

# Jungproterozoische (Assyntische) Gebirgsbildung in Australien

Autor(en): **Brunnschweiler, Rudolf O.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Eclogae Geologicae Helvetiae**

Band (Jahr): **54 (1961)**

Heft 2

PDF erstellt am: **11.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-162822>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# Jungproterozoische (Assyntische) Gebirgsbildung in Australien

Von **Rudolf O. Brunnschweiler**, Consulting Geologist (Melbourne)<sup>1)</sup>

Mit 6 Textfiguren

---

## ZUSAMMENFASSUNG

Es wird nachgewiesen, dass eine kräftige jungproterozoische Faltung (Assyntische Faltung im Sinne von STILLE, 1958) auch in Australien das nichtmetamorphe Präkambrium in zwei, wahrscheinlich mit beträchtlichem Zeitabstand aufeinanderfolgende Sedimentationszyklen unterteilt. Die Existenz dieser Orogenese wird insbesondere für Zentral- und Südaustralien demonstriert, und es wird für sie der Begriff „Madiganische Faltung“ eingeführt. Obschon das tektonische Bild dieser beiden Regionen grösstenteils auf paläozoische Gebirgsbildungen zurückzuführen ist, sind mancherorts die älteren, madiganischen Strukturen in Erosionsfenstern sichtbar.

## ABSTRACT

Evidence is presented of a strong Late-Proterozoic folding phase (Assyntian Folding in the sense of STILLE, 1958) in Australia. The concept "Madiganian Orogenesis" is introduced with it. Especially in Central and South Australia it can be demonstrated that older portions of non-metamorphic Precambrian sequences have been strongly affected by this Late-Proterozoic orogeny. Although the present tectonic features of these regions are largely the result of Palaeozoic orogenies there are many localities where the older, madiganian, structures have been well exposed by erosion.

## EINLEITUNG

Die meisten der zurzeit herrschenden Auffassungen über die Stratigraphie und die Tektonik Zentralaustraliens gehen auf die Pionierzeit der geologischen Erforschung dieser abgelegenen Gegenden zurück, d. h. hauptsächlich auf die Zeit zwischen 1920 und 1940. Da fast alle Forschungsfahrten dieser Periode in erster Linie bergmännischen Zielen gewidmet waren sind geologische Untersuchungen allgemeinerer Natur, weil im Schatten der Erz- und Mineraliensuche entstanden, oft etwas zu kurz gekommen. Die gesammelten regionalen Kenntnisse sind deshalb, soweit sie überhaupt zur Veröffentlichung kamen, nicht nur mit grossen Lücken, sondern auch mit Vermutungen und Verallgemeinerungen behaftet, welche sich nun als ungenau oder gar unzulässig herausstellen.

Seit etwa 1952 ist Zentralaustralien wieder etwas mehr ins Blickfeld allgemeiner geologischer Forschung gerückt. Zum einen Teil beruht das auf der systematischen Ausdehnung der Kartierungsprogramme der australischen geologischen Landesanstalt (Commonwealth Bureau of Mineral Resources, Geology and Geophysics, Canberra), zum andern Teil auf dem Interesse, welches den mächtigen kambro-

---

<sup>1)</sup> Zurzeit unter Colombo Plan Berater am Burma Geological Department, Rangoon.

ordovizischen Gesteinsabfolgen dieser Region neuerdings von Seiten der Petrologie gebracht wird.

Der Verfasser hat seit einigen Jahren auf zahlreichen Expeditionen Gelegenheit gehabt, zu den neueren Forschungen beizutragen. Die hier vorzulegenden Schlussfolgerungen, welche einen Versuch zur Revision einiger unhaltbar gewordener, konventioneller Auffassungen darstellen, sind jedoch im wesentlichen das Ergebnis einer im Jahre 1959 im Auftrag einer australischen Bergbaugesellschaft durchgeführten Untersuchung<sup>2)</sup>, deren Ziel die Klärung gewisser allgemeiner und spezieller tektonischer Probleme war.

Die vorliegende Abhandlung befasst sich besonders mit dem älteren Teil der tektonischen Geschichte des sogenannten Amadeus Troges (siehe VOISEY, 1959), einer weiträumigen, teils proterozoisch, teils frühkambrisch bis spätordovizisch (mit Unterbrüchen), lokal auch frühkarbonisch bzw. post-takonisch, gefüllten intrakontinentalen Senke. Aus ihr gingen im Devon, vielleicht schon im Silur („takonisch“), die in latitudinaler Richtung durch Zentralaustralien sich über mehr als tausend Kilometer erstreckenden, niedrigen Faltungsgebirge hervor, deren tektonischer Stil eine auffallende Ähnlichkeit zum Faltenbau des Kettenjura aufweist.

#### STRATIGRAPHIE

Vorgänglich einer summarischen Beschreibung der für diese Abhandlung bedeutsamen Formationen sei darauf aufmerksam gemacht, dass die hier angewandte formationskundliche Nomenklatur als provisorisch zu betrachten ist. Die neueren Untersuchungen haben mancherorts zu stark modifizierten Auffassungen über Ausdehnung und Charakter einiger konventioneller Formationen geführt. Da in Australien, wie anderswo, das vernünftige Bestreben besteht, die Formationsnomenklatur vor verwirrender Mehrdeutigkeit zu bewahren, möchte ich nicht – möglicherweise unmittelbar vor der Publikation der Resultate der Regierungsgeologen – die ohnehin nicht einfache Sachlage noch erschweren.

Es werden deshalb hier nur solche Namen gebraucht, die längst publiziert sind und in diesem Rahmen einigermaßen allgemein anerkannt werden, obschon die betreffenden Formationen demnächst neu beschrieben und definiert werden dürften. Zusätzliche, an sich zwar nicht weniger charakteristische und bedeutungsvolle Formationen, werde ich nicht mit Namen behaften, sondern anderswie umschreiben.

#### *Älteres Oberproterozoikum (Pertaknurra Gruppe)*

Die älteste der nicht oder nur sehr gering metamorphen oberproterozoischen Formationen Zentralaustraliens – archaischen Ortho- und Paragneisen diskordant aufliegend – besteht aus einer weithin verbreiteten Serie von Quarziten, quarzitischen Sandsteinen, und sandigen Schiefen. Sie ist bis 400 m mächtig und besonders dem kräftig aufgestülpten Nordrand des Amadeus Troges entlang über manche hundert Kilometer ausgezeichnet aufgeschlossen. Nach dem ver-

<sup>2)</sup> Der Verfasser dankt der Direktion der Consolidated Zinc Pty. Ltd. (Exploration Division), Melbourne, für die Erlaubnis zur Veröffentlichung dieser Abhandlung.

Den Herren Professoren Dr. R. TRÜMPY, Zürich, und Dr. W. NABHOLZ, Bern, sind wertvolle kritische Kommentare zum Text zu verdanken.

kehrstechnisch wichtigsten Erosionseinschnitt in einer dieser Quarzitketten, dem Heavitree Gap bei Alice Springs, ist diese basale Serie schon lange unter dem Namen *Heavitree Quarzit* bekannt. Obschon diese Formation ein marines Transgressionsgebilde darstellt treten grobe Psammite und Psephite nur untergeordnet auf.

Darin unterscheidet sich der Heavitree Quarzit ganz besonders von den sonst recht ähnlichen Transgressionsedimenten der jüngeren Abfolgen des Oberproterozoikums (bzw. des Infrakambriums). Der Unterschied ist wohl darauf zurückzuführen, dass der Heavitree Quarzit auf eine stark ausgeebnete, „nachgomanische“ Erosionsfläche abgelagert wurde, während die Ausebnungsvorgänge, welche der infrakambrischen Transgression vorangingen, von bedeutend geringerer Auswirkung waren.

Mit stellenweise leichter Diskordanz folgt auf den Heavitree Quarzit der sogenannte *Bitter Springs Kalk*, eine ebenfalls mehrere hundert Meter mächtige Serie von braun bis gelbgrauen, meist stark dolomitischen und verkieselten, teils massiven, teils dünnbankigen *Collenia*-Kalken. Die älteren Schichten dieser Karbonatserie sind weithin brekziös. In einer feinkörnigen Karbonatgrundmasse stecken scharfkantige Trümmer (bis Nussgrösse) älterer, meist quarzitischer Gesteine. Jüngere Schichten enthalten manche Primärbrekzienlagen. Die Algengattung *Collenia* ist in verkieselter Erhaltungsart in manchen Gebieten derart häufig, dass man von einer Abfolge von Algenrasen sprechen kann. Kieselkonkretionen ohne erkennbare organische Struktur sind ebenfalls sehr häufig. Lithologisch erinnert diese Formation z. B. sehr an Teile der triassischen Kalk- und Dolomitserien der Ostalpen und des Helvetikums.

Die Anwitterung des Bitter Springs Kalkes ist immer karrenartig mit messerscharfen Kämmen zwischen etwas breiter ausgekolkten Rillen. Auffallend ist an dieser Serie auch die stark ausgeprägte Kleinfältelung. Gebirgsbildende Vorgänge haben den Bitter Springs Kalk derart verformt, dass er oft wie eine mächtige Masse von geknetetem Teig aussieht. In dieser Hinsicht sind die jüngeren, kambrischen Karbonatserien ganz verschieden; sie sind durchaus frei von solchen Knetstrukturen. Der Unterschied mag zum Teil darauf beruhen, dass der Bitter Springs Kalk zweimal, die kambrischen Karbonatserien nur einmal von bedeutenderen Faltungsvorgängen erfasst worden sind. Andererseits sind die letzteren stark mit Schieferlagen durchsetzt, was zu einer ganz anderen Auflösung der Faltungskräfte geführt haben muss. Jedenfalls ist es kaum denkbar, dass in ihnen, wie es im Bitter Springs Kalk oft deutlich der Fall ist, ausgesprochen diapirische Tektonik hätte zum Ausdruck kommen können.

Der Heavitree Quarzit ist – allein oder zusammen mit dem hangenden Bitter Springs Kalk – oft mit dem liegenden Archaikum stark verfaltet und verschuppt. In solche Komplikationen sind bezeichnenderweise infrakambrische und kambro-ordovizische Schichten nirgends einbezogen.

Ausserhalb des Westrandes des Amadeus Troges, d. h. im Grenzgebiet von Westaustralien und Northern Territory, sind neuerdings basische Gänge festgestellt worden, welche Quarzitformationen durchschneiden, die mit dem Heavitree Quarzit korreliert werden. Ob diese Gänge proterozoischen oder paläozoischen Ursprungs sind steht nicht fest. Es kann nämlich heute nicht mehr gesagt werden,

dass alle magmatische Tätigkeit in Zentralaustralien vorkambrischen Alters sei. Der Verfasser hat kürzlich nachordovizischen sauren Vulkanismus innerhalb des *Amadeus Troges* nachgewiesen (ca. 70 km westlich von der Hermannsburg Mission).

Heavitree Quarzit und Bitter Springs Kalk, d. h. das ältere Oberproterozoikum dieser Region, wurden seinerzeit von MADIGAN (1932) und von CHEWINGS (1928) als separate Abfolge behandelt, die von Madigan den Namen *Pertaknurra Serie* erhielt. Spätere Autoren (VOISEY 1939, DAVID & BROWNE 1950) haben diese Auffassung nicht angenommen, weil zugegebenermaßen die ursprüngliche Beweisführung auf schwachen Füßen stand. Die neueren Beobachtungen bringen den vollen Nachweis dafür, dass eine separate Pertaknurra Gruppe (besser als „Serie“) ihre volle Berechtigung hat.

Die Pertaknurra Gruppe ist von allen jüngeren Gesteinsabfolgen durch ein gebirgsbildendes Intervall getrennt, für welches ich den Begriff „*Madiganische Faltung*“ einführe. Die madiganische Faltung kann als eine assyntische Orogenese im Sinne STILLES (1958) betrachtet werden.

#### *Jüngeres Oberproterozoikum und Altpaläozoikum*

Das jüngere Oberproterozoikum Zentralaustraliens ist, wie im tektonischen Teil dieser Arbeit nachgewiesen wird, vom älteren durch eine bedeutende Faltungsphase, d. h. wie oben erwähnt, durch die Madiganische Faltung geschieden. Die jüngere der zwei oberproterozoischen Transgressionen – sie darf wohl ebensogut infrakambrisch oder eokambrisch genannt werden – erfolgte über ein Gebiet mit ziemlich ausgeprägtem Relief. Dies will allerdings nicht heißen, dass die zur marinen Inundation führende regionale Absenkung schon sehr bald nach der Faltung erfolgte. Dass die von der madiganischen Faltung erzeugten Strukturen nicht stärker der Ausebnung anheimfielen, könnte auch auf die besondere Widerstandsfähigkeit der beteiligten Quarzitformationen und die Verkieselung der Karbonatgesteine zurückzuführen sein.

Die Diskordanz zwischen älterem und jüngerem Oberproterozoikum (Madiganische Diskordanz) sieht natürlich von Aufschluss zu Aufschluss anders aus. An manchen Stellen herrscht scheinbar Konkordanz, was u. a. DAVID und BROWNE (1950) dazu führte, die von MADIGAN (1932) postulierte Zweiteilung des zentralaustralischen Oberproterozoikums abzuweisen. STILLE (1958) hat sich dann ebenfalls an DAVID und BROWNES Standardwerk australischer Geologie gehalten. Es mag übrigens an dieser Stelle darauf hingewiesen werden, dass dieses an sich ausgezeichnete dreibändige Werk im wesentlichen den Stand der Dinge darstellt, wie er etwa noch um 1948 sich darbot. Seither sind jedoch gewaltige Fortschritte gemacht worden, wodurch DAVID und BROWNES Werk unverdientermassen in manchen Teilen leider ungewöhnlich schnell veraltete.

Die nachmadiganischen Sedimentserien, welche in Zentralaustralien ohne weitere orogene Zäsuren von Bedeutung, jedoch in wandernden Becken bis zum Beginn des Silurs zur Ablagerung kamen, beginnen mit einem weithin charakteristischen Transgressionsgebilde von wechselnder Mächtigkeit (0–300 m), bestehend im wesentlichen aus gut geschichteten quarzitären Konglomeraten



(= nachmadiganisches Basiskonglomerat in Fig. 3). Sie finden sich natürlicherweise in den Depressionen des madiganischen Reliefs am besten entwickelt. Die Grösse der Komponenten, die in den älteren Schichtkomplexen bis kopfgross und gut gerundet sind, nimmt im oberen Teil der Formation ziemlich schnell ab. Das Konglomerat geht somit in mehr oder weniger grobkörnige und quarzitisches Sandsteine über. Fossilien fehlen. In isolierten Ausbissen der Formation muss, um sie vom Heavitree Quarzit zu unterscheiden, auf Komponenten aus dem Bitter Springs Kalk geachtet werden.

Westlich von Areyonga (Fig. 2), eine der behördlich organisierten Niederlassungen für lokale Eingeborenenstämme, etwa 250 km westsüdwestlich von Alice Springs, sollen in diesem Basiskonglomerat geritzte und facettierte Glazialgeschiebe gefunden worden sein. Auf Grund solcher Geschiebe ist dann die Formation als tillitisch bezeichnet worden. Dies geht meiner Ansicht nach zu weit. Wegen solcher vereinzelter Vorkommnisse kann das nachmadiganische Basiskonglomerat unter keinen Umständen als „tillitic and genetically related to glaciation“ (ein in der australischen Fachliteratur oft anzutreffender Ausdruck) betrachten, d. h. grossenteils als von Gletschern ins Meer abgesetzter Moränenschutt – und als solcher klar erkennbar. Dazu ist diese Formation viel zu gut gebankt und sortiert, die Komponenten zu stark gerundet und poliert, und erkennbare Glazialgeschiebe zu selten.

Der Verfasser ist schon seit Jahren der Auffassung, dass der Begriff „Tillit“ in der australischen Geologie im Zusammenhang mit vorpleistozänen Brekzien und Konglomeraten da und dort etwas voreilig angewendet wird und wurde. Vielerorts handelt es sich bei solchen Formationen bestimmt um grossflächige Deltaablagerungen vergleichbar jenen der alpin-tertiären Nagelfluhfächer. Dass in einem gebirgigen Hinterland Talgletscher existierten ist durchaus möglich und anzunehmen, doch sind die Moränengeschiebe solcher Talgletscher im allgemeinen eben doch durch Flüsse, und zwar oft über weite Distanzen, in die marinen Deltas transportiert worden. Dies erklärt auch weshalb Kritzspuren in fast allen diesen Konglomeraten nur auf sehr harten Gesteinen erhalten blieben und zudem recht selten sind<sup>3)</sup>.

Im Hangenden des Basiskonglomerates folgt eine bis 800 m mächtige Serie von dunkelfarbigem, sandig-tonigen Schiefern und schiefrigen Sandsteinen. In deren basalen Teilen kommen auch hellfarbene und rötliche Tongesteine, höher oft dünne Dolomit- und Kalkbänke vor. Diese schiefrige Abfolge ist allgemein unter dem Namen *Pertatataka Formation* bekannt. Ihre Fazies wechselt ziemlich von einer Gegend zur andern, doch bleibt die schiefrig-tonige Natur der Serie erhalten. Die Variationen betreffen meistens nur den Karbonatanteil. So bauen kalkige Schichten vor allem in der Macdonnellkette einen bedeutenden Teil der Serie auf. In der Rodingagegend (Fig. 3), 60–100 km südlich von Alice Springs, fehlen sie anscheinend gänzlich. Aufgearbeitete Brocken von *Collenia*-Algenrasen,

<sup>3)</sup> Eine zutreffende Darstellung der wirklichen Verhältnisse ist kürzlich von R. C. HORWITZ in *Eclogae geol. Helv.* 53/1, 1960, gegeben worden. Die Ansicht, dass es sich nicht um eine polare Eiskalotte, sondern um Talgletscher in gebirgigen Gegenden handelte, beginnt sich endlich durchzusetzen. Tasmanien und die ostaustralischen Gebirge besaßen ja auch im Pleistozän Tal- und Kargletscher!

aus dem Bitter Springs Kalk stammend, finden sich gelegentlich in den älteren, weichen Tongesteinen.

Eine wichtige Entdeckung im Gefolge neuester Untersuchungen einer australischen Ölexplorationsgesellschaft ist die Tatsache, dass Gesteine, welche in gewissen Gebieten bisher ohne weiteres als Pertatataka Formation kartiert worden sind, sich wegen Trilobitenfunden als spätunterkambrisch erwiesen haben, d. h. dass sie nichts anderes darstellen als eine pertatataka-artige, schiefrige Fazies der sonst karbonatischen Pertaoorta Formation (siehe unten). Mit andern Worten, die Pertatataka Fazies ist nicht, wie bisher angenommen wurde, auf vorkambrische Zeiten beschränkt. Diese Entdeckung illustriert übrigens eine Entwicklung, welche für die australische Geologie der letzten zehn Jahre charakteristisch ist – manch eine bis vor kurzem als vorkambrische Formation betrachtete Gesteinsabfolge hat sich als paläozoisch herausgestellt. Australien ist sozusagen jünger geworden.

Auf die Pertatataka Formation (im ursprünglichen Sinne Madigans) folgt gewöhnlich eine bis 300 m mächtige Serie von ziemlich dick und regelmässig gebankten, braunen und rotbraunen Sandsteinen, welche unter dem Namen „Chocolate Sandstone“ bekannt ist. Der „Chocolate Sandstone“ wird allgemein als dem Pound Sandstone des Adelaide Systems in Südaustralien entsprechend betrachtet.

Bekanntlich sind die oberproterozoischen, sowie die früh- bis mittelkambrischen Schichtfolgen Zentralaustraliens und Südastraliens einander recht ähnlich, obschon sie 1200–1500 km voneinander entfernt liegen. Der Pound Sandstone Südastraliens enthält allerdings stellenweise eine guterhaltene Fauna von Quallen und vortrilobitischen Gliedertieren (z. B. *Spriggina* GLAESSNER). Ob man diese merkwürdige Fauna als früh- oder vorkambrisch zu betrachten hat, ist vielleicht nicht mehr nur eine Sache akademischer Übereinkunft, weil sich nach den überraschenden Trilobitenfunden in der „oberproterozoischen“ Pertatataka Formation neuerdings und erst recht die Frage stellt, ob nicht die mit unzweifelhaftem Kambrium genetisch klar verbundenen, der madiganischen Faltung folgenden, oberproterozoischen Ablagerungen auch in Australien (wie z. B. in Nordafrika) besser als Infrakambrium oder Eokambrium – im Prinzip eben doch als Kambrium – bezeichnet werden sollten. Dies umsomehr als die ältesten kambrischen Trilobitenfaunen Australiens sowieso nur jüngeres Unterkambrium anzeigen. Eine begriffliche Neuorientierung in dieser Richtung würde auf jeden Fall die stratigraphischen, bzw. paläogeographischen Beziehungen dieser Formationen auf klarere Art zum Ausdruck bringen, als wenn man sie wegen anscheinendem Fossilmangel willkürlich dem Proterozoikum zuteilt.

Der „Chocolate Sandstone“ ist in westlichen und nördlichen Teilen des Amadeus Troges gut entwickelt, im Querschnitt südlich von Alice Springs kann er aber ganz ausfallen.

Es findet sich dann eine leichte Winkeldiskordanz (in Luftaufnahmen gut erkennbar) zwischen der Pertatataka Formation und den bis 800 m mächtigen Kalken und Kalkschiefern der normalerweise erst über dem „Chocolate Sandstone“ folgenden *Pertaoorta Formation*. Das spätunterkambrische Alter der Pertaoorta Formation ist durch Trilobiten (Agnostiden, Redlichien, Xystriduren, etc.),

Gastropoden und Brachiopoden belegt. Ausserdem ist *Collenia* verschwunden, und die typische Algengattung ist nun *Girvanella*.

Im Hangenden der Pertaoorta Formation folgen dann die vorwiegend sandigen Abfolgen des mittleren und oberen Kambriums (mit einigen, z. T. recht bedeutenden Unterbrüchen) und des Ordoviziums, welche bisher unter dem Sammelbegriff „*Larapinta Serie*“ bekannt waren. Sie erreichen eine Mächtigkeit von rund 1800 m in einigen Teilbecken des Amadeus Troges. Gegen Westen ist überdies eine Zunahme toniger und kalkiger Sedimente auf Kosten sandiger Abfolgen festzustellen. Sie enthalten mehr oder weniger sukzessive Faunen des mittleren und oberen Ordoviziums, d. h. es hat sich in den letzten Jahren herausgestellt, dass die altbekannte „*Larapinta Fauna*“ Australiens keineswegs typisch ist für die ganze Abfolge, sondern nur für einen kleinen Ausschnitt an der Grenze zwischen Unter- und Mittelordovizium.

„*Larapinta Serie*“ mag als recht ungenauer Sammelbegriff noch einige Geltung behalten, doch ist die Abfolge heute in eine ganze Reihe von separaten Formationen verschiedenen Alters und begrenzter Ausdehnung aufgeteilt, deren Namen und Definition den im Gebiet arbeitenden Geologen wohl bekannt, leider aber noch nicht veröffentlicht sind.

Die Mächtigkeit der ordovizischen Abfolge ist regional starken Schwankungen unterworfen, weil ihre einzelnen Abteilungen teils wegen synsedimentärer tektonischer Unruhe (wandernde Becken!), teils wegen den auch über das Kambrium hinaus bestehenden Unregelmässigkeiten im Relief des Ablagerungsgebietes, in ihrer Ausdehnung eingeschränkt waren. Aus denselben Gründen sind die meisten der Formationen starken regionalen Fazieswechselln unterworfen. Auf diese kann hier nicht näher eingegangen werden. Es ist jedoch einleuchtend, dass dadurch Korrelationen – besonders wenn keine paläontologische Beweise vorliegen – sehr erschwert werden.

Die genauere Ausarbeitung der Stratigraphie und der Tektonik dieser abgelegenen und oft sehr schwer zugänglichen Gebiete wird noch manche Jahre auf sich warten lassen – es sei denn, dass die Entdeckung bedeutender Bodenschätze neue Interessensfelder in dieser Region schaffe. Zur Zeit bestehen dafür aber nur wenig Aussichten.

#### TEKTONIK

CHEWINGS (1928) und MADIGAN (1931, 1932, 1933) waren der Ansicht, es habe eine oberproterozoische Faltungsphase in Zentralaustralien stattgefunden. Die von diesen beiden Forschern vertretene Beweisführung war leider nicht überzeugend und beruhte in einem wesentlichen Teil auf einer unzulässigen Korrelation (VOISEY 1939). Sie wurde deshalb weder von DAVID und BROWNE (1950), noch von späteren Autoren (JOKLIK 1952) akzeptiert. Wie aus meinen eigenen Untersuchungen nun hervorgeht war Chewings und Madigans Auffassung aber doch richtig. Eine stichhaltige Beweisführung steht jetzt ebenfalls zur Verfügung. Es steht nun durchaus fest, dass starke „*assyntische Faltung*“ im Sinne von STILLE (1946, 1958) auch in Australien stattgefunden hat, und zwar nicht nur in Zentralaustralien, sondern auch in Südaustralien – einem klassischen Gebiet oberproterozoischer Sedimentärserien. Es ist die Madiganische Faltung.



Die madiganische Phase ergriff in Zentralaustralien eine Zone, welche sich zu einem bedeutenden Teil mit jener deckt, aus der später – im Silur oder Devon – die das gegenwärtige Landschaftsbild beherrschenden „takonischen“ Faltenzüge hervorgingen. Diese nachfolgende Tektonik führte zu einer Überprägung und Einbeziehung madiganischer („assyntischer“) Strukturen, was zu deren Verknennung als „besonders kompliziert takonisch“ geführt hat, obschon es eigentlich immer klar gewesen ist, dass an diesen besonderen Komplikationen nur die hier als älteres Oberproterozoikum (Pertaknurra Gruppe) bezeichneten Formationen teilnehmen. Ein typisches Beispiel der Verknennung der zentralaustralischen Doppeltektonik ist die Interpretation der Komplikation, welche als „Verdoppelung des Heavitree Quarzits“ in die Literatur eingegangen ist (Fig. 1).

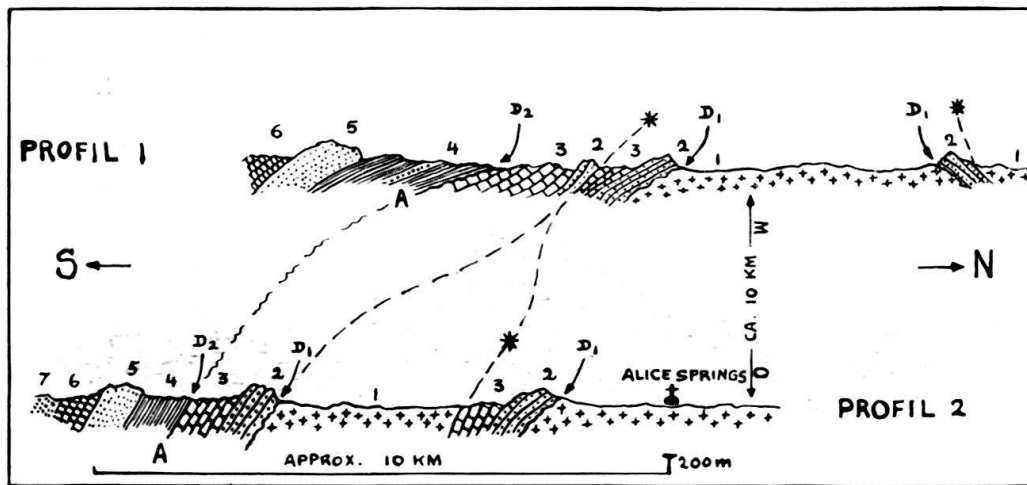


Fig. 1  
Profile durch die Macdonnellketten  
am Heavitree Gap bei Alice Springs

- |  |   |
|--|---|
| 1 = Archaische Gneisse                     | 6 = Pertaoorta Formation                        |
| 2 = Heavitree Quarzit                      | 7 = „Larapinta Serie“ (Basis)                   |
| 3 = Bitter Springs Kalk                    | D <sub>1</sub> = Pertaknurra Transgression      |
| 4 = Pertatataka Formation                  | D <sub>2</sub> = Nachmadiganische Transgression |
| 5 = „Chocolate Sandstone“                  | * = Madiganische Schubfläche                    |
| A = Scheinbare Konkordanz zwischen 3 und 4 |   |

Die traditionelle Erklärung dieser Komplikation postuliert eine steile und tiefgreifende Verwerfung takonischen oder noch jüngeren Alters (VOISEY 1939, JOKLIK 1952). Eine von Kollegen des Commonwealth Bureau of Mineral Resources vorgeschlagene Modifikation dieser Idee besteht darin, die eigenständige Tektonik von Heavitree Quarzit und Bitter Springs Kalk hier, wie an andern Orten, aus der besonderen Plastizität des Kalkes zu verstehen. Der Verfasser hat seinerseits in einem Vortrag an die Mitglieder der Australischen Geologischen Gesellschaft (Sydney 1956) vorgeschlagen, die Komplikation als eine aus den archaischen Gneissen stufenweise durch den Quarzit bis an die Obergrenze des Bitter Springs Kalkes schräg durchschneidende listrische Überschiebung ebenfalls takonischen Alters zu interpretieren. Keine dieser Hypothesen war aber befriedigend.

Die Existenz der madiganischen („assyntischen“), nur die Pertaknurra Gruppe umfassenden, Faltungsphase klärt nun das Problem unter Vermeidung von komplizierten, mechanisch unbefriedigenden takonischen Verwerfungen und Überschiebungen. Die Doppelung der beiden ältesten nichtmetamorphen Formationen ist, wie anderswo, eben madiganischen Ursprungs. Alle nachfolgenden Formationen liegen regional diskordant über der madiganischen Strukturlandschaft, auch wenn sie lokal als konkordant erscheinen, wie z. B. bei A in Fig. 1.

Die madiganische Tektonik hat mancherorts zu kräftigen Verschuppungen geführt, an denen sich archaische Gneisse, Heavitree Quarzit und Bitter Springs Kalk beteiligen. Wo immer nun die nachmadiganischen, d. h. infrakambrischen, kambrischen und ordovizischen Schichten entweder nicht zur Ablagerung kamen, oder bereits wieder wegerodiert sind, kommen die madiganischen Strukturen zur Geltung. Ein typisches Beispiel ist in Fig. 2 dargestellt.

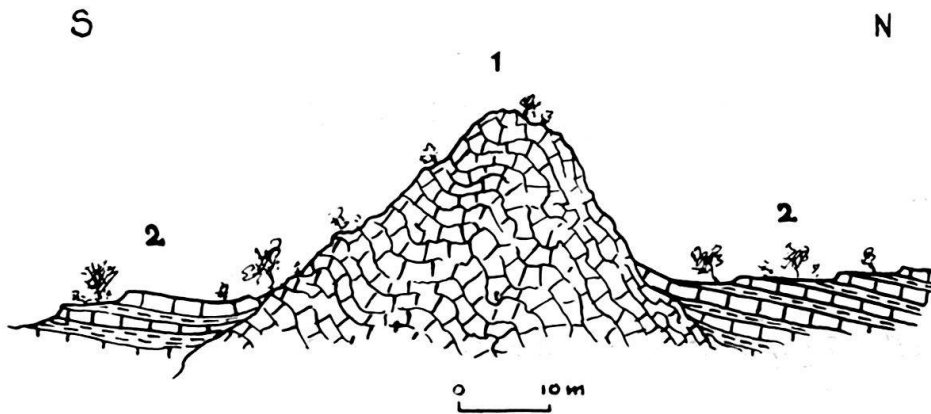


Fig. 2

Durch Erosion entblösste madiganische Struktur am Oberlauf des Olive Creek  
(Siehe auch Fig. 4)

- 1 = Bitter Springs Kalk, madiganisch gefaltet
- 2 = Pertaoorta Formation (Kamb.), takonisch gefaltet

Madiganische Strukturen finden sich sowohl in der Gegend westlich und nördlich der Macdonnellketten (z. B. Chewings Kette), und zwar über die ganze Distanz von der westaustralischen bis zur Queenslandgrenze, als auch südlich und südöstlich von Alice Springs, d. h. in einer Gegend, welche man bisher gänzlich von kambrischen und ordovizischen Schichten eingenommen glaubte.

Wie aus Fig. 3, besonders aber aus Fig. 2, 4, 5 hervorgeht, handelt es sich in der Gegend südlich von Alice Spring im wesentlichen um eine erosive Wiederentblössung der ursprünglichen Auflagerungsfläche der nachmadiganischen Serien. Es zeigt sich (Fig. 2, 5), dass diese Fläche Reliefdifferenzen von mindestens einigen hundert Metern in der Form von faltungstektonisch bedingten, zum Teil ziemlich scharfgrätigen Bergzügen und engen Tälern aufwies. In den meisten Fällen stellt es sich heraus, dass diese wiederentblössten Bergzüge aus eng gefälteltem Bitter Springs Kalk bestehen (Fig. 2, 5). Ob, wo, und in welchem Ausmass die diapirähnliche Beweglichkeit des Bitter Springs Kalkes die ursprünglichen, madiganischen Reliefdifferenzen nachträglich noch verstärkte, ist in den meisten Fällen

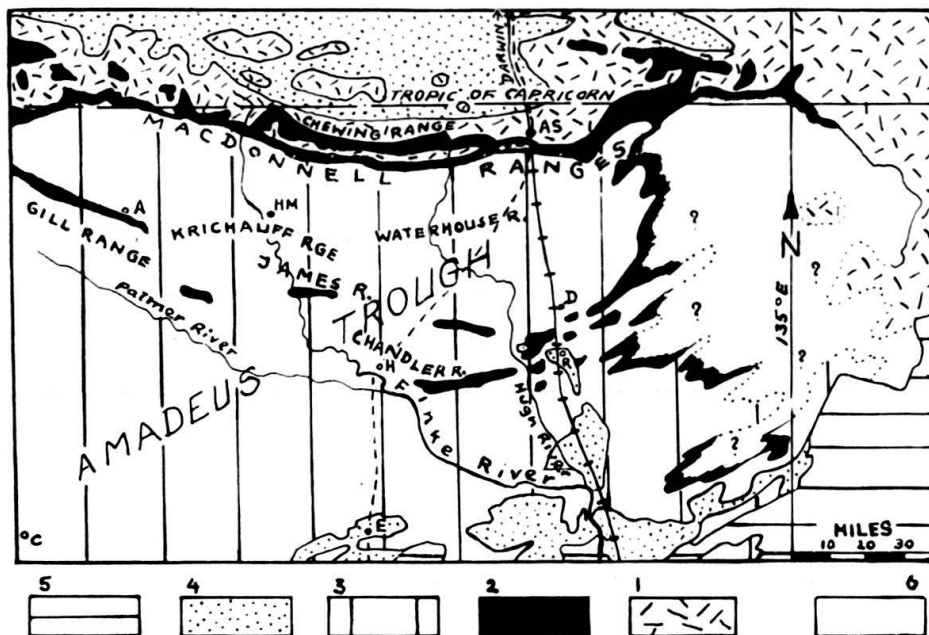


Fig. 3

## Kartenskizze der Geologie Zentralaustraliens

- |   |   |
|---|---|
| 5 = Marine Mittelkreide (Aptien)  | 2 = Älteres Oberproterozoikum   |
| 4 = Mesozoische Tone und Sande (Wahrscheinlich Unterkreide)   | 1 = Archaische Gneisse  |
| 3 = Jüngeres Oberproterozoikum (Infrakambrium), Altpaläozoikum und, stellenweise, terrestrisches Devon und Karbon | 6 = Unkartiertes Gebiet (meist älteres Oberproterozoikum, Infra- und Unterkambrium) |

A = Areyonga, AS = Alice Springs, C = Curtain Springs Cattle Station, D = Deep Well Railway Siding, E = Eringa Cattle Station, H = Henbury Cattle Station, HM = Hermannsburg Lutheran Mission, R = Rodinga

schwer zu entscheiden. Bisher ist dies nur an einer Stelle in der westlichen Macdonnellkette nachweisbar; aber auch dort hörte die Bewegung der Kalkmassen im Unterkambrium auf.

Im Kern der westwärts tauchenden Grossantiklinale nordwestlich von Maryvale (Fig. 4, 5) hat die Erosion bis auf den Heavitree Quarzit hinabgegriffen, oder jedenfalls ist dort eine Quarzitformation entblösst, die aus petrographischen wie aus Gründen der stratigraphischen Position als eine dem klassischen Heavitree Quarzit gleichzusetzende Serie interpretiert werden kann.

Die intensive madiganische Faltung und die damit verbundene weitverbreitete Kleinfältelung im Bitter Springs Kalk (der Heavitree Quarzit reagierte andererseits mit Scherungen und Verwerfungen) steht in krassem Gegensatz zum ruhigen, grosszügigen Faltungstypus und den damit verbundenen, vereinzelt Grossaufschüben der takonischen Tektonik. Der Unterschied im Baustil entspricht ungefähr demjenigen zwischen subalpiner Molasse und Kettenjura.

Im Hinblick auf das offensichtliche Auskeilen verschiedener altpaläozoischer Formationen (Fig. 4) stellt sich in paläogeographischer Hinsicht überdies heraus, dass die unter Diskussion stehende Gegend südlich von Alice Springs während der ganzen altpaläozoischen Inundation als eine Schwellenzone funktionierte – sie sei

hiermit als *Rodingaschwelle* bezeichnet – welche zeitweise als submariner Schelf, zu andern Zeiten als über den Meeresspiegel auftauchende Halbinsel wahrscheinlich bis zum Meridian von Henbury westwärts in den Amadeus Trog hineinragte. Die Komplikationen der Tektonik in der Chandler Kette (Fig. 3), welche hier nicht weiter erörtert werden können, sind deshalb wahrscheinlich auch auf störende Einflüsse oberflächennaher madiganischer Strukturelemente zurückzuführen.

Eine weitere Neuigkeit besteht in der für diese Regionen Zentralaustraliens – nach Dr. A. A. OPIK (Bur. Min. Resour. Aust., Canberra) nicht aber für Gegenden weiter östlich und nicht für Westqueensland – bisher unbekanntem Diskordanz zwischen den Pertatataka Schiefen und den kambrischen Karbonatserien des Pertaoorta und das damit zusammenhängende Auskeilen und stellenweise (z. B. am Oberlauf des Olive Creek auf Fig. 4) gänzliche Verschwinden des sonst so charakteristischen „Chocolate Sandstone“. In der Rodingagegend scheint es sich zwar weniger um eine tektonisch bedingte Winkeldiskordanz als um einfaches Auskeilen gegen die Schwellenzone hin zu handeln. Immerhin überkreuzen sich die Streichrichtungen der beiden diskordant gewordenen Formationen (Pertatataka und Pertaoorta) leicht.

Weiter im Osten, gegen Queensland hin, ist jedoch (nach Dr. A. A. OPIK) dieselbe Diskordanz deutlich auf tektonische Bewegungen zurückzuführen, welche wahrscheinlich ins frühe Kambrium fallen. Ob man diese Bewegungen noch als „assyntisch“, bzw. „endassyntisch“ oder endmadiganisch, bezeichnen kann ist wohl mehr als zweifelhaft. Begriffe wie assyntisch, takonisch, variszisch, alpin usw. sind ja von jeher räumlich und zeitlich sehr dehnbar gewesen. Dies hat allerdings die zuverlässige Korrelation tektonischer Ereignisse mehr erschwert als erleichtert. Zudem bereiten gebirgsbildende Vorgänge, deren Datierung mit paläontologischen Mitteln nicht, oder nur teilweise beizukommen ist, selbstverständlich überall ganz besondere Schwierigkeiten.

Zum Abschluss dieser kurzen Darstellung einiger Neuigkeiten und Probleme der Geologie Australiens sei darauf hingewiesen, dass das jungproterozoische (infrakambrische?) *Adelaide System* Südaustraliens westlich der Flinderskette ebenfalls mit scharfer Winkeldiskordanz einer älteren, nicht- oder nur leicht-metamorphen Serie aufsitzt (BRUNNSCHWEILER 1955, JOHNS 1958), welche wahrscheinlich in ähnlichem Sinne vormadiganisch, bzw. alt-oberproterozoisch sein dürfte, wie die Pertaknurra Gruppe in Zentralaustralien. Im Gebiet der Eyre Halbinsel am Spencer Golf (Fig. 6) sind die älteren Schichten des Oberproterozoikums unter dem Namen *Moonabie Grits* bekannt (MILES 1954).

Das Verbreitungsgebiet dieser Moonabie Schichten, welche natürlich nicht nur „grits“ umfassen, ist erheblich grösser als MILES (1955) und JOHNS (1958) angeben. Sie lassen sich – meist mit schärfster Winkeldiskordanz gegenüber dem hangenden jüngeren Oberproterozoikum (Adelaide System) – nordöstlich von Whyalla bis zum Lincoln Gap und von dort bis beinahe zum Westufer des Spencer Golfes bei Port Augusta feststellen (Fig. 6). Die seinerzeit (BRUNNSCHWEILER 1955) beschriebene basale Winkeldiskordanz am Westfuss der südlichen Flinderskette bei Wilkatana Homestead darf bestimmt auch als madiganischen (bzw. „assyntischen“) Ursprungs interpretiert werden. Die liegenden, dort steil westfallenden

Formationen gehören offenbar dem älteren Oberproterozoikum an, d. h. sie sind mit den Moonabie Grits zu korrelieren.

Abschliessend sei bemerkt, dass wie anderswo, so auch in Australien die Korrelation vorkambrischer Abfolgen und die Festlegung – wegen der Abwesenheit

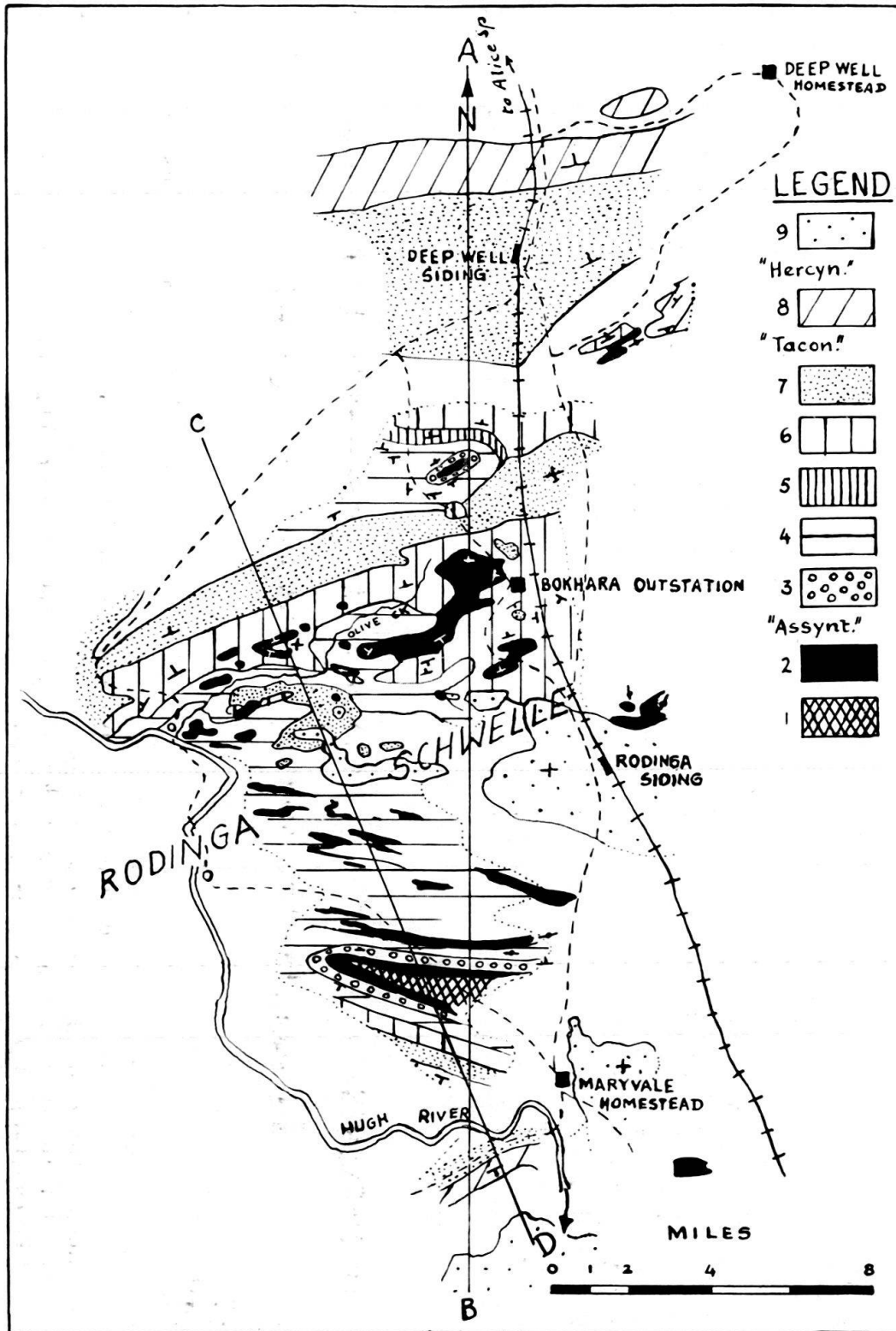


Fig. 4



wirklich frühunterkambrischer Faunen – der Untergrenze des Kambriums gegenüber offensichtlich konkordantem und nichtmetamorphem „Proterozoikum“ umstrittene Fragen sind, auf die hier nicht weiter eingegangen werden soll. Zudem ist die nomenklatorische Behandlung solcher Probleme reichlich umständlich und für den mit den lokalen Verhältnissen Unvertrauten oft unbefriedigend oder zumindest schwer verständlich. Im wesentlichen läuft die Sache vorderhand immer noch darauf hinaus, dass der Begriff Oberproterozoikum in Australien alle jene mehr oder weniger deutlich vorkambrischen (in Wirklichkeit „nur“ vor-spätunterkambrischen) Abfolgen umfasst, welche nicht oder nur unbedeutend metamorph sind. Inwieweit metamorphe Serien dem nichtmetamorphen Oberproterozoikum gleichgesetzt werden können, bleibt meistens noch unsicher. Es ist natürlich nicht daran zu zweifeln, dass solche Beziehungen vorhanden sein müssen, aber sie können wohl nur durch direkte Terrainbeobachtungen nachgewiesen wer-

Fig. 4

Geologische Kartenskizze der Umgebung der Rodingaschwelle südlich von Alice Springs

- 1 = Heavitree Quarzit
  - 2 = Bitter Springs Kalk
  - 3 = Nachmadiganisches Basiskonglomerat
  - 4 = Pertatataka Formation
  - 5 = Chocolate Sandstone
  - 6 = Pertaorta Formation (U. Kamb).
  - 7 = Basale Sandsteine der „Larapinta Gruppe“ (d. h. Pacoota Sandstein)
  - 8 = Terrestrisches Karbon
  - 9 = Mesozoische Tone und Sande
- A–B und C–D = Profile Fig. 5

Man beachte, dass die Formationen 3, 4, 6, wie auch 7 über den Bitter Springs Kalk des älteren Oberproterozoikums transgredieren, d. h. die Kontakte sind nicht takonisch-tektonischen Ursprungs

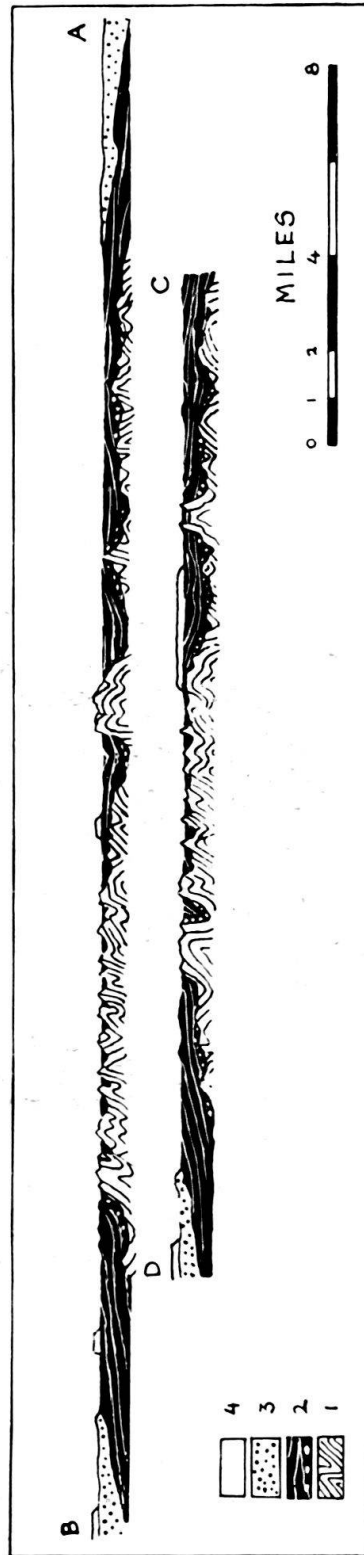


Fig 5. Zwei Profile durch das Gebiet der Rodingaschwelle

- 1 = Älteres Oberproterozoikum und archaische Gneise
- 2 = Jüngerer Oberproterozoikum bis und mit Ordovizium. Man beachte das nachmadiganische Basiskonglomerat
- 3 = Terrestrisches Karbon
- 4 = Mesozoikum (Kreide)

(Die Formationen 2 und 3 sind in Wirklichkeit stärker gefaltet als angegeben; die Profile sind vereinfacht, um die madiganische Faltung besser herauszuheben)

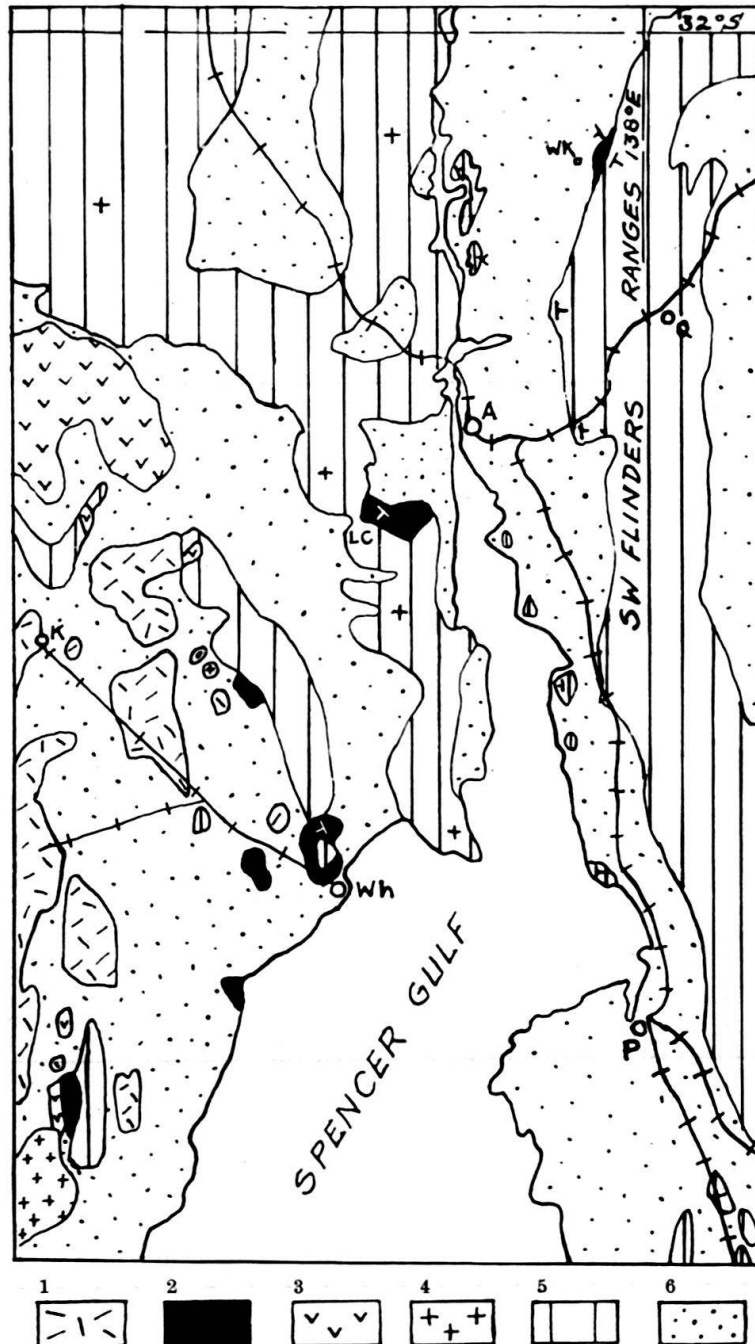


Fig. 6

Geologische Kartenskizze der madiganischen Winkeldiskordanz westlich der Flinderskette in Südastralien

1 = Archaikum mit Fe-Lagerstätten  
(Iron Knob etc.)

2 = Älteres Oberproterozoikum

3 = Gawler Porphyry

4 = Midgee Granit

5 = Adelaide System (Jüngerer  
Oberproterozoikum - nach-  
madiganische Sedimente)

6 = Tertiär und Alluvium

A = Port Augusta, K = Iron Knob, P = Port Pirie, LC = Lincoln Gap, Q = Quorn, WK = Wilkatana Homestead, Wh = Whyalla. Gawler Porphyry und Midgee Granit sind wahrscheinlich auf madiganischen Vulkanismus zurückzuführen. Der Moonabie Grit (i. e. das ältere Oberproterozoikum) ist älter, da seine Kontakte mit dem Porphyry Intrusivmetamorphose zeigen (Miles 1955). Der Granit sendet seinerseits Aplitgänge in den Porphyry.

den – und das ist fast überall ein Ding der Unmöglichkeit, weil jüngere Ablagerungen kritische Gebiete überdecken.

Auf jeden Fall hat sich nun gezeigt, dass es in Zentral- und in Südaustralien zwei nichtmetamorphe oberproterozoische Bezugssysteme gibt, und dass, was Südaustralien anbelangt, das Adelaide System nicht mehr als begrifflich gleichbedeutend mit Oberproterozoikum gelten kann. Schliesst man in den australischen Begriff „Oberproterozoikum“ alle jene Formationen ein, welche bis anhin durch Übereinkunft dazu gehörten, dann stellt man fest, dass sich der Begriff inhaltlich verändert, d. h. bedeutend vergrössert hat. Er bezieht sich nicht mehr allein auf ein einziges, mehr oder weniger konkordantes System von Formationen, sondern auf zwei Systeme, welche durch eine bedeutende Faltungsphase, die Madiganische Faltung, voneinander getrennt sind. Das oberproterozoische Intervall der australischen Geologie ist also länger geworden und hat sich begrifflich – weil ebenfalls eine wichtige Orogenese enthaltend – demjenigen des kanadischen Schildes angenähert.

#### LITERATURVERZEICHNIS

- BRUNNSCHWEILER, R. O. (1955): *Geological observations in the western-most Flinders Ranges between Port Augusta and Lake Torrens*. Aust. J. Sci. 18 (5).
- CHEWINGS, C. (1928): *Further notes on the stratigraphy of Central Australia*. Trans. Roy. Soc. Sth. Aust. 52.
- DAVID, T. W. E., & BROWNE, W. E. (1950): *The Geology of the Commonwealth of Australia*. 3 Vols. London, Edw. Arnold.
- JOHNS, R. K. (1958): *Eyre Peninsula*, in: *The Geology of South Australia*. J. geol. Soc. Austr. 5 (Pt. 2).
- JOKLIK, G. F. (1952): *Geological reconnaissance of south-western portion of Northern Territory*. Bur. Min. Resour. Aust., Rep. 10.
- MADIGAN, C. T. (1931): *The geology of the western Macdonnell Ranges, Central Australia*. Quart. J. geol. Soc. London 88 (Pt. 4).
- (1932): *The geology of the eastern Macdonnell Ranges, Central Australia*. Trans. Roy. Soc. Sth. Aust. 56.
- (1933): *The geology of the Macdonnell Ranges and neighbourhood, Central Australia*. Rep. Aust. N. Zeal. Ass. Adv. Sci. 21.
- MILES, K. R. (1954): *The geology and iron resources of the Middleback Range area*. Geol. Surv. Sth. Austr., Bull. 33.
- STILLE, H. (1946): *Die assyntische Aera und der vor-, mit- und nachassyntische Magmatismus*. Z. deutsch. geol. Ges. 98.
- (1958): *Die assyntische Tektonik im geologischen Erdbild*. Beih. geol. Jb. 22.
- VOISEY, A. (1939): *A contribution to the geology of the eastern Macdonnell Ranges (Central Australia)*. J. Proc. Roy. Soc. [N.S.] Wales 72.
- (1959): *Australian geosynclines*. Aust. J. Sci. 22 (5).

