

Orogene und kratogene Fazies im Tertiär des australischen Raumes.

Von **Martin F. Glaessner**

Geologisches Institut der Universität Adelaide, Süd-Australien.

(Mit 1 Textabbildung.)

Die altbekannte Tatsache, daß die Tertiärablagerungen von Fiji und anderen südwestpazifischen Inseln auf „kontinentalen“ Gesteinen liegen, wurde ursprünglich als Beweis dafür angesehen, daß sich die australische Landmasse einst 3000 Meilen ostwärts erstreckte. Heute wissen wir, daß dem Festland im Norden und Osten eine breite Orogenzone vorgelagert ist, die aus mehreren Einheiten besteht und zum größeren Teil noch heute in Bewegung ist. Diese Zone ist ein Teil des zirkumpazifischen Orogens, aber dieser Teil unterscheidet sich in wesentlichen Zügen seines Baues von den besser bekannten ostasiatischen Bögen. Der Stand der geologischen Forschung in dieser entlegenen Inselwelt erlaubt uns noch nicht, die Einzelheiten ihrer Bewegungsgeschichte zu beschreiben. Ich habe versucht, dafür eine stratigraphische Unterlage vorzubereiten (Glaessner, 1947), eine provisorische Einteilung in verschiedene Einheiten durchzuführen und ihre Zusammenhänge aufzuzeigen (Glaessner, 1950, 1952). In der „Äußerer Melanesischen Zone“ (New Ireland—Salomon Inseln—Fiji) liegt das Tertiär auf metamorphem Untergrund, in der „Inneren Melanesischen Zone“ ist es mit seiner mesozoischen Unterlage, die nur teilweise metamorph ist, in mehreren Phasen stark gefaltet. Die „Coral Sea-Thomson Basin Zone“, die den westlichen Teil der Tasman Sea umfaßt, ist wahrscheinlich als ein Zwischengebirge anzusehen, an das sich im Westen die paläozoischen Ketten Ostaustraliens anschließen. Am Ostrand Australiens ist kein marines Tertiär vorhanden und Beobachtungen am Großen Barriere Riff lassen junge Abbrüche erkennen. Eine vergleichende Betrachtung der Tertiärsedimente im australischen Raum kann uns viel Material zum Studium des Verhältnisses von Bewegungsstil und Sedimentation und der Beziehung zwischen Beweglichkeit des Untergrundes und Fazies liefern.

Wir wollen uns bei diesem Vergleich auf die jetzt verhältnismäßig gut bekannten Verhältnisse auf Neuguinea und im südlichen Australien beschränken. Die kompliziertere Stratigraphie Neuseelands und die wenig bekannte tertiäre Geschichte anderer Inselgruppen muß gegenwärtig noch außerhalb unserer Betrachtungen bleiben. Das westaustralische Tertiär ist noch ungenügend beschrieben.

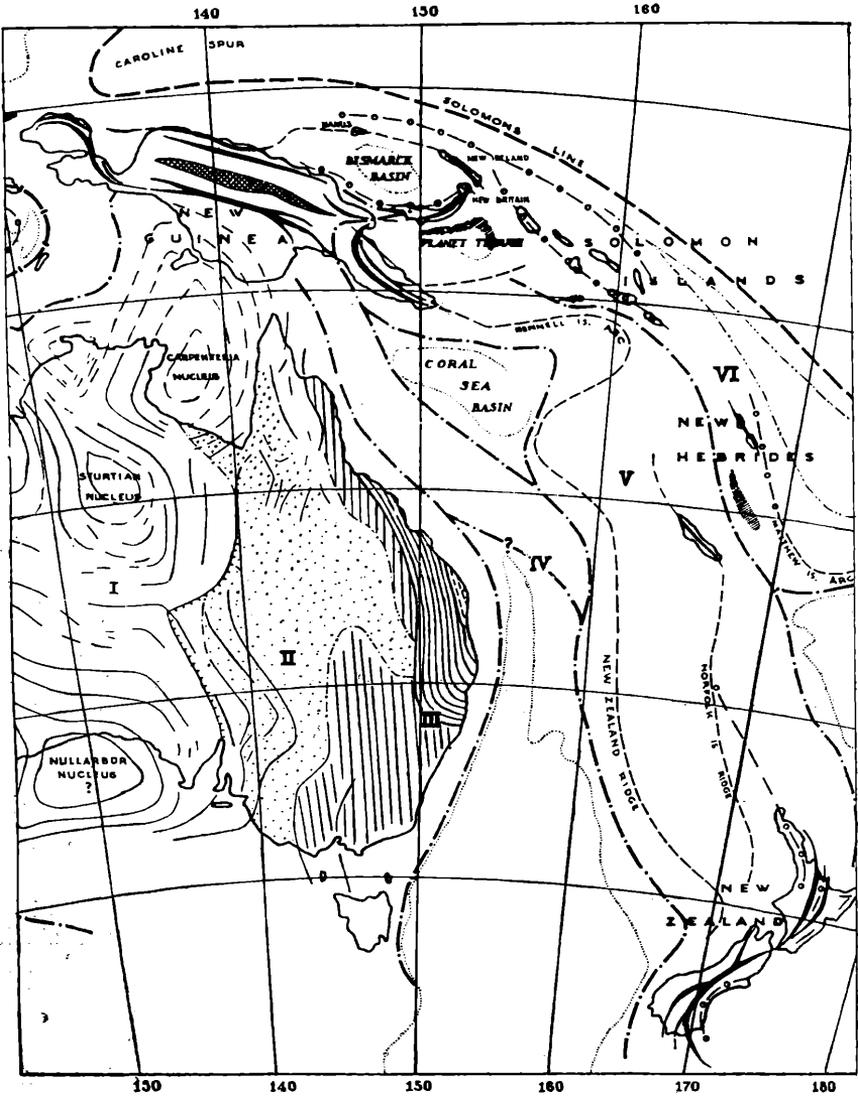


Abb. 1. Geotektonische Skizze eines Teiles von Australien und Neu-Guinea, nach Glaessner, 1950.

- I... Präkambrischer Schild
- II... Artesische Beckenzone
- III... Geosynklinalen von Ostaustralien
- IV... Korallen-See-Zone
- V... Innere Melanesische Zone
- VI... Äußere Melanesische Zone
- Pazifische Grenze
- .-.-.-. Andere Geotektonische Grenzen
- o-o-o Vulkanzonen

(Strukturlinien des Australischen Kontinents teilweise nach Hills, 1946.)

In Neuguinea ist eine bezeichnende Orogenfazies des Alttertiärs in der Umgebung von Port Moresby bekannt (Glaessner, 1952 a). Der Untergrund besteht aus typischen Couches Rouges des Oberen mit *Globotruncana stuarti* Lapp. und *Pseudotextularia varians* Rz. und einer altersgleichen sandigen Randfazies mit *Pseudorbitoides*. Darüber liegt eine 2000 m mächtige Serie von Kalken mit *Globigerina* und *Globorotalia* und roten und gelblichen Radiolariten, die entweder dickbankig mit metergroßen Kieselkonkretionen oder dünn-schichtig mit mergeligen und kieseligen Schiefen wechselnd ausgebildet sind. Sandige Lagen mit Bryozoen und Linsen und Bänke von reinen Nummuliten- und Discocycluskalken deuten auf Seichtwasser hin. Schwerminerale, die von einer der seltenen größeren Lagen untersucht wurden, zeigen einen gewissen Einfluß eines granitischen Ablagerungsgebietes. Diese Schichtserie ist überlagert von grünen Tuffen, in die Kalklinsen mit oligozänen Foraminiferen eingeschaltet sind. Ein Serpentinzug ist in das Eozän eingeschuppt und größere Dolerit- und Gabbro-Intrusionen finden sich in dieser alttertiären Serie. Es sind Anzeichen dafür vorhanden, daß sie ost- und südostwärts in eine vulkanische Serie übergeht, die wahrscheinlich die Kieselsäure der Radiolaritformation geliefert hat. Im zentralen und westlichen Teil von Neuguinea ist das Eozän ziemlich einförmig als Foraminiferenkalk entwickelt. Das Radiolaritgebiet von Port Moresby ist stark geschuppt und gefaltet. Die starke tektonische Beanspruchung dieser Gesteine macht es verständlich, daß sie vor etwa 40 Jahren ein Geologe, der mit den verhältnismäßig wenig gestörten vorkambrischen Sedimenten des Gebietes um Adelaide vertraut war, zum Teil in das Algonkium stellte.

Eine andere orogene Fazies zeigt das gefaltete Jungtertiär des Aure-Trogs, 200—300 km nordwestlich von Port Moresby. Im Neogen war dieses Gebiet die Vortiefe des Owen Stanley—Morobe Gebirgsbogens, zu dem das Alttertiär von Port Moresby als äußere Randzone gehört. Der Trog wurde von einer Wechsellagerung von miozänen Grauwacken und Tonen ausgefüllt, die eine Mächtigkeit von etwa 5000 m erreichten. Die tonigen Gesteine enthalten meist nur Foraminiferen, unter denen pelagische Globigerinen und Orbulinen vorwiegen. Großforaminiferen, Mollusken und Korallen sind selten. Der Fund einer Schildkröte (*Carettochelys* sp.) und das häufige Vorkommen von Pflanzenhäcksel schien auf Seichtwasserfazies zu deuten, aber diese Ansicht kann jetzt nicht mehr aufrechterhalten werden. Edwards hat diese Gesteine sehr eingehend beschrieben. „The greywackes are ill-sorted rocks that show prominent graded bedding and occasional slump structures. They consist essentially of angular grains of basic plagioclase, hornblende and pyroxene, with minor amounts of other minerals, together with numerous rounded rock fragments in a prominent clay matrix. The rock fragments consist largely of a variety of andesites, together with fragments of schist, mudstone, reef quartz, and other rock types“ (Edwards, 1950, p. 123). Der Autor nimmt an, daß das Material dieser Sedimente von der Abtragung einer Gebirgszone stammt, die mit Andesittuff bedeckt war. Tatsächlich sind die Südwesthänge des Owen Stanley-Gebirges noch

jetzt mit solchen Tuffen bedeckt und ähnliche Gesteine hatten eine weite Verbreitung im Hochland von Zentralneuguinea. Die gemischte Zusammensetzung der Grauwacken aus Gesteinsbrocken, Sand und viel Tongrundmasse, die bezeichnende Schichtung („graded bedding“) und die häufigen Stauchungen und Rutschstrukturen zeigen nun im Lichte der neueren Ausführungen von Kuenen (1953) klar, daß es sich um Absätze von „turbidity currents“ handelt. Die Zusammensetzung der benthonischen Foraminiferenfauna deutet auf größere Tiefe hin und die seltenen Seichtwasserfossilien und Pflanzenreste wurden offenbar durch die submarinen Schlammströme in den tiefen Sammeltrög gebracht und darin ausgebreitet. Zugleich sank der Trog, so daß sich die Gesteinsfazies durch lange Zeiträume nicht wesentlich änderte und Raum für die große Mächtigkeit des Miozäns geschaffen wurde. Die vulkanische Innenrandfazies dieses Troges ist noch nicht beschrieben worden, doch war sie zweifellos andesitisch. Die vereinzelt Korallenfunde mögen von Riffen in der Umgebung von Vulkaninseln oder vulkanischen Küstengebieten stammen. Edwards hat gezeigt, daß das Tuffmaterial des Aure-Miozäns auf dem Land abgelagert wurde und daß wahrscheinlich in dem von ihm untersuchten Gebiet nur wenig vulkanisches Eruptivmaterial direkt in die See gelangt ist. Es wurde durch Flüsse mit starkem Gefälle zum Ufer gebracht.

Dieses Beispiel zeigt klar, daß eine Geosynklinale kein sedimentlieferndes Vorland im Sinne von Schucherts „Borderland“ braucht, um mit Sedimenten von großer Mächtigkeit gefüllt zu werden. Ein vulkanischer oder vulkangekrönter Inselbogen genügt, um eine mächtige Grauwackenserie zu liefern. Zu dem gleichen Schluß bin ich kürzlich mit Dr. A. B. Edwards in einer Studie über das Mesozoikum von Zentralneuguinea gelangt. Eine weitere Folge dieser Beobachtungen ist die Vermutung, daß die heutigen Tiefseegräben an der Konkavseite von Inselbogen nicht wegen ihrer geographischen Lage unausgefüllt geblieben sind, sondern wegen ihrer schnellen und jungen Absenkung, mit der die Sedimentation nicht Schritt halten kann.

Unter Umständen, welche der Entwicklung von kalkbildenden Organismen zuträglich sind, kann organische Sedimentation in der Form von Foraminiferenabsätzen oder Korallenriffkalken beträchtliche Beiträge zu den Sedimenten eines Orogens liefern. Die geologische Karte von Neuguinea (David und Brown, 1950) zeigt, daß das hier besprochene Gebiet westlich in das Verbreitungsgebiet einer Kalkfazies übergeht. Diese besteht größtenteils aus Korallen-, Algen- und Foraminiferenkalken. Sie sind noch nicht im einzelnen beschrieben worden, doch ist anzunehmen, daß es sich um Riffassoziationen handelt, wie sie noch jetzt in der benachbarten Torres Straße vorkommen. Solche Vergesellschaftungen kalkiger Gesteine bestehen aus verschiedenen Typen von Korallenriffen, die Gebiete lagunärer Kalke mit Milioliden und anderen Seichtwasserforaminiferen umschließen und an der Außenseite in Riffhangbildungen mit Großforaminiferen (einschließlich der Lepidocyclusen bis zum Ende des Mittelmiozän) und schließlich geschichtete Globigerinensedimente

übergehen. Für die Abgrenzung der Gebiete von Riffkalk und terrigenem Sediment sind im allgemeinen die Tiefenverhältnisse und die Mobilität des Meeresgrundes entscheidend, doch spielen auch Strömungen und die Natur naher Küstengebiete eine Rolle. Die geographische Lage und der Typus der Riffe haben oft in kurzen Zeitintervallen gewechselt, aber die Grenzen zwischen den Gebieten vorwiegend terrigener und kalkiger Sedimentation sind im Miozän Neuguineas während langer Zeiträume unverändert geblieben.

Eine charakteristische Erscheinung, die bereits von Umbgrove für die Idiogeosinklinale von Sumatra und Java beschrieben und von anderen in Westneuguinea und auf anderen Inseln beobachtet wurde, ist die Verlandungsphase im Pliozän, die der letzten großen Gebirgsbildung vorangeht. In Neuguinea ist das Pliozän oft als eine mächtige paralische Sand- und Tonserie mit Braunkohlen und örtlichen Konglomeratlagen ausgebildet. Am Gebirgsrande sind diese Schichten noch stark gefaltet und Diapire mit beweglichen Kernen von Obermiozän sind darin beobachtet worden.

Die maximale Gesamtmächtigkeit des Tertiärs im südlichen Neuguinea-Orogen (Papua-Geosynklinale) läßt sich etwa auf 10.000 m schätzen, wobei zu beachten ist, daß hier die größte Mächtigkeit des Alttertiärs am Gebirgsrand des Owen-Stanley-Bogens liegt, während die größte Mächtigkeit in der Vortiefe erreichte. Im nördlichen Neuguinea sind die Mächtigkeiten des Jungtertiärs noch größer, doch sind die Faziesverhältnisse sehr ähnlich.

Ganz anders sind die Tertiärablagerungen am Südrande des australischen Kontinents ausgebildet. Hier finden sich von Westen nach Osten fünf Tertiärbecken, die einander ähnlich und zum Teil eng miteinander verbunden sind. Wir unterscheiden 1. das West-Australische und Nullarbor Becken, 2. das Adelaide Becken, 3. das Murray Becken mit dem ihm vorgelagerten „Gambier Sunkland“, 4. das West-Victoria und Port Phillip Becken und 5. das Gippsland Becken. Die Tertiärschichten sind in diesen Becken im allgemeinen nur einige 100 m mächtig, doch haben Bohrungen nahe der Küste im Gippsland Becken 1200 m nachgewiesen und im Gambier-Portland Sunkland an der Küste bei Nelson hat eine Bohrung eine Tiefe von mehr als 2400 m erreicht, ohne den Untergrund des Tertiärs anzutreffen. Es lag nahe, in dieser meist dünnen Tertiärdecke nur die Vertretung von 1—2 Stufen zu sehen. Ursprünglich wurden sie für Eozän und Miozän gehalten, später für Mittelmiozän und Pliozän, aber in den letzten Jahren haben eingehende mikropaläontologische Untersuchungen gezeigt, daß die Schichtserie von der Basis des Tertiär bis zum Miozän reicht, über welchem oft mit einer schwachen Diskordanz das Pliozän folgt. Die Gesteinsfolge zeigt Eigenheiten, die von allgemeiner Bedeutung sind.

Vom Ostrand des Nullarbor Plateaus in Südaustralien bis zum Südostende des Kontinents beginnt die Schichtserie mit paralischen Sedimenten, die einer etwas unebenen und lateritisch verwitterten Landfläche aufliegen. Die Gesteine sind meist Quarzsande mit Schotterlagen, zum Teil pflanzenführend und gelegentlich mit marinen Zwischenlagen. Unvollkommene Kornrundung ist bezeichnend für

diese Phase. Lignite und Braunkohlen, die sich in diesen Sedimenten finden, sind in einigen Gebieten abbauwürdig und sind in Victoria in großen Tagbauen aufgeschlossen. In Südostaustralien läßt sich nachweisen, daß diese Braunkohlen in Senken zur Ablagerung kamen, die strukturell angelegt sind. Sie sind nicht allgemein, wie früher angenommen wurde, von späteren Grabenbrüchen begrenzt, sondern enden oft an Stufenrändern der alten Landoberfläche, die paläozoischen Bruchlinien entsprechen. Marine Zwischenlagen, die oft glaukonitisch sind, haben eine weite Verbreitung und eine obereozäne Transgression trennt in Randgebieten des Adelaide Beckens ältere und jüngere Lignite. In den obereozänen und unteroligozänen Sedimenten ist das terrigene Material meist tonig und glaukonitisch. Im Adelaide Becken und im Westen sind diese Schichten reich an Kieselschwämmen. Sie enthalten oft kieselige Lagen und ihre Oberfläche ist oft verkieselt, einschließlich der ursprünglich kalkigen Molluskenschalen. Vor einigen Jahren hat Woolnough (1942) darauf hingewiesen, daß ein eingebneter Kontinent mit einer lateritisch verwitterten Oberfläche viel Kieselsäure an die umgebenden Ozeangebiete liefern muß. Er nahm an, daß dies zur Ablagerung von Radiolariten führt. Dieser Vorgang mag wohl die Entstehung der mittelkretazischen Radiolariengesteine Nordwestaustraliens beeinflußt haben, nicht aber die der eozänen Radiolarite in Neuguinea, die mit Serpentin und Gabbro vergesellschaftet sind und, wie oben ausgeführt wurde, von vulkanischen Inselhögen herkommen. Im südaustralischen Alttertiär ist der hohe Kiesegelhalt der kratogenen Sedimente möglicherweise auf Kieselsäurezufuhr von der lateritischen Landoberfläche zurückzuführen oder auf dem Wege über Kieselschwämme. In Victoria, wo Basaltausbrüche im Alttertiär weit verbreitet sind („Older Basalt“), fehlt diese Kieselfazies.

Im Oberoligozän und Untermiozän erfolgte eine weitreichende Transgression, die eine Decke von Bryozoenkalk und Mergel von sehr eiförmiger Zusammensetzung über den Südrand des Kontinents ausbreitete. Die Zufuhr von terrigenem Material kam fast gänzlich zum Stillstand. In einigen Gebieten, besonders an der Küste des südöstlichen Südaustralien, enthalten diese Gesteine zahlreiche Kieselkonkretionen. Das untermiozäne Alter der jüngeren Bryozoenkalke und Mergel ist durch das Auftreten der einzigen *Lepidocyclus*-Fauna des Gebietes nachweisbar. Nahe dem Südrand des Verbreitungsgürtels dieser Warmwassergattung gelegen, beweist dieses Vorkommen eine vorübergehend höhere Wassertemperatur. Der Zusammenhang mit einer Transgression macht es wahrscheinlich, daß die Ursache dafür nicht in einer Klimaänderung, sondern in einer Änderung des Verlaufes von warmen Strömungen zu suchen ist.

Im Mittel- und Obermiozän tritt eine Regression ein, die mit einer leichten Faltung der Tertiärschichten zusammenfällt. Im Adelaide Becken, wo jetzt genauere Studie im Gange sind, läßt sich nachweisen, daß die Faltung nicht nur die Tertiärschichten, sondern auch ihren paläozoischen und vorkambrischen Untergrund betroffen hat. Die Unterbrechung der Sedimentation dauerte hier genügend lang, um eine Einebnung (Peneplanation) zu ermöglichen. Auf der so ge-

schaffenen Rumpffläche liegt das Pliozän. Entlang der Küste enthält es Einschaltungen von marinen Kalksandsteinen, während in einiger Entfernung nur Sande und Schotter mit gut gerundeten Quarzgeröllen auftreten. Diese Ablagerungen sind nach dem Pliozän wieder von leichten Bewegungen betroffen worden, welche die älteren Synklinalen etwas vertieft haben. Paläozoische Verwerfungen machten sich dabei wieder als Brüche bemerkbar und im Hügelland des Beckenrandes sind die alten Rumpfflächen an ihnen in bemerkenswerter Weise verstellt worden. Die Bewegungen setzen sich bis in die Gegenwart fort. Sie haben ein ausgesprochenes Relief geschaffen, dem im Sedimentationsraum Schotter und Konglomerate entsprechen. Solche grobklastische Sedimente fehlen während der Zeit vom ältesten zum jüngsten Tertiär vollkommen. In Victoria sind in Verbindung mit dem jungen Bruchsystem jüngere Basaltergüsse von hauptsächlich spät- oder nachpliozänem Alter weit verbreitet.

Die regionale Verbreitung der Tertiärbecken im südlichen Australien läßt sich dahin deuten, daß sie Teile der Kontinentalterrasse (Schelfbildungen) darstellen. Diese Sedimente erstrecken sich aber auch landwärts in der Art von „intermontane basins“ (U m b g r o v e), da sie zum Teil von den Faltenzonen der alten Gebirge Ostaustraliens begrenzt sind, in denen eine gewisse posthume Wiederbelebung alter Bewegungszonen zu erkennen ist. In manchen Beziehungen bestehen bemerkenswerte Ähnlichkeiten mit den bekannten Sedimentärbecken Europas, z. B. mit dem Wiener Becken. Die Natur der Randbrüche, die Existenz einer Tiefscholle mit größeren und von Rand- und Hochschollen mit geringeren Mächtigkeiten und die Intensität der Faltung in der Beckenfüllung sind Ähnlichkeiten, die sich jetzt klar zeigen lassen. Andererseits sind aber auch wichtige Unterschiede vorhanden. Die Beckenfüllung beginnt stets mit einer verhältnismäßig mächtigen paralischen Gesteinsserie, die Sedimente sind glaukonitisch, pelitisch und geschichtet-kalkig, gelegentlich mit Kieselführung. Es ist sehr wahrscheinlich, daß dieser Typus einer Schichtfolge als ungünstig für Erdölbildung anzusehen ist, da sowohl die marine Schlierfazies an der Basis, die schnelles Absinken des Untergrundes bald nach dem Beginn der Transgression anzeigt, als auch die spätere Sandfazies darin fehlt.

Wenn wir geotektonisch klassifizieren wollen, können wir diese kratogenen Sedimente als Ablagerungen eines labilen Schelfs bezeichnen. Aber wie in jeder anderen geologischen Klassifikation, die grundsätzlich ein Vergleich der Phasen eines irreversiblen, realhistorischen Vorgangs ist, dürfen dabei zeitliche und örtliche Besonderheiten nicht unbeachtet bleiben. Die Tertiärsedimente des südlichen Australien sind im Alter von denen ihres Untergrundes durch einen langen Zeitraum getrennt. Insbesondere scheinen Oberkreidesedimente regional zu fehlen. Während dieser Zeit war die Oberfläche des Kontinents so eingeebnet worden, daß nur wenig terrigenes Material zur Ablagerung im Tertiärmeer zur Verfügung stand. Das Gebiet lag südlich des Nummuliten- und Korallenkalkgürtels der warmen Zone und wenn es nicht den Bryozoen günstige Lebensbedingungen geboten hätte, wäre die Gesamtmächtigkeit der

Tertiärsedimente noch viel geringer. Die tiefe vortertiäre Abtragung und die dünne Sedimentdecke sind dafür verantwortlich, daß die jüngeren Strukturen den alten Leitlinien (Lineamenten) folgen und sie mehr oder weniger klar abbilden. Es ist wohl möglich, daß die eigenartigen sigmoidalen Bögen des Orogens im Norden und Osten von Australien in ihrer Anlage auch von solchen Lineamenten bestimmt sind, aber die Beziehungen zum Untergrund sind in diesem Falle verdunkelt oder verhüllt, während sie im anderen offen zutage liegen. Der fundamentale Unterschied zwischen Orogen und Kratogen kommt im Tertiär des australischen Raumes klar zum Ausdruck, selbst wenn wir uns nicht auf eine bestimmte Epoche und Fazies beschränken, sondern die Gesamtheit der Tertiärablagerungen in der Mannigfaltigkeit ihrer Altersgliederung und Faziesausbildung in den beiden Gebieten berücksichtigen.

Es ist mir eine besondere Freude, diesen Beitrag Herrn Professor L. Kober zu widmen, zum Zeichen der Erkenntlichkeit für Grundlehren des geologischen Denkens, die einem, der aus seinem Hörsaal in die Ferne ging, zum wertvollsten Besitz geworden sind.

Literatur.

- David, T. W. E., und Browne, W. R. (Ed.), *The Geology of the Commonwealth of Australia*. London, 1950.
- Edwards, A. B., *The petrology of the Miocene sediments of the Aure Trough*. Proc. Roy. Soc. Vict., vol. 60, n. s., pp. 123—148, 1950.
- Glaessner, M. F., *Problems of stratigraphic correlation in the Indo-Pacific-Region*. Proc. Roy. Soc. Vict., vol. 55, n. s., pp. 41—80, 1943.
- *Geotectonic position of New Guinea*. Bull. Amer. Assoc. Petroleum Geol., vol. 34, pp. 856—881, 1950.
- *Geology of the Tasman Sea*. Aust. J. Sci., vol. 14, pp. 111—114, 1952.
- *Geology of Port Moresby, Papua*. Sir D. Mawson Anniversary Vol., Univ. Adelaide, pp. 63—86, 1952 a.
- Kuennen, Ph. H., *Significant features of graded bedding*. Bull. Amer. Assoc. Petroleum Geol., vol. 37, pp. 1044—1066, 1953.
- Woolnough, W. G., *Geological extrapolation und pseud-abyssal sediments*. Bull. Amer. Assoc. Petroleum Geol., vol. 26, pp. 765—792, 1942.