westlichen Provinz.
 (Nach S. H. Haughton, „On intraformational folding connected with the glacial beds
 in the Table Mountain Sandstone“. T. G. S. S. A., XXVIII, 1925.)

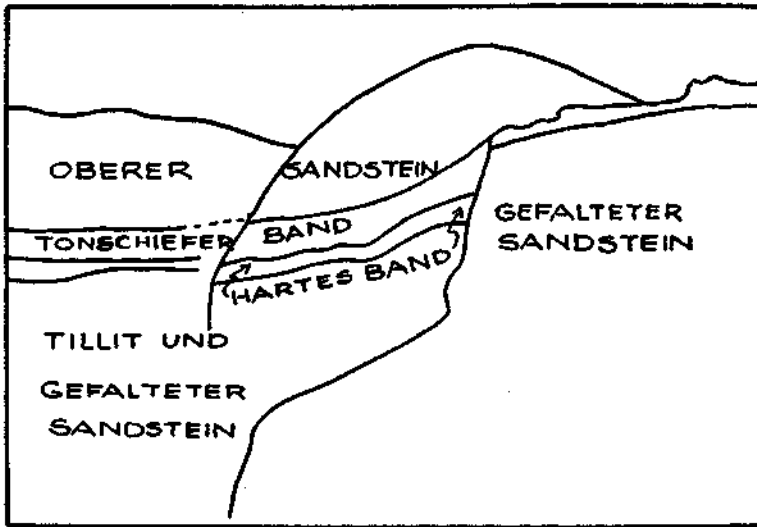


Abb. 4

Glazialfaltung im Tafelberg Sandstein in der westlichen Provinz.
 (Nach S. H. Haughton, „On intraformational folding connected with the glacial beds
 in the Table Mountain Sandstone“. T. G. S. S. A., XXVIII, 1925.)

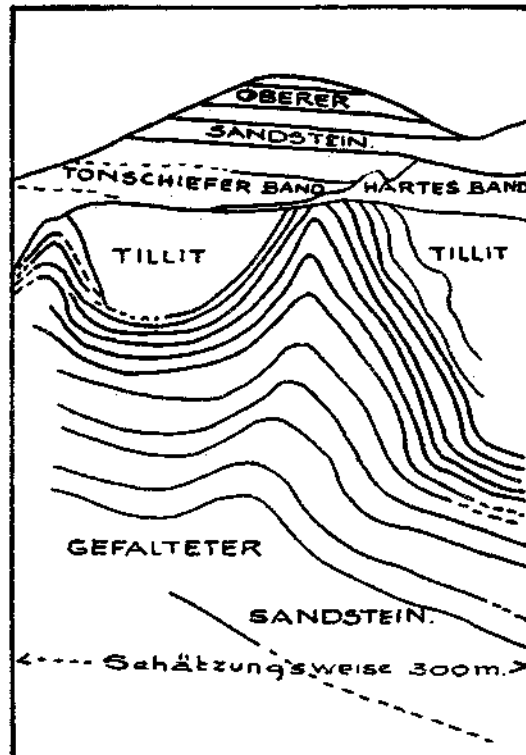


Abb. 5

Glazialfaltung im Tafelberg Sandstein in der westlichen Provinz.
 (Nach S. H. Haughton, „On intraformational folding connected with the glacial beds
 in the Table Mountain Sandstone“. T. G. S. S. A., XXVIII, 1925.)

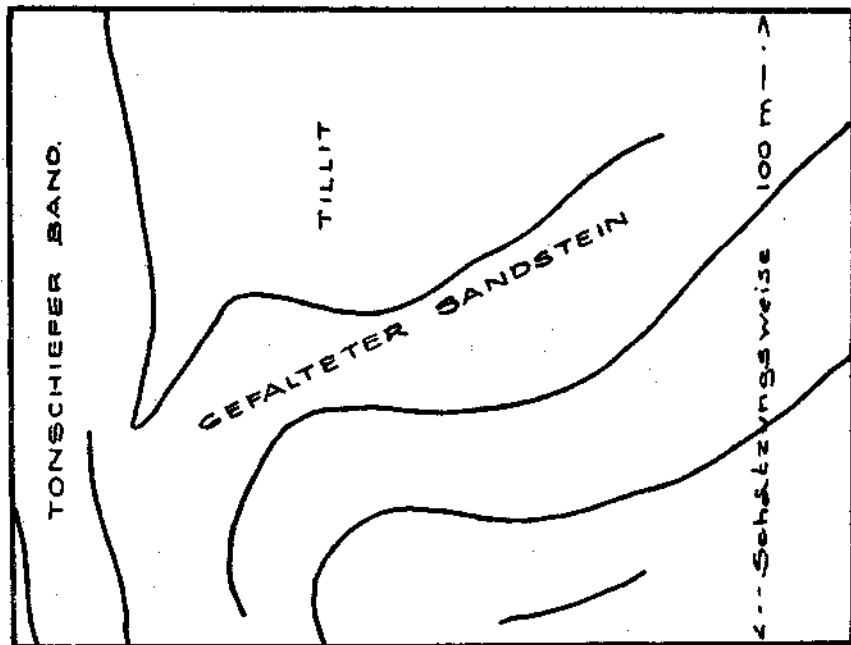


Abb. 6

Glazialfaltung im Tafelberg Sandstein in der westlichen Provinz.
(Nach S. H. Haughton, „On intraformational folding connected with the glacial beds in the Table Mountain Sandstone“, T. G. S. S. A., XXVIII, 1925.)

Leader ungefaltet darüber liegt. MELLOR (1915, S. 27) sagt: „Die Diskordanz ist nur eine lokale Angelegenheit, die Hauptschichtflächen sind mit denen der ganzen Schichtfolge konkordant.“ Eine ähnliche Erscheinung kann am Kimberley-Reef in Marievale Consolidated Mines, Ltd. beobachtet werden. Das Reef liegt auf gefalteten Tonschiefern und anderem, ebenfalls gefaltetem Liegenden, z. B. M. K. 2-Konglomerat⁹⁾. In Van Dyk Consolidated Mines, Ltd. gibt es starke Faltung in den Jeppetown-Tonschiefern unterhalb des Main Reef Leader. Diese Faltung reicht bis mindestens 125 m in das Liegende. Der Main Reef-Leader liegt ungefaltet darüber.

Auch diese Faltung im Liegenden des Main Reef Leader ist wohl auf glazialen Druck zurückzuführen. In Van Dyk Consolidated Gold Mines, Ltd. sind die Falten in den Liegendkonglomeraten sogar überkippt. Es dürfte sich hier um Reste älterer Konglomerathorizonte handeln, die vom darübergleitenden Eis gefaltet und geschleppt worden sind.

Aus vielen Teilen des Fernen Ost-Randes, z. B. von Geduld Proprietary

⁹⁾ Die M. K. 2-Konglomerate treten im Liegenden des Kimberley Reefs auf und zeichnen sich durch auffallende Größe ihrer Gerölle aus, sowie durch das Vorherrschen von Hornsteingeröllen.

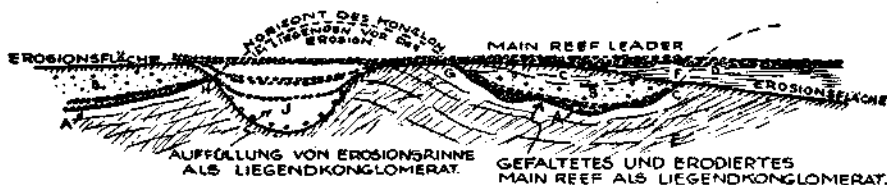


Abb. 7

- A Konglomerat im Liegenden (Main Reef)
- B Bastard Reef („Khaki Quarzit“ und „Snowstorm Rock“)
- C Quarzitische Tonschiefer
- D Main Reef Leader Tonschiefer
- E Jeppetown Tonschiefer
- F, G, H Ausbisse gegen diskordantes Hangendes
- I Quarzit Area

Nach E. H. A. Joseph, „Memorandum on the Footwall Reef of the Far East Rand“.
T. G. S. S. A., XXXIV, 1931

Mines, Ltd., Government Gold Mining Areas, Brakpan Mines, Ltd. u. a., sind Liegendkonglomerate bekannt und von verschiedenen Autoren beschrieben worden. Aus einer solchen Literaturangabe geht hervor, daß wenigstens ein Teil dieser Liegendkonglomerate keine Ausfüllungen von Erosionsrinnen sind, sondern Reste verschleppter älterer Konglomerate. JOSEPH (1931) glaubt, daß diese Liegendkonglomerate das Main Reef des Mittleren Randes hier vertreten. Abb. 4 ist eine etwas abgeänderte Darstellung von JOSEPH (1931, S. 45) und zeigt, daß diese Liegendkonglomerate nicht Füllungen von Erosionsrinnen sind, sondern Reste gefalteter Konglomerate. (Abb. 7.)

Leicht zerstörbare Gesteinstrümmer im Liegenden des Kimberley Reef.

In der Schutzzusammensetzung des Liegenden des Kimberley Reef tritt eine Komponente auf, die dadurch ausgezeichnet ist, daß es sich um scharfkantige Bruchstücke von einer Länge bis 25 cm und einer Stärke von 1—3 cm handelt. Sie treten in spärlicher Verbreitung in geröllführenden Quarziten auf. Es sind vornehmlich Stücke von Hornstein und Tonschiefer. Ihr Vorkommen kann durch Driften erklärt werden. Durch langen Flußwassertransport wären sie bestimmt zerstört worden.

Uraninit in den wichtigsten Konglomerat-Horizonten.

Bis jetzt ist Uraninit in bauwürdigen Mengen nur im Kimberley Reef und im Bird Reef gefunden worden. Die derzeit herrschende Erklärung ist, daß Uraninit genau so wie Gold aus einer sehr mächtigen Masse fluviatilen Materials in diesen Horizonten angereichert worden ist.

DAVIDSON (1953, S. 84) hält die Uraninitvorkommen in den Witwatersrand-Konglomeraten nicht für Seifenablagerungen. Er schreibt (S. 77):

„Wenn der Beweis, daß keine nennenswerten Mengen von Uraninit den Aufbereitungsprozeß in den Aufbereitungsanlagen des Randes überleben, so schlagend ist, dann wundert man sich, wie die dortigen Geologen in allem Ernst annehmen können, daß dieses Mineral den langen natürlichen Aufbereitungsprozeß überdauern würde, dem es, wäre es eine Seifenablagerung, sicher unterworfen gewesen wäre zur Zeit dieser alluvialen Quarzgeröllablagerungen. Die chemische Unstabilität des Uranites während des Verwitterungsprozesses ist ein gleich wichtiger Einwand gegen die Erklärung als Seifenablagerung.“

LOUW (1954) hingegen „scheint es möglich, zu beweisen, daß die Uraninite des Witwatersrand-System aus einer gemeinsamen Quelle stammten und daß sie während der Witwatersrand-Sedimentationszeit in Form von kleinen Körnern abgelagert wurden, welche den Sedimentationsprozeß überlebten“.

RAMDOHR (1954, S. 36) erkennt, daß das Uranpecherz eindeutig als Gerölle und ausgesprochen als Schwergemengteil in die Konglomerate gelangt ist und sich daher (S. 22) praktisch ausnahmslos in den untersten Teilen der Konglomerat-Horizonte findet.

Es ist wohl ziemlich sicher, daß die Uraninite weder einen langen Wassertransport noch einen langen Anreicherungsprozeß in der Brandung überdauern haben würden. Man darf aber annehmen, daß Uraninit bereits im Geschiebelehm auftrat und so mit den anderen Gemengteilen desselben vom Eis ins Witwatersrand-Gebiet verfrachtet worden ist. Durch die Einbettung im Geschiebelehm war der Uraninit gegen mechanische Zerreißung und chemische Zersetzung weitgehend geschützt und so hat ein großer Teil dieses Minerals den Transport überlebt, kam in frischem Zustand an Ort und Stelle an und konnte so auch die Anreicherungsprozesse, die am Meeresstrand stattfanden, überdauern.

Es folgt daraus, daß umso mehr Uraninitkörner erhalten blieben, je kürzer die Zeit war, während der das Material von der Brandung aufbereitet wurde. Daher darf erwartet werden, unter der Voraussetzung, daß alle anderen Umstände gleich geblieben sind, daß in jenen Konglomeraten ein höherer Prozentsatz Uraninit erhalten geblieben ist, die am wenigsten der Aufbereitung ausgesetzt waren. In diese Richtung weist auch die Tatsache, daß die gut sortierten Main Reef, Main Reef Leader und South Reef, obwohl reich an Gold, weniger Uraninit-führend sind als die schlecht sortierten Kimberley Reef und Bird Reef. Diese führen im allgemeinen dagegen weniger Gold. SIMPSON (1951) weist darauf hin, daß der Uraninitgehalt eines Horizontes kleiner wird, wenn das Konglomerat schwächer entwickelt ist.

Die Goldverteilung.

In den Zwischeneiszeiten wurden wahrscheinlich weite Gebiete des vorher vergletscherten Bereiches eisfrei. Die Quarzadern im Anstehenden, von denen die Quarzgerölle stammen, traten im ganzen eisfreien Gebiete auf oder zum mindesten in einem Teil desselben. Gebietsweise enthielten diese Quarzadern Gold, gebietsweise waren sie taub und gebietsweise traten überhaupt keine solchen Quarzadern auf. Die Verwitterung dieser goldhaltigen Quarzadern führte zur Anreicherung goldhaltigen Quarzschuttes. Dieser wurde bei einem neuerlichen Vorstoß des Inlandeises in die Grundmoräne übernommen und mit dieser verfrachtet. Dies hatte zur Folge, daß entsprechend der Stromrichtung des Eises eine ziemlich gerade und wohl ausgebildete Zone mit solcher goldführender Moräne bedeckt worden ist, während angrenzende Zonen, die aus goldarmen oder tauben Gebieten beliefert wurden, auch von goldarmem oder taubem Moränenmaterial bedeckt sind. Die nachfolgende Aufbereitung im Küstenbereich konnte dieses Verteilungsbild nicht verwischen.

Die Dauer der Witwatersrand-Sedimentation.

MELLOR (1915, S. 22) glaubt, daß die Sedimentation in Teilen des Witwatersrand-Systems in einer „einzigsten, geologischen Episode“ stattfand, in einem Zeitabschnitt, der nicht in der sonst bei geologischen Vorgängen üblichen Länge, sondern „in Tagen“ zu messen wäre.

Mit dieser Auffassung stimmt unsere Theorie der glazialen Sedimentation gut überein. Denn glazial entstandene Schichten, wie unsere Tonschiefer, die als Warventone, Lößablagerungen u. ä. entstanden sind, verlangen auch bei großer Mächtigkeit keine so langen Bildungszeiten, wie gleichmächtige rein marine Ablagerungen. JOHNSTON (TWHENHOFEL, 1932, S. 608) hat am Lake Louisa, Alberta, im Vorfeld des Viktoria-Gletschers eine Sedimentationsmächtigkeit von jährlich 4 mm ermittelt. Die Warvenmächtigkeit wechselt von wenigen Millimetern bis zu 10 und fallweise sogar bis 30 cm pro Jahr. In einer bei ZEUNER (1942, S. 24, Fig. 8) abgebildeten Warvenfolge aus Finnland sind 45 Warven zusammen 30 cm mächtig, eine Warve also durchschnittlich 6 mm. Dies stimmt mit der Beobachtung von JOHNSTON von 4 mm/Jahr gut überein. Bei 5 mm Sedimentationsmächtigkeit pro Jahr würden 30 m Tonschiefer, als Warventone vor einem Gletscher abgelagert, etwa 6000 Jahre Sedimentationszeit benötigen.

Es seien hier vergleichsweise die rein marinen Ablagerungszeiträume gestreift. HOUGH (1953, S. 260) hat an Tiefseebodenproben aus 3000 m im Pazifik derartige Berechnungen angestellt. Ein Probesteil von 53 cm Länge wird dafür gehalten, der Sangamon-Zwischeneiszeit (= R—W) zu entsprechen. Nach URRY's Zeitrechnung dauerte dieses Interglazial 200.000

Jahre. Das ergibt eine durchschnittliche Jahresmächtigkeit von $\frac{3}{1000}$ mm. Ein anderer Teil der Probe von 60 cm Länge wird ins Yarmouth-Interglazial (= M—R) gestellt, dessen Dauer auf 340.000 bis 410.000 Jahre geschätzt wird. Das ergäbe eine durchschnittliche Sedimentationsmächtigkeit pro Jahr von $\frac{3}{2000}$ mm. Unter der Annahme eines Jahresabsatzes von $\frac{3}{1000}$ mm würden 30 m Tonschiefer, in der Tiefsee abgelagert, eine Zeit von 15.000.000 Jahre brauchen.

Die glaziale Entstehung der Warventone des Witwatersrandes spricht für eine rasche Ablagerung der Witwatersrand-Sedimente.

Eckige Tonschiefer-Bruchstücke in Konglomeraten des Fernen Ost-Randes.

Die Oberen Leader Beefs in Van Ryn Gold Mines, Ltd., New Modderfontein Gold Mining Company, Ltd., New Kleinfontein Company, Ltd. u. a. O. besitzen meistens zwei Geröllkomponenten, nämlich Quarzgerölle und Tonschiefer-Bruchstücke. Jede dieser Komponenten hat ihre eigene Geschichte. Die gerundeten Quarzgerölle haben mindestens einen Prozeß der Abrollung hinter sich, die Tonschiefer-Fragmente hingegen haben offensichtlich keine Abrollung erfahren.

Diese Konglomerate treten nur im nordwestlichen Teil des Fernen Ost-Randes auf. Man könnte sie durch einen mehr oder weniger stationären Eisrand nahe nordwestlich des Ablagerungsraumes erklären. Diese „unregelmäßigen, in stark wechselnder Entwicklung auftretenden Konglomerate mit großen und kleinen Geröllen“ (CARLETON, 1936), welche keinen Beweis zeigen, daß sie durch die Brandung aufgearbeitet wurden, mögen während kurzer Vorstöße der sonst stationären Eisdecke abgelagert worden sein. Die Tonschiefer-Fragmente mögen vom Unteren Witwatersrand herkommen und die Quarzgerölle von fluvio-glazialen Ablagerungen.

Der Verfasser hat eckige Tonschiefer-Fragmente nahe dem Liegenden im Main Reef Leader, in Grootvlei Proprietary Mines, Ltd., in der Süd-Strecke, nahe Nr. 45 Fördergesenk beobachtet. J. E. CROUS erwähnt, daß eines der wichtigsten Merkmale des U. K. 9 G-Reefs (Kimberley Reef) in Modderfontein Deep Levels Mine das Vorkommen solcher dunkler Tonschiefer-Einschlüsse ist.

Steigen und Sinken des Wasserspiegels

(an Stelle von Steigen und Sinken des Bodens der Sedimentationsmulde).

Die allgemein anerkannte Ansicht für den Fazieswechsel in den Witwatersrand-Sedimenten ist, daß die grobkörnigen Sedimente in einem seichten Meer, die feinen Sedimente in einem tiefen Meer abgelagert wurden.

Dies setzt einen instabilen Ablagerungsboden voraus. Er war entweder

einer raschen Folge von Auf- und Abwärtsbewegungen oder einer kontinuierlichen Abwärtsbewegung mit stark wechselndem Tempo unterworfen.

Die Theorie der glazialen Ablagerung der Witwatersrand-Sedimente braucht keinen derartig unruhigen Untergrund. Der Ablagerungsprozeß war von zwei Faktoren abhängig: 1. von der Wassertiefe des sedimentierenden Binnensees und 2. von der Entfernung der Herkunftsstelle der Sedimentbestandteile zu diesem großen See. Diese zwei Faktoren beeinflussten sich gegenseitig. Wenn die Herkunftsstelle, das ist der Rand der Inlandeisdecke, weit vom See entfernt war, dann war der Binnensee entsprechend der großen Schmelzwassermengen tief und die abgelagerten Sedimente feinkörnig. War die Herkunftsstelle der Sedimente näher an die Ablagerungsstelle herangerückt, d. h. stieß der Eisrand zufolge einer Klimaverschlechterung vor, waren weniger Schmelzwässer, das Binnengewässer seichter und es mußten größere Sedimente zur Ablagerung kommen. Bei Sedimenten, die unter Bedingungen häufiger Auf- und Abwärtsbewegungen des Untergrundes zur Ablagerung kommen, wäre zu erwarten, daß ihnen nicht jene regionale Regelmäßigkeit zu eigen wäre, wie sie das Witwatersrand-System aufweist. Vielmehr müßten sich die Bewegungen des Sedimentationsraumes in zahlreichen Störungen, Rutschungen und Verbiegungen widerspiegeln, was aber nicht der Fall ist.

MELLOR (1915) glaubt, daß „gewisse Schichten oder Schichtpakete, mindestens eines der Konglomerate eingeschlossen, nämlich das Main Reef Leader, als Einheit aufzufassen sind, welche, horizontbeständig, über große Strecken konstant auftritt. Diese Konstanz ist das Ergebnis der Ablagerung in einem einzigen Sedimentationsablauf“. Damit wird im Prinzip das gleiche ausgedrückt, was hier als glazialer Sedimentationsprozeß beschrieben worden ist, nämlich, daß Material ähnlicher Zusammensetzung Vorgängen gleicher Wirkung ausgesetzt war, woraus ein fast homogenes Endprodukt hervorgegangen ist.

Die Schichten im unmittelbar Liegenden und Hangenden der wichtigeren Konglomerat-Horizonte sind einzigartig in der Witwatersrand-Schichtfolge. Mit den Konglomeraten zusammen bilden sie eine charakteristische Schichtserie, vollkommen verschieden von den anderen Sedimenten, besonders in Hinblick auf Abwechslung in der Schichtfolge über geringe Mächtigkeit. Sie bilden Anomalien in der Unteren und Oberen Witwatersrand-Schichtfolge. Diese Anomalien setzen einen gegenüber den anderen Teilen der Witwatersrand-Schichtfolge verschiedenen Ablagerungsprozeß voraus. Diese anderen Teile wurden vermutlich unter normalen Sedimentationsbedingungen gebildet.

Der große Wert der hier vorgelegten glazialen Sedimentationstheorie liegt in der Leichtigkeit, mit der damit gerade diese Anomalien, aber auch viele der großen und kleinen Probleme, welche damit im Zusammenhang stehen, erklärt werden können.

Nach Abschluß dieser Arbeit habe ich gehört, daß Mr. A. A. TRUTER, Mitglied der Geological Society of South Africa, für eine Doktorarbeit in den letzten drei Jahren die Morphologie des Witwatersrand-Systems in seiner ganzen Ausdehnung untersucht hat und dabei für Horizonte des Systems glaziale Entstehung — wie ich hörte — annahm. Es wird mich freuen, diese Arbeit von Mr. TRUTER bald zu lesen.

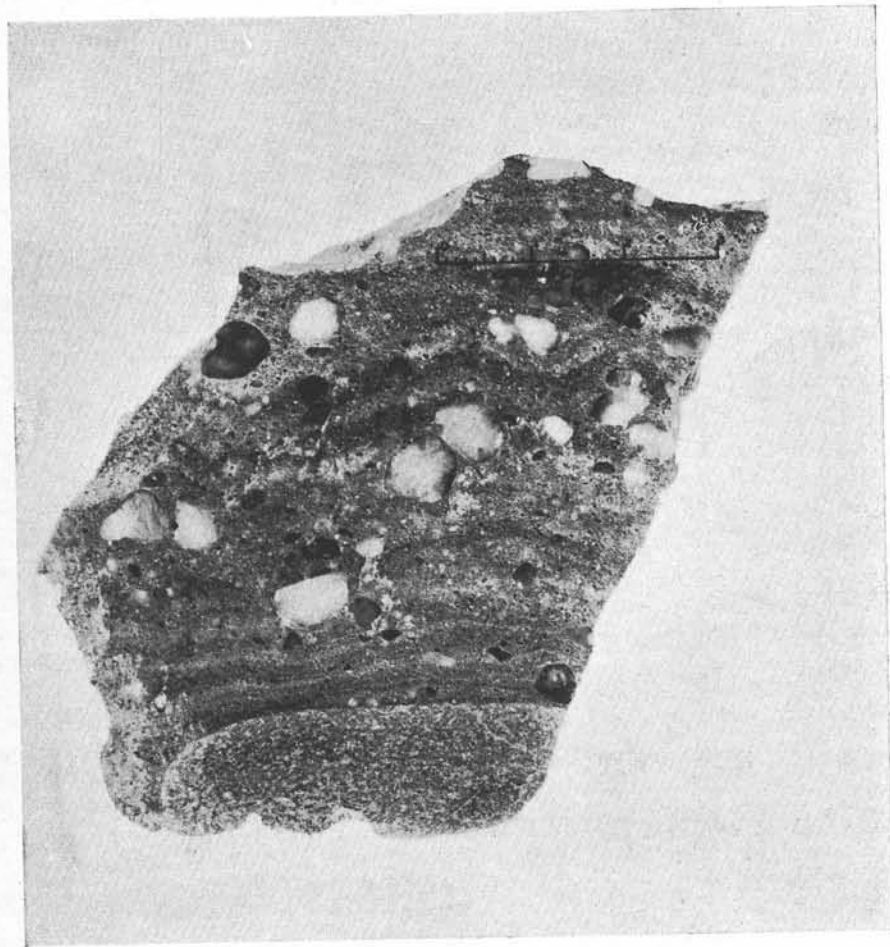
Eingegangen bei der Schriftleitung am 10. April 1956.

Literatur.

1. Zeuner, F.: Dating the past. — Methuen & Co., Ltd., London 1952.
2. Pettijohn, F. J.: Sedimentary rocks. — Harper & Brothers, New York 1949.
3. De Jager, F. S. J.: Discussion on paper entitled: „Economic auriferous bankets“, by J. W. N. Sharpe. — Trans. Geol. Soc. S. Afr., LII, 1949.
4. Young, R. B.: The Banket of South African Goldfields. — Gurney & Jackson, London 1917.
5. De Kock, W. P.: The Carbon Leader of the Far West Rand. — Trans. Geol. Soc. S. Afr., LI, 1948.
6. Wright, W. B.: The Quaternary Ice Age. — McMillan & Co., London 1937.
7. Nel, L. T.: The geology of the country around Vredefort, an explanation of the Geological Map. — Geol. Survey, S. Afr., 1927.
8. Mellor, E. T.: Normal section of the Witwatersrand System. — Trans. Geol. Soc. S. Afr., XIV, 1911.
9. Mellor, E. T.: The Upper Witwatersrand System. — Trans. Geol. Soc. S. Afr., XVIII, 1915.
10. Reinecke, L.: The location of payable ore bodies in gold-bearing areas. — Trans. Geol. Soc. S. Afr., XXX, 1927.
11. Henning, E.: Geologie Groß-Deutschlands. — Verlag Ferdinand Enke, Stuttgart 1942.
12. Haughton, S. H., Krige, L. J. and Krige, A. V.: On intraformational folding connected with the clacial beds in the Table Mountain Sandstone. — Trans. Geol. Soc. S. Afr., XXVIII, 1925.
13. Rennie, J. V. L.: Note on the presence of a folded stratum in connection with the glacial band in Table Mountain. — Trans. Geol. Soc. S. Afr., XXVIII, 1925.
14. Mellor, E. T.: The conglomerates of the Witwatersrand. — Trans. Instn. Min. Metall., Vol. XXV, 1915/16.
15. Joseph, E. H. A.: Memorandum on the Footwall Reef of the Far East Rand. — Trans. Geol. Soc. S. Afr., XXXIV, 1931.
16. Davidson, C. F.: The gold-uranium ores of the Witwatersrand. — Min. Mag. London (Feb. 1953).
17. Louw, J. D.: Geological age determinations on Witwatersrand uraninites with the lead isotope method. — Trans. Geol. Soc. S. Afr., LVII, 1954.
18. Ramdohr, P.: Neue Beobachtungen an Erzen des Witwatersrandes in Südafrika und ihre genetische Bedeutung. — Abh. d. dtsh. Akad. Wiss., Berlin 1954, Nr. 5.
19. Simpson, D. J.: Some results of radiometric logging in the boreholes of the Orange Free State goldfields and neighbouring areas. — Trans. Geol. Soc. S. Afr., LIV, 1951.

20. Twenhofel, W. H.: Treatise on sedimentation: — The Williams & Wilkins Co., Baltimore 1932.
21. Hough, J. L.: Pleistocene climatic record in a Pacific Ocean core sample. — Journ. Geol., Vol. 61, May 1953.
22. Carleton Jones, G.: Correlation and other aspects of the exploited auriferous horizons of the Witwatersrand mining field. — Proc. Geol. Soc. S. Afr., XXXIX, 1936.
23. Crous, J. E.: Notes on the Kimberley Reefs on Modderfontein Deep Levels, Ltd. — Instn. Mine. Surv. S. Afr., vol. VI, No. 8.
24. Faber, F. J.: Geologie van Nederland. — G. Naeff, 's Gravenhage, 1933.

J. H. Wiebols: Die Witwatersrand-Konglomerate (Südafrika)
als Glazialbildung gedeutet.



Tafel 1

Grundmoräne im Liegenden des Kimberley Reef in Geduld Proprietary Mines, Ltd.
Das große Gerölle am unteren Ende der Photographie ist ein stark umgeändertes,
feinkörniges basisches Intrusivgestein

R. v. Klebelsberg — Festschrift der Geologischen Gesellschaft in Wien,
Band 48 der Mitteilungen, 1955

J. H. Wiebols: Die Witwatersrand-Konglomerate (Südafrika)
als Glazialbildung gedeutet.



Tafel 2

Grundmoräne im Liegenden des Kimberley Reef in Geduld Proprietary Mines, Ltd.
mit einem großen, eckigen Tonschieferfragment.

R. v. Klebelsberg — Festschrift der Geologischen Gesellschaft in Wien,
Band 48 der Mitteilungen, 1955

J. H. Wiebols: Die Witwatersrand-Konglomerate (Südafrika)
als Glazialbildung gedeutet.

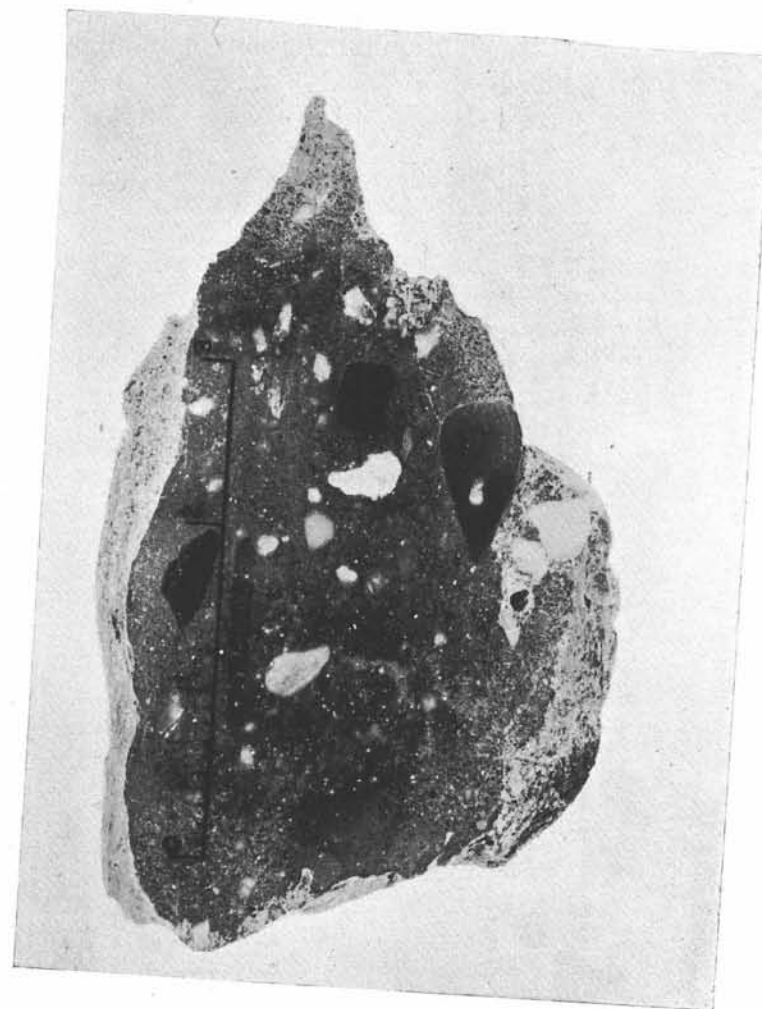


Tafel 3

Grundmoräne im Liegenden des Kimberley Reef in Geduld Proprietary Mines, Ltd.

R. v. Klebelsberg — Festschrift der Geologischen Gesellschaft in Wien,
Band 48 der Mitteilungen, 1955

J. H. Wiebols: Die Witwatersrand-Konglomerate (Südafrika)
als Glazialbildung gedeutet.

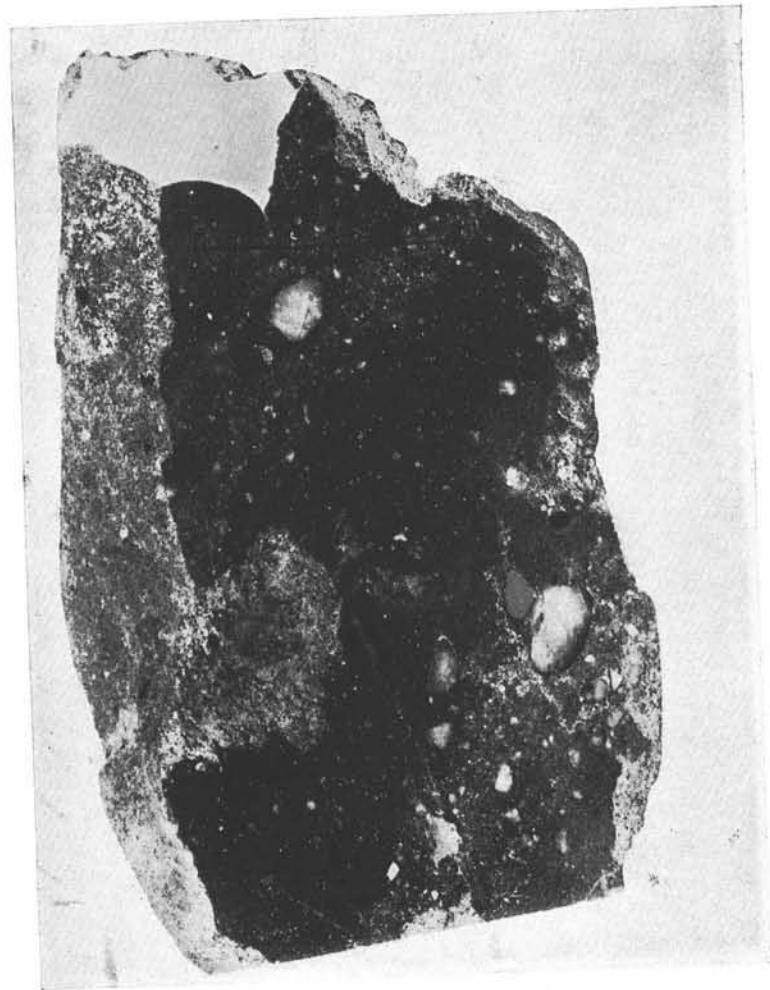


Tafel 4

Grundmoräne im Liegenden des Kimberley Reef in Geduld Proprietary Mines, Ltd.

R. v. Klebelsberg — Festschrift der Geologischen Gesellschaft in Wien,
Band 48 der Mitteilungen, 1955

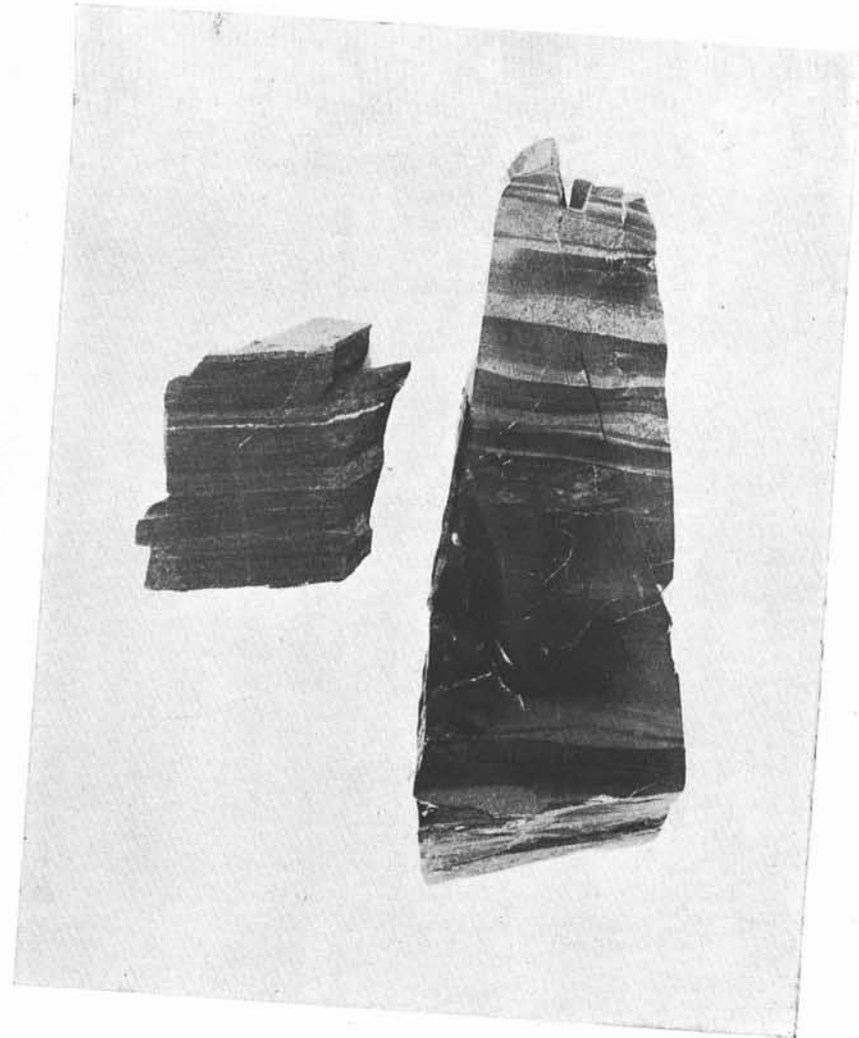
J. H. Wiebols: Die Witwatersrand-Konglomerate (Südafrika)
als Glazialbildung gedeutet.



Tafel 5
Grundmoräne im Liegenden des Kimberley Reef in Geduld Proprietary Mines, Ltd.

R. v. Klebelsberg — Festschrift der Geologischen Gesellschaft in Wien,
Band 48 der Mitteilungen, 1955

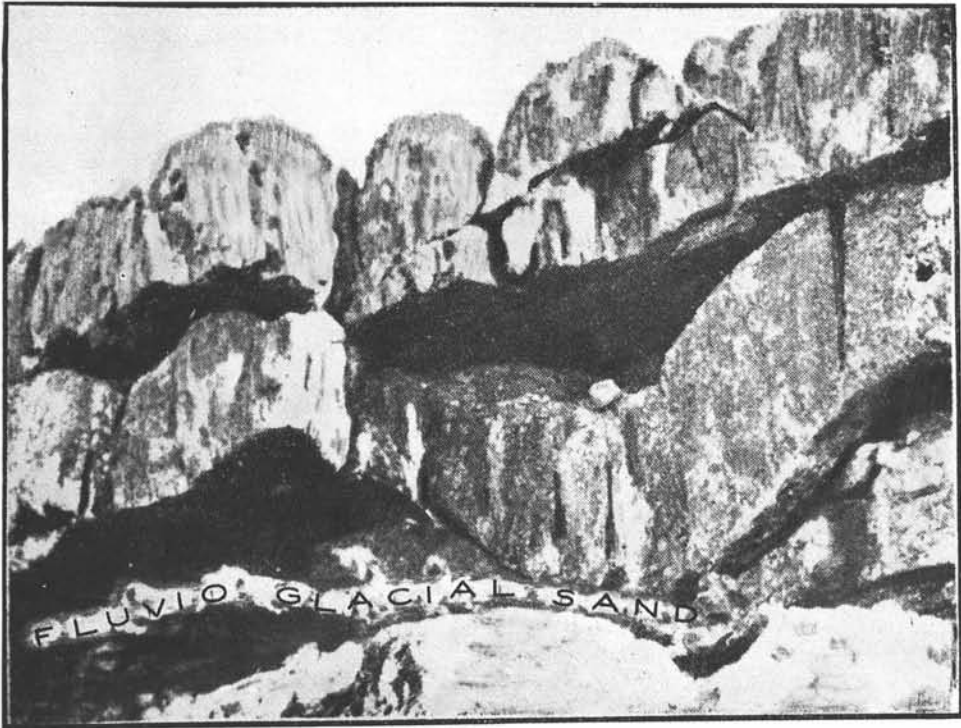
J. H. Wiebols: Die Witwatersrand-Konglomerate (Südafrika)
als Glazialbildung gedeutet.



Tafel 6
Warven-Tonschiefer im Liegenden des Main Reef in East Geduld Mines Ltd.,
8. West Strecke, ex Nr. 2 Schacht.

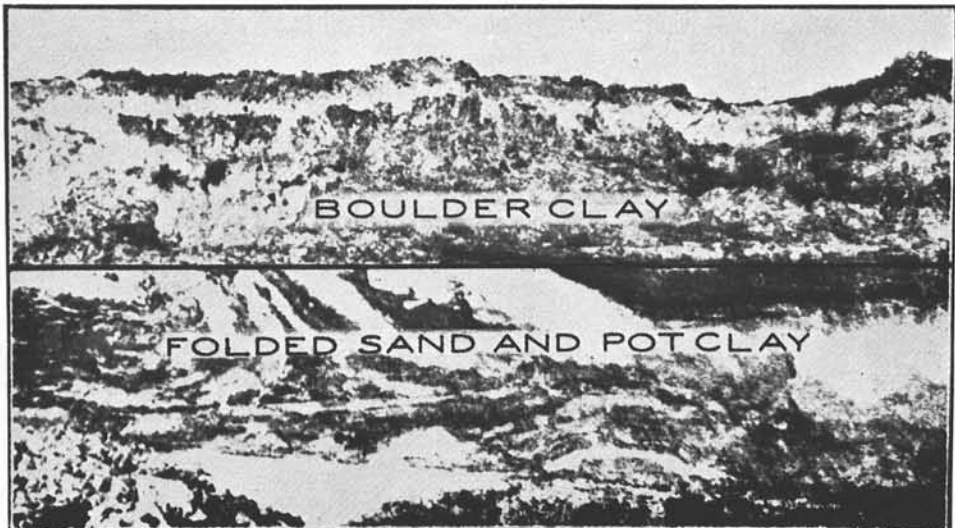
R. v. Klebelsberg — Festschrift der Geologischen Gesellschaft in Wien,
Band 48 der Mitteilungen, 1955

J. H. Wiebols: Die Witwatersrand-Konglomerate (Südafrika)
als Glazialbildung gedeutet.



Tafel 7

Glaziale Faltung am Tafelberg. (T. V. L. Rennie, „Note on the presence of a folded stratum in connection with the glacial band in Table Mountain“, Trans. geol. Soc. S. Afr., XXVIII).



Tafel 8

Glaziale Faltung bei Winschoten, Holland. (F. J. Faber, „Geologie van Nederland“).