Zeitschrift: Eclogae Geologicae Helvetiae
Herausgeber: Schweizerische Geologische Gesellschaft
Band: 50 (1957)
Heft: 1

Artikel: Neue Daten zur Geologie von Portugiesisch Osttimor
Autor: Grunau, Hans R.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-162207

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 12.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Neue Daten zur Geologie von Portugiesisch Osttimor

Von **Hans R. Grunau**, Bern

Mit 5 Textfiguren und 1 Tafel (I)

INHALTSVERZEICHNIS

1. Einleitung 69
2. Bemerkungen zur Stratigraphie 70
3. Korrelation von Portugiesisch Osttimor mit Westtimor 77
4. Grosstektonischer Überblick des malaiischen Archipels. 81
5. Geschichte der tektonischen Deutung Osttimors 82
6. Erläuterungen zur Profil-Serie von Portugiesisch Osttimor 83
7. Gravimetrische Untersuchungen auf Portugiesisch Osttimor 90
8. Zusammenfassender tektonischer Überblick 91
9. Der zeitliche Ablauf des tektonischen Geschehens 93
10. Vergleich zwischen Timor-Orogen und zentralalpinem Orogen 94
Literaturverzeichnis (Auswahl) 97

SUMMARY

This paper deals with a few aspects and problems of the geology of eastern Portuguese Timor. The stratigraphic results which have been published previously, are summarized on figure 2.

A series of profiles (plate 1) illustrates the complicated overthrust tectonics. Tectonical phases and the history of the magmatic evolution are indicated on figure 5. Comparisons are made between the eastern and the western part of Timor and between the Timor-orogene and the central sector of the Alps.

In accordance with R. W. van Bemmelen and D. de Waard, the author comes to the conclusion that Timor is an excellent example of mountain-building by gravitational gliding. The situation of the Lesser Sunda Islands between the rigid blocks of Australia, the Pacific Ocean and the Asiatic Continent, however, suggests that horizontal displacements were effective too, at least during the initial and the final stages of the Tertiary orogeny.

1. Einleitung

In den Jahren 1947–1948 führten Dr. E. Escher[1]), Zürich, und der Verfasser im Auftrage einer Erdölgesellschaft eine regionalgeologische Begehung des östlichen Teiles von Portugiesisch Timor (östlich der Linie Manatuto–Cribas–Laclubar–Fatu Berliu–Süd Laclo) aus. Einige Ergebnisse dieser Untersuchung, deren Publi-

[1]) Dr. E. Escher war als Senior-Geologe mit der Leitung der Timor-Expedition betraut. Für die vorliegende Publikation durfte der Verfasser einen von E. Escher ausgearbeiteten, internen Rapport als Tatsachengrundlage benutzen.

kation aus bestimmten Gründen in bescheidenem Rahmen gehalten werden musste, sind in zwei vorläufigen Mitteilungen festgelegt (GRUNAU, 1953 und 1956). Durch freundliches Entgegenkommen einer Erdölgesellschaft wurde es möglich, vollständigere Daten über die Geologie von Portugiesisch Osttimor zu veröffentlichen, wobei die vorliegende Studie vor allem der Tektonik von Osttimor gewidmet ist.

Es sei mit Nachdruck darauf aufmerksam gemacht, dass die von E. ESCHER und dem Verfasser sowie sämtlichen Geologen, die sich bis heute während längerer Zeit in Portugiesisch Timor aufhielten, durchgeführten Aufnahmen ökonomisch ausgerichtete Ziele verfolgten. Das bedingte, dass Gebiete, die vom rein wissenschaftlichen Standpunkt eine eingehendere Untersuchung erfordert hätten, nach kurzer, oberflächlicher Begehung wieder verlassen werden mussten. So konnte z. B. unsere Expedition dem Problem der Fatu-Tektonik viel zu wenig Aufmerksamkeit schenken. Es wird daher lohnendes Ziel zukünftiger Erforscher Osttimors sein, die zahlreichen noch bestehenden Erkenntnislücken zu schliessen und jetzige Auffassungen zu modifizieren.

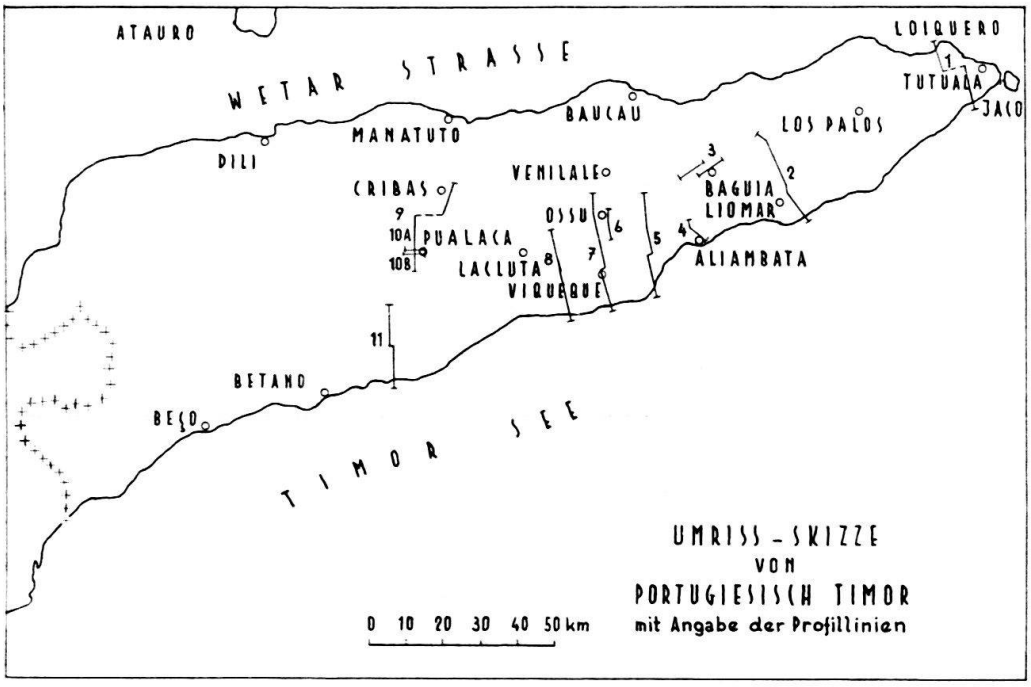


Fig. 1. Umriss-Skizze von Portugiesisch Timor 1 : 2500000.

2. Bemerkungen zur Stratigraphie

Neuere Daten zur Stratigraphie von Portugiesisch Osttimor hat der Verfasser (1956) kürzlich mitgeteilt. Zudem stellte J. WANNER (1956) sämtliche erreichbaren stratigraphischen Angaben über ganz Portugiesisch Timor zusammen, wobei den leider nicht veröffentlichten Arbeiten von F. WEBER, der 1910 und 1911 während 17 Monaten im zentralen und westlichen Teil von Portugiesisch Timor weilte, die gebührende Aufmerksamkeit und Anerkennung zuteil wird.

Die wichtigsten Daten über Lithologie, Mächtigkeit, Alter und Fossilinhalt der Schichtreihen des autochthonen sowie des Decken-Komplexes von Portu-

giesisch Osttimor, östlich der Linie Manatuto–Cribas–Laclubar–Pualaca–Süd Laclo, sind, unter Berücksichtigung der wichtigsten Angaben von J. WANNER (1956), auf Figur 2 zusammengestellt. Infolge der beträchtlichen tektonischen Komplikationen und wegen der oft schlechten Aufschlussverhältnisse lassen sich ungestörte Normalprofile bloss in den seltensten Fällen angeben. So ist die auf Figur 2 angegebene Lithologie bloss schematisch eingetragen und entspricht für die Schichtreihe des autochthonen Komplexes von der Trias bis zum Plio-Pleistozän nicht einer tatsächlich beobachteten stratigraphischen Reihenfolge. Eine Ausnahme bildet das Profil des autochthonen Perms von Cribas, wo sich eine fast lückenlos aufgeschlossene Gesteinsserie kontinuierlich verfolgen lässt.

Die nachfolgenden Bemerkungen sind als Stellungnahme zu den von J. WANNER (1956), der im Jahre 1956 leider verschieden ist, aufgeworfenen Fragen zu werten.

PERM

Das autochthone Perm von Cribas und Loiquero weist unverkennbare Ähnlichkeiten mit der von DE ROEVER (1940) beschriebenen Kekneno-Serie auf. Der lithofazielle, vorwiegend klastische Aspekt dieser autochthonen Perm-Serien scheint einen Vergleich mit alpinen Flysch-Ablagerungen zu rechtfertigen, obgleich zwar die für den Flysch typischen sedimentären Erscheinungen wie Kleinzyklen und Graded Beds, hervorgerufen durch Schlammströme hoher Dichte (turbidity currents), nicht beobachtet wurden. Folgt man den Ausführungen von TERCIER (1947), wonach Flysch in Trögen innerhalb des werdenden Gebirges, das sich in prä-holoorogenem Zustand befindet, abgelagert wird, so ist die Ansicht, das autochthone Perm von Timor als Flysch zu bezeichnen, unbegründet. Es fehlen nämlich jegliche Anhaltspunkte, das Ablagerungsbecken des autochthonen Perms in Beziehung zu früh-orogenetischen oder prä-holoorogenen Paroxysmen zu bringen.

Wir wissen heute noch nicht, ob in der Cribas-Serie bloss Unterperm oder auch Oberperm, vielleicht sogar noch Untertrias, vertreten sind. Mit Fossilien eindeutig nachgewiesen ist bloss das Somohole (= Sakmara). Das Alter des oberen Teiles der Cribas-Serie, in der keine Leitformen für bestimmte Stufen auftreten, ist deshalb nicht festgelegt. Allem Anschein nach besteht zwischen der permischen Cribas-Serie und der Obertrias ein beträchtlicher Hiatus (GRUNAU, 1956).

Ein sill-förmig auftretender Mandelstein-Diabas im Südschenkel der Cribas-Antiklinale steckt in autochthonem Perm unsicherer Altersstellung. Es ist anzunehmen, dass dieser Diabas zum permischen Ophiolith-Zyklus gehört.

Das Decken-Perm erfährt bei J. WANNER (1956) eine eingehende Darstellung, wobei vor allem Vorkommen aus Portugiesisch West- und Zentraltimor beschrieben werden. Ich beziehe daher bloss Stellung zu Fragen, mit denen ich aus eigener Anschauung vertraut bin.

Nach F. WEBER (cit. J. WANNER, 1956, S. 120) gehören die hellgrauen, innen rein weissen Fatukalke des Foho Fehuc und Fatu Calau möglicherweise ins Perm. Diese Auffassung ist jedoch paläontologisch nicht begründet. Weiterhin schreibt WANNER (1956, S. 121): «Von HIRSCHI wird diese Eigenart (nämlich zu oberflächlicher Karrenbildung) von den weiter ostwärts gelegenen Kalkmassiven des

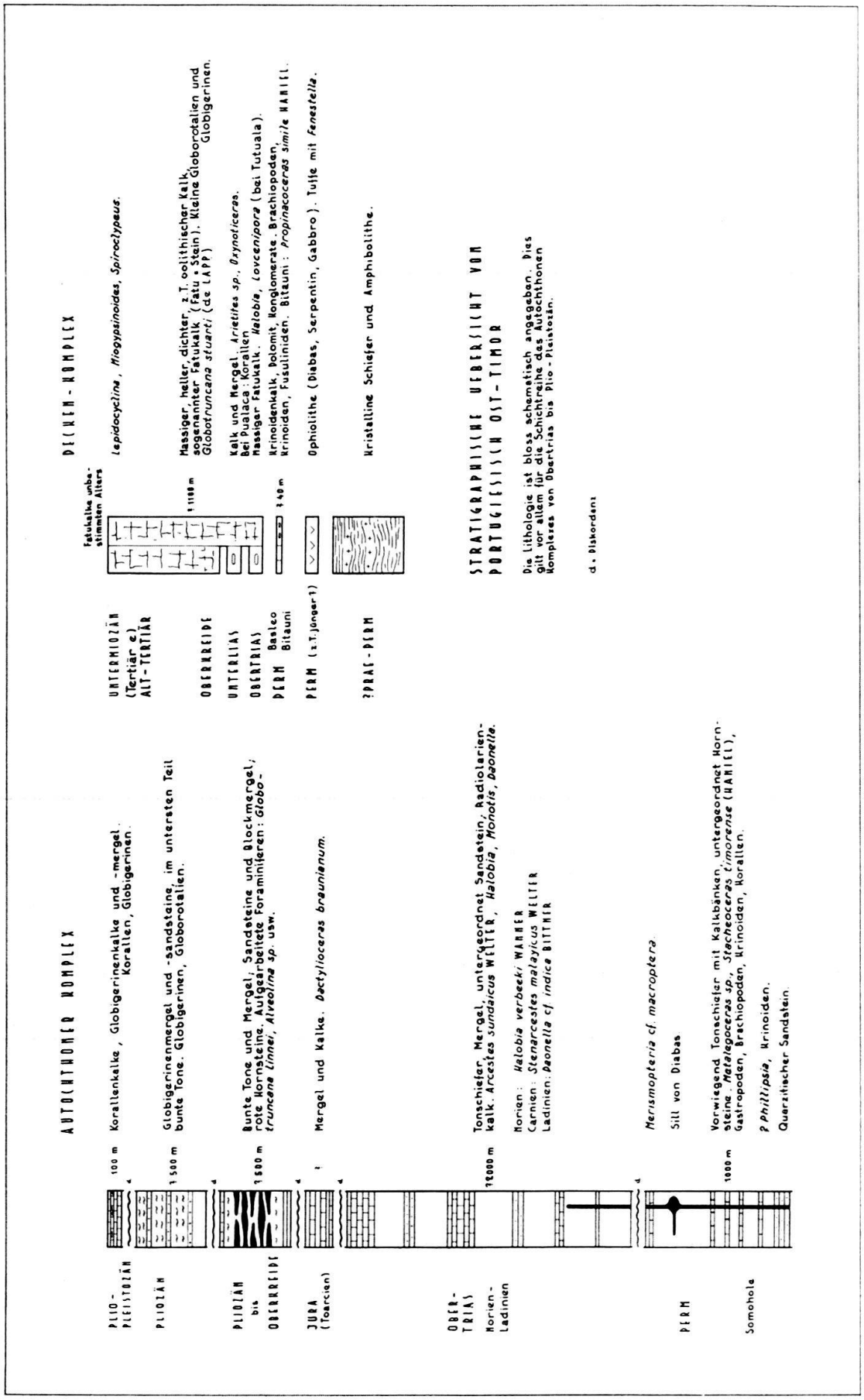


Fig. 2. Stratigraphische Übersicht von Portugiesisch Osttimor.

F. Mate Bia und Saborica Ulum berichtet, so dass deren geologische Gleichsetzung mit denen bei Pualaca wohl zutreffen dürfte.» Dies ist für die unzweifelhaft zum grössten Teil oberkretazisch-alttertiären Fatukalke der Mata Bia (GRUNAU, 1953, 1956) sicher nicht der Fall.

Ein regionaler Vergleich der Fatukalke Timors zeigt, dass hellgraue Farben für mesozoische, insbesondere triasische und oberkretazische, sowie alttertiäre Fatukalke typisch sind. Somit scheint ein permisches Alter des Fatu Calau und des Foho Fehuc recht fragwürdig zu sein.

Schon J. WANNER (1956, S. 114) betont, dass die Gesteine des autochthonen Perms vorwiegend grau bis schwarz, untergeordnet auch tief rotbraun sind, während das Decken-Perm hellere Farben (hellrotbraun, hellrötlich, rötlichviolett) aufweist. In der Beckenfazies ist somit die Rotfärbung recht untergeordnet vertreten, in der Schwellenfazies hingegen ein besonderes Charakteristikum. Dies stimmt nun nicht überein mit den Feststellungen von R. BRINKMANN (1935) und den Untersuchungen des Verfassers in hochpenninischen, ost- und südalpinen, oberjurassischen Sedimentationströgen, wo die durch Radiolarite und Kieselschiefer vertretenen Beckensedimente rot gefärbt sind, während sich in der Kalkfazies der Schwellenzonen Graufärbung einstellt.

OPHIOLITHE

Im autochthonen Cribas-Perm sind Mandelstein-Diabase bloss an einer Stelle beobachtet worden. Es handelt sich dabei um einen ganz untergeordneten, wahrscheinlich permischen Diabas-Magmatismus, der in einer mächtigen Sedimentserie geosynklinalen Charakters auftritt.

Bloss wenige Anzeichen sprechen für das Vorhandensein von basischen Eruptivgesteinen in der Trias. Im Sacaria Fluss (westlicher Zufluss der Mota Coa) ist ein vier Meter mächtiges Tuffkonglomerat mit Diabaskomponenten in Trias-Tonschiefer zwischengeschaltet. Im Gebiete des Flusses Mota Bui, nördlich von Olo Su, findet sich eine 20 m lange Linse von grünen Tuffen in triasischen Schiefern.

Isolierte Diabasvorkommen in Triasgebieten könnten teilweise vielleicht in die Trias gehören, möglicherweise aber sind sie in den Decken-Komplex zu stellen.

Aus all diesen Beobachtungen geht hervor, dass triasischer Ophiolith-Magmatismus keineswegs belegt ist.

Im Decken-Komplex nehmen Ophiolithe eine wichtige Stellung ein. Vertreten sind Diabase, Serpentine und Gabbros, wobei die Diabase oder ein Teil derselben sicher prä-oberpermisch sind (GRUNAU, 1953, 1956). Da die verschiedenen Glieder der Ophiolith-Serie stets miteinander und zudem mit dem sehr geringmächtigen Perm des Decken-Komplexes vergesellschaftet sind, scheint ein permisches Alter des ganzen Ophiolith-Komplexes wahrscheinlich zu sein (siehe auch S. 80).

Schwierig fällt die Einordnung der Ophiolithe in tekto-magmatische Zusammenhänge, da über prä-permische Paroxysmen keine sicheren Daten bekannt sind. Wir wissen daher nicht mit Bestimmtheit, ob wir die Ophiolithe in den finalen, simischen oder den initial-geosynklinalen Magmazyklus im Sinne von H. STILLE (1940) stellen sollen. Ein Vergleich mit dem finalen Magmazyklus der Saar–Nahe-Mulde und den Glarner Freibergen sowie dem geosynklinalen Initial-Ophiolithismus

des Penninikums und der Aroser Zone in den Zentral-Alpen scheint am ehesten zugunsten einer permischen, final-ophiolithischen Phase auf Timor auszufallen. Somit würde die initial-geosynklinale Magmaphase auf Portugiesisch Osttimor vermutlich nicht bestanden haben.

Fig. 3. Dünnschliffbild eines Perm-Konglomerates (2,4 km SE von Viqueque, an der Strasse Viqueque-Bibiluto). 27×. Ausser Brachiopoden und Krinoiden enthält das Konglomerat zahlreiche Bryozoen. Häufig sind Komponenten von Diabasen mit Intersertalstruktur (obere Bildhälfte).
Nach mündlicher Mitteilung von Prof. J. WANNER ist das Konglomerat oberpermisch (Basleo-Stufe). Somit sind die darin enthaltenen Diabas-Komponenten sicher prä-oberpermisch.

TRIAS

Unsere Kenntnis der Trias ist durch die Aufsammlungen von F. WEBER bei Pualaca und die Zusammenfassung aller vorliegenden Daten durch J. WANNER (1956) entscheidend gefördert worden.

In der autochthonen Trias sind die Stufen Ladin bis Nor vertreten, während Untertrias nicht vorkommen soll. Nun erwähnt aber J. WANNER (1956, S. 127) einen von HIRSCHI (1907) gefundenen, dunkelbraunen Mergelkalk mit *Dinarites hirschii* WANNER (oberes Skythien), der ein Auswürfling des Schlammvulkanes Bibiluto (in der Nähe der Mota Coa-Mündung) ist.

Nach all den regionalen Kenntnissen, die wir heute von Südosttimor besitzen, scheint es unwahrscheinlich, dass der Schlammvulkan Bibiluto irgendwelche Schichtglieder des Decken-Komplexes durchschlagen habe. Der Fund von HIRSCHI ist viel eher der autochthonen Trias zuzuordnen. Allerdings scheint es gefährlich, auf Grund eines Auswürflings Stratigraphie treiben zu wollen.

In einer früheren Publikation des Verfassers (1953) wurden zwei Lithofaziestypen innerhalb der autochthonen Trias unterschieden, nämlich eine Radiolarienkalk-Fazies und eine Tonschiefer–Sandstein-Fazies. In einer späteren Arbeit (1956) vertrat ich die Ansicht, die Radiolarienkalk-Fazies sei ein in grösserer Küstenentfernung abgelagertes, heteropes Äquivalent der Tonschiefer-Sandstein-Fazies. Diese Ansicht lässt sich aber vorläufig weder paläontologisch noch durch den Nachweis gegenseitiger Fazies-Verzahnung eindeutig und sicher belegen.

Entgegen der bei J. WANNER (1956, S. 124) vertretenen Auffassung ist die Tonschiefer-Sandstein-Fazies nicht fossilfrei. Halobien und Daonellen finden sich in Tonschiefern oft recht zahlreich, eingehende paläontologische Bestimmungen liegen jedoch nicht vor.

Die autochthone Trias ist mit der Kekneno-Serie von DE ROEVER (1940) gleichzustellen. Der Ausdruck Flysch ist aus ähnlichen Gründen, die wir schon bei der Besprechung des Cribas-Perm anführten, besser nicht zu verwenden.

Decken-Trias wurde durch den Verfasser (1953, 1956) bloss aus dem östlichsten Zipfel Timors (in der Nähe des neuen Hauses des Postenchefs in Tutuala) beschrieben. Neue Funde von obertriasischen Fatukalken in der Gegend von Pualaca erwähnt J. WANNER (1956), der seine Angaben F. WEBER verdankt.

JURA

Die autochthonen Chondriten-Mergelschiefer 1 km SE von Pualaca enthalten nach HIRSCHI (1907) *Perisphinctes timorensis* BOEHM. Das Alter dieser Perisphinctes wurde sowohl von BOEHM, KRUMBECK (1923) und WANNER (1956) diskutiert, wobei angeblich oberjurassisches Alter festzustehen scheint. Nun aber hat Prof. ARKELL, Cambridge, die vom Verfasser an derselben Stelle gefundenen angeblichen Perisphinctes als *Dactylioceras* cf. *braunianum* bestimmt, womit Toarcien belegt ist.

Besondere Erwähnung verdient die beträchtliche Schichtlücke zwischen dem Toarcien von Pualaca und der liegenden Obertrias, deren jüngster Teil noch zum Norien gehört. Rhät bis und mit Domérien wurden somit nicht abgelagert oder vielleicht vorzeitig wieder abgetragen. In den stark verfalteten Obertrias- und Toarcien-Gesteinen von Pualaca lassen sich irgendwelche Diskordanz- oder Transgressionserscheinungen nicht nachweisen. Es scheint auf jeden Fall fraglich zu sein, aus dem Fehlen von Rhät bis und mit Domérien auf eine frühe orogenetische Phase schliessen zu wollen. – Die Möglichkeit besteht, dass angesichts der grossen regionalen Verbreitung der Chondriten-Mergelschiefer Funde von Leitfossilien, die die fehlenden Lias- und vielleicht auch Dogger- und Malm-Stufen belegen, stets noch zu erwarten sind.

Autochthoner Jura tritt weiterhin auf im Flussbett des Ue Na Akraun, ungefähr 6 km SSE von Cribas. In hellgrauen, schiefrigen Mergelkalken wurden einige deformierte Ammoniten gefunden, die ohne Zweifel jurassisch sind.

Im Flusse Duro Uato Uai, 1 km ENE von Aliambata, fand E. ESCHER lichtgraue Lumachellen mit *Aucella* sp., Brachiopoden und Rhynchonellen. Glimmerhaltige, kalkige Sandsteine im gleichen Aufschluss enthielten Pholadomyen, Rhynchonellen, Trigonien und *Lima brouweri* KRUMBECK. Das Auftreten von Aucellen mit *Lima brouweri* KRUMBECK zusammen ist sehr merkwürdig. *Lima*

brouweri KRUMBECK ist bekannt aus dem Unterlias von Rotti, während die Aucellen (*Aucella malayomaorica*) in Buru, Timor und Rotti auf das Oxford beschränkt zu sein scheinen (J. WANNER, 1931). Wir stehen hier vor einem Widerspruch, der möglicherweise bloss durch eine Neubestimmung der betreffenden Pelecypoden gelöst werden könnte.

Jura des Decken-Komplexes erwähnt J. WANNER (1956) vor allem aus Portugiesisch Westtimor. Aus Portugiesisch Osttimor sind durch F. WEBER Kalkmergel mit *Buchia* (Syn. *Aucella*) *malayomaorica* (KRUMBECK) und durch E. ESCHER unterliasische Knollenkalke mit Arietiten und ?*Oxynoticeras* bekannt geworden.

KREIDE

Im autochthonen Komplex könnte bloss der untere Teil der in früheren Publikationen des Verfassers (1953, 1956) als Bibiliu-Serie bezeichneten Gesteinsfolge der Oberkreide zugehören. Die Altersbestimmung gründet sich auf oberkretazische Globotruncanen, die in grauen, schiefrigen Sandkalken und in kalkigen Sandsteinen gefunden wurden. Die Möglichkeit ist jedoch nicht von der Hand zu weisen, dass die oberkretazischen Formen aufgearbeitet sind und die betreffenden Gesteine ins Tertiär gehören. Zwischen der autochthonen Trias und dem unteren Teil der Bibiliu-Serie besteht auf jeden Fall ein beträchtlicher Hiat und möglicherweise auch eine tektonische Diskordanz.

Die Radiolarienhornsteine und begleitenden Kiesel- und Tonschiefer der Bibiliu-Serie weisen rotbraune, graue, braune und schwarze Farbtöne auf. Grüngraue Färbung wurde nie beobachtet. Eine Assoziation mit gleichaltrigen Ophiolithen ist nicht verwirklicht[2]).

Da die Bibiliu-Gesteine mit Ausnahme der erwähnten Sandsteine keine Leitfossilien enthalten, lässt sich über ihr Alter kein abschliessendes Urteil bilden. Es scheint uns nicht ausgeschlossen, dass sie sich aus Elementen verschiedenen Alters zusammensetzen und Schichtlücken eine bedeutende Rolle spielen.

Die zum Decken-Komplex gehörenden Oberkreidekalke sind paläontologisch einwandfrei definiert durch Globotruncanenfunde (GRUNAU, 1956).

TERTIÄR

Ein bedeutender Teil der autochthonen Bibiliu-Serie ist nach allen vorliegenden Daten ins Tertiär (mit Pliozän als oberer Altersgrenze) zu stellen. Das Eozän ist mit Alveolinen nachgewiesen. – Die vorwiegend pliozäne Viqueque-Serie und die pliopleistozänen Korallen- und Globigerinenkalke sind schon in früheren Arbeiten erwähnt worden (GRUNAU, 1953, 1956). An der Basis der Viqueque-Serie treten rote Tone und Sandsteine mit faziellem Anklang an die Bibiliu-Serie auf. Die Sandsteine enthalten eine Pliozän-Mikrofauna.

Eozäne Fatukalke des Decken-Komplexes aus der Barique-Gegend beschreibt J. WANNER (1956) nach Angaben von F. WEBER. Unsere Expedition hat eozäne Fatukalke bloss als kleine Gerölle von Alluvialablagerungen nachweisen können.

---

[2]) In einer letzthin erschienenen Arbeit des Verfassers (1957) wurde betont, dass die Grünfärbung von Radiolariten in gewissen Fällen auf die Beteiligung feinsten Peridotit- und Serpentindetritus zurückzuführen ist. In ophiolithfreien Gebieten, die dem Verfasser bis jetzt bekannt sind, sind bloss Rot-, Braun-, Grau- und Schwarzfärbung vertreten, während die typisch lauchgrünen Töne fehlen.

Grosse Verbreitung weisen zweierlei Typen von tertiären Fatukalken auf:

1. Fatukalke mit kleinen Globorotalien und Globigerinen (Paläozän bis ? Aquitan).
2. Fatukalke mit typischer Tertiär e-Fauna (GRUNAU, 1956).

Es kann mit ziemlicher Sicherheit gesagt werden, dass die Fatukalke des ersten Typs älter sind als diejenigen, die eine Tertiär e-Fauna aufweisen.

3. Korrelation von Portugiesisch Osttimor mit Westtimor

Eine Korrelation von Überschiebungsdecken, die gleichzeitig auch faziell mehr oder weniger einheitliche Gesteinskomplexe darstellen, kann zur Hauptsache nach zwei Gesichtspunkten erfolgen:

a) Zunächst erscheint es erwünscht, in verschiedenen dazu geeigneten Sektoren das Deckengebäude in den ursprünglichen Ablagerungsraum zurückzuverlegen und aus Faziesvergleichen der Schichtsäulen die paläogeographischen Verhältnisse zu verschiedenen Zeitpunkten, besser noch die erdgeschichtliche Entwicklung eines Areals, zu rekonstruieren.

b) Das nicht abgewickelte Deckengebäude wird nach seinen tektonischen Stockwerken, seinem Baustil und seinen verschiedenen Bewegungsbildern analysiert und verglichen, wobei auch die Beurteilung der magmatischen Zyklen in bezug auf orogene Vorgänge von grosser Wichtigkeit ist.

Der Versuch, die Decken Timors im Westen und Osten abzuwickeln und den ursprünglichen Ablagerungsraum der Sedimentserien für verschiedene Zeiträume zur Darstellung zu bringen, stösst auf folgende prinzipielle Schwierigkeiten:

1. Abwicklungen sind dann möglich, wenn in den übereinander liegenden tektonischen Einheiten gleichaltrige Schichtglieder kontinuierlich oder in nicht allzugrossen Unterbrechungen in Quer- und Längsprofilen verfolgt werden können. Auf Timor käme für eine Deckenabwicklung wohl nur die Trias in Betracht, da sie über weite Flächen aufgeschlossen ist und in verschiedenen tektonischen Stockwerken vorkommt. Allerdings gelingt es nicht, eine bestimmte Stufe (wie etwa das Norien) herauszugreifen, da wir über die regionale Verbreitung der verschiedenen Trias-Stufen äusserst mangelhaft orientiert sind. Als erschwerender Umstand gesellt sich dazu noch die äusserst komplizierte Falten- und Schuppentektonik.

2. Geologisch relativ gut (wenn zumeist auch nicht im Detail) bekannt sind Westtimor und der östliche Teil von Portugiesisch Timor. Über den westlichen Teil von Portugiesisch Timor sind wir geologisch leider noch schlecht orientiert[3]).

Somit fehlt ein für die Korrelation wichtiges Zwischenstück.

3. Bei jeder Deckenabwicklung treten als unbekannte Faktoren hinzu das Ausmass der nicht aufgeschlossenen und der schon erodierten Serien. Im Falle der Insel Timor wissen wir zudem nicht, ob und wie sich der Deckenbau in dem vom Meer bedeckten Vor- und Rückland fortsetzt.

Alle diese Überlegungen zeigen deutlich, dass es heute noch nicht möglich ist, eine gut fundierte und begründete Deckenabwicklung auf Timor vorzunehmen.

---

[3]) Es ist allerdings zu hoffen, dass die Publikation der Untersuchungsergebnisse von M. LEMOINE und R. GAGEONNET, die 1955 in Portugiesisch Timor weilten, diese Lücke noch einigermassen schliessen werden.

Aus der von H. Brouwer (1942) auf Seite 380 wiedergegebenen, schematischen Profilskizze lassen sich für die verschiedenen tektonischen Einheiten im mittleren Teil von Westtimor folgende Abwicklungsbreiten herauslesen (der vom Meer verdeckte Teil ist dabei nicht berücksichtigt):

Höhere tektonische Einheiten	minimal 60 km
Sonnebait- und Ofu-Serie	minimal 120 km
Kekneno-Serie	minimal 120 km

Der ursprüngliche Ablagerungstrog zur Perm- und Triaszeit im mittleren Teil West-Timors hätte somit eine Breite von minimal 300 km gehabt (wobei es sich nach den oben dargelegten prinzipiellen Bedenken bloss um eine sehr rohe und wahrscheinlich zu hoch gegriffene Schätzung handeln kann).

Demgegenüber lassen sich im mittleren Teil von Portugiesisch Timor (Profil Manatuto–Süd Laclo) folgende «Abwicklungsbreiten» feststellen:

Decken-Komplex	minimal 50 km
Autochthoner Komplex.	minimal 70 km

Es ergibt sich somit ein Gesamtbetrag von minimal 120 km. Dieser Wert kann der Abwicklungsbreite von 300 km für Westtimor nicht ohne weiteres gegenübergestellt werden, da ja beträchtliche Teile des Deckengebäudes unter Meeresbedeckung liegen. Der heutige geographische Umriss der Insel lässt jedoch folgendes erkennen: Osttimor erstreckt sich in einer West-Ost-Längsachse, West-Timor hingegen in Südwest-Nordost-Richtung. Somit besteht zwischen Osttimor und dem nördlichen, vulkanischen Inselbogen (Wetar) bloss ein relativ schmaler Meeresstreifen, der aber von Zentraltimor gegen Westen zu bedeutend breiter wird. Es zeigt sich nun weiterhin, dass in Westtimor der Deckenbau recht komplex ist (vier oder fünf deutlich erkennbare tektonische Einheiten), in Ost-Timor hingegen viel einfachere Verhältnisse bestehen (bloss zwei tektonische Einheiten). Kann daraus etwa abgeleitet werden, der im Westen Timors zur Verfügung stehende Faltungsraum sei ursprünglich bedeutend breiter gewesen als im Osten? Diese Frage kann durch den faziellen Vergleich der Decken Westtimors mit denjenigen Osttimors vielleicht einer Lösung nähergebracht werden:

Perm und Trias des autochthonen Komplexes von Portugiesisch Osttimor lassen sich nach lithofaziellen Kriterien ohne weiteres vergleichen mit der Kekneno-Serie, der tiefsten Einheit von Westtimor. In Portugiesisch Osttimor liegen die Gesteine der oberkretazisch-tertiären Bibiliu-Serie diskordant auf der autochthonen Trias. Mit der Bibiliu-Serie Osttimors jedoch lässt sich bloss das Jungmesozoikum der Sonnebait-Serie Westtimors ohne weiteres vergleichen. Hier ergibt sich schon die erste Korrelationsschwierigkeit, indem Sedimentserien, die in West-Timor zu zwei verschiedenen Decken gehören, in Portugiesisch Osttimor bloss dem autochthonen Komplex zuzurechnen sind. Es sei jedoch die Möglichkeit, die de Roever (1940, S. 24) antönt, nicht ausser acht gelassen, nämlich dass in der Kekneno-Serie auch noch Jungmesozoikum, allerdings bis jetzt noch nicht durch Fossilien belegt, vorhanden sein dürfte. Weiterhin könnte die Annahme vertreten werden, die Bibiliu-Serie sei auf die Trias Osttimors überschoben, und würde somit eine in ihrem Schichtbestand reduzierte Sonnebait-Serie ersetzen. Diese Annahme lässt sich aber tektonisch nicht begründen und scheint auch vom stratigraphischen Standpunkt wenig einleuchtend zu sein.

Stellen wir Perm, Trias, Jura und Bibiliu-Serie des autochthonen Komplexes von Portugiesisch Timor der Kekneno-Serie Westtimors gleich, so erhebt sich sofort die Frage nach der Verbreitung der Sonnebait-Serie in Osttimor. Es zeigt sich gleich, dass bloss das Decken-Perm mit seinen roten Krinoidenkalken und Konglomeraten mit der Sonnebait-Serie korreliert werden könnte. Das in Geosynklinal-Fazies ausgebildete Mesozoikum der Sonnebait-Serie Westtimors hingegen wäre in Portugiesisch Osttimor überhaupt nicht vertreten, da ja das Mesozoikum des Decken-Komplexes bloss Fatukalk-Fazies aufweist. Nun aber wäre es ohne weiteres möglich, das Perm des Decken-Komplexes nicht der Sonnebait-Serie zuzurechnen. Brouwer (1942, S. 368) schreibt nämlich: « . . . the distinction between the Permian of the Fatoe complex and the Permian of the Sonnebait series in sometimes dubious.» Somit könnte der Decken-Komplex eine in vorwiegend kalkiger Lithofazies ausgebildete, durch zahlreiche bedeutende Schichtlücken charakterisierte Serie, die vom Unterperm bis ins Tertiär e reicht, darstellen, und die Sonnebait-Serie wäre in Osttimor gar nicht vorhanden, da der Decken-Komplex nun ohne weiteres dem Fatu-Komplex Westtimors entspräche.

Aus all diesen Überlegungen gehen die Schwierigkeiten der Korrelation von West- mit Osttimor klar hervor. Dabei haben wir die Stellung der Kristallin-Massen Osttimors noch gar nicht berücksichtigt. Es ergibt sich jedoch aus zahlreichen Feldbeobachtungen, dass sie in den Decken-Komplex gehören und somit der Serie der Ophiolithe und kristallinen Schiefer Westtimors angehören.

In einer früheren Publikation (1956) hat der Verfasser die Auffassung der Verengung des ursprünglichen Ablagerungsraumes in östlicher Richtung vertreten und somit versucht, die Korrelationsschwierigkeiten zu überbrücken. Auch heute noch scheint mir diese Lösung eine plausible Erklärung für die viel einfacheren Verhältnisse auf Osttimor zu bieten. Die Sonnebait-Serie Westtimors ist in Osttimor nicht vorhanden, weil der ursprüngliche Ablagerungsraum dieser Serie sich nach Osten stets verengt und schliesslich überhaupt auskeilt.

Die Kalke des Tertiär e von Westtimor sind nach Brouwer (1942) zur sogenannten Beboeloeh-Transgression gehörig und somit jünger als die Deckenhauptüberschiebung. De Waard (1954) hingegen äussert eine abweichende Auffassung, die auch vom Verfasser (1953, 1956) geteilt wurde: die Tertiär e-Kalke sind an den Hauptüberschiebungen beteiligt. Daran ist wohl kein Zweifel mehr möglich.

Die jungtertiären und quartären Serien West- und Osttimors stimmen weitgehend überein. E. Kündig (1956) nennt die pliozänen Sandsteine, Konglomerate und Mergel von Ostcelebes Molasse-Sedimente. Auch in Osttimor scheint der Molasse-Sedimentationstyp in der pliozänen Sandstein- und Mergel-Serie von Viqueque verwirklicht zu sein, wobei es aber nicht zur Herausbildung von Konglomeraten kam, da das Relief des materialspendenden Hinterlandes weit schwächer war als im Alpenkörper zur Oligozän- und Miozänzeit. Wir verstehen dabei unter Molassetypus eine syn- oder spätorogene Vorlandsedimentation im allgemeinen, deren Sedimentationscharakter durch die Materialzufuhr bedingte Variation aufweist. Es ist vielleicht noch besonders zu betonen, dass den Celebes- und Timor-Molassen bei weitem nicht die Selbständigkeit und Individualisierung der den Alpen im Norden vorgelagerten «dépression périalpine» mit ihren klassischen Molasse-Sedimenten zukommen.

Ein tektonischer Vergleich von West- und Osttimor hinsichtlich Baustil und Bewegungsablauf zeigt im wesentlichen dieselben Grundzüge (siehe S. 91ff.).

Die Zyklen der magmatischen Tätigkeit für Westtimor und Portugiesisch Osttimor seien in folgender Tabelle wiedergegeben:

	West-Timor	Portugiesisch Osttimor
	(BROUWER, 1954)	
Jung-Tertiär	Basalte, Andesite,	
	Dacite, Rhyolithe	
	Granodiorite (selten)	
Alt-Tertiär?		
Kreide	Ophiolithe (Gabbro,	
Jura	Serpentin, Spilit usw.)	
Trias ?	Keratophyre	
	Palelo-Serie: Andesite,	
	Dacite, Rhyolithe ?	
	Alter nicht genau bekannt	
Perm	Olivin-Basalte, Trachy-basalte, Spilite	Ophiolithe (Olivin-Diabase, Gabbro, Serpentin usw.)
	Trachyte und Rhyolithe	

Die etwas schematische Tabelle zeigt wiederum in Westtimor viel komplexere Verhältnisse als in Portugiesisch Osttimor.

Grosse Unstimmigkeiten herrschen zur Zeit noch in der Altersfrage der Ophiolithe. In West- wie in Osttimor ist sicher ein Teil der basischen und ultrabasischen Eruptiva permisch. Der Ophiolith-Spilit-Komplex Westtimors ist nach DE ROEVER (1940) teilweise prä-Tertiär, nach BROUWER (1954) könnte er möglicherweise mesozoischen Alters sein. Auf Portugiesisch Osttimor bestehen keine sicheren Anhaltspunkte, einen Teil der Ophiolith-Serie dem Mesozoikum oder sogar dem Alttertiär zuzurechnen. Da sich jedoch die auf Portugiesisch Timor weilenden Geologen nicht speziell mit dem Ophiolith-Problem beschäftigten, sind noch etliche Überraschungen zu erwarten, falls einmal eine wissenschaftliche Expedition sich dieser Frage annähme. Somit erscheint es noch verfrüht, auf allzu spärlichen und unsicheren Daten beruhende Vergleiche zu Theorien auszubauen.

Die von E. KÜNDIG (1956) aus Ostcelebes beschriebenen Ophiolithe sind vermutlich oberkretazisch, wobei jedoch die Altersbestimmung auch wieder unsicher ist. Analogien mit der Spilit-Ophiolith-Serie von Westtimor sind unverkennbar.

Eine auffallende Erscheinung des Timor-Orogens ist das fast vollständige Fehlen synorogener Granite und Granodiorite. Der Magmatismus ist vorwiegend basisch und intermediär, wobei folgende Zyklen unterschieden werden können:

1. Finaler, simischer Magmatismus zur Permzeit (als Abschluss des herzynischen Zyklus).

2. Initialer, geosynklinaler, vorwiegend simischer Magmatismus im Mesozoikum (? Kreide, teilweise ?? Alt-Tertiär).

3. Subsequenter Vulkanismus im Jung-Tertiär mit Förderung saurer, intermediärer und basischer Laven.

Die negative Schwereanomalie des äusseren Inselbogens deutet auf das Vorhandensein einer beträchtlichen Sial-Lage hin, die sich nach VAN BEMMELEN (1949) während der tertiären Hauptparoxysmen als aktiver Asthenolith betrug. Erstarrte, synorogene, sialische Krustenteile sind vermutlich nicht so hoch aufgedrungen, als dass sie durch die Erosion hätten freigelegt werden können.

4. Grosstektonischer Überblick des malaiischen Archipels

Gross ist die Zahl hervorragender Geologen, die unablässig Ordnung zu bringen versuchten in die verwirrende Inselfülle des malaiischen Archipels und sich somit an grosstektonische Synthesen wagten. Es seien hier bloss Namen genannt wie E. ARGAND, R. W. VAN BEMMELEN, H. A. BROUWER, PH. H. KUENEN, G. A. F. MOLENGRAAFF, H. M. SCHUPPLI, G. L. SMIT SIBINGA, R. STAUB, H. STILLE, J. H. F. UMBGROVE, J. WESTERVELD und viele andere mehr.

Es kann hier verwiesen werden auf R. W. VAN BEMMELEN (1949), der in seinem Standardwerk über Indonesien nicht bloss sämtliche bestehenden Auffassungen zusammenfasst, sondern eine sehr eigenwillige und originelle geotektonische Gesamtkonzeption entwirft. Eine objektive und kritische Übersicht der Orogenesen im malaiischen Archipel gibt uns J. WESTERVELD (1949), dessen Einteilung, ergänzt durch H. M. SCHUPPLI (1946), wir in unserer kurzgefassten Zusammenschau im wesentlichen folgen.

Der malaiische Archipel wird von drei Grosselementen eingerahmt: dem Gondwana-Kontinent (Indien-Australien), dem asiatischen Kontinent (Siam–Malacca–Indochina) und dem rigiden Block des pazifischen Ozeans. Der Einfluss dieses alten, konsolidierten Rahmenwerkes auf die geotektonische Entwicklung der Insulinde ist von vielen Autoren mit guten Gründen vertreten worden. Es erscheint auch ziemlich wahrscheinlich, dass der nachorogene äussere und innere Inselbogen schon vororogen, das heisst im Geosynklinalstadium, einen bogenförmigen Verlauf innehatte.

Das vermutlich spätjurassische Malaya-Orogen (Malacca, Banka, Billiton, West-Borneo) mit seinen wohl synorogenen Granit- und Granodiorit-Batholithen wird von den Guirlanden des inneren und des äusseren Inselbogens konzentrisch umschlossen. Als kretazisch bezeichnet WESTERVELD das Sumatra-Orogen, das von Südwestsumatra über Java in das Meratus-Bobaris-Gebirge Südostborneos zu verfolgen ist. In Mittel-Sumatra kam es zu südwestwärts gerichteten Überschiebungen des Jungpaläozoikums auf stark gefaltetes Mesozoikum.

Das mittelmiozäne Sunda-Orogen reicht von Südwestsumatra über Südjava und die kleinen nördlichen Sundainseln bis zu den Bandainseln, von wo der Bogen über Westcelebes in nördlicher Richtung nach Zentralmindanao weist. Mit dem mittelmiozänen Paroxysmus gekoppelt sind Extrusionen von Andesiten und Daciten sowie dioritische und granitische Batholith-Intrusionen. Die in Sumatra und Java–Madura an die konsolidierten Zonen des Sumatra- und Sunda-Orogens im Norden anschliessenden jungtertiären Sedimentbecken wurden post-Pliozän gefaltet, wobei in Teilen Zentraljavas nordwärts gerichtete Bewegungen fest-

gestellt wurden. Der innere Inselbogen ist weiterhin charakterisiert durch einen jungen, zum Teil heute noch aktiven Vulkanismus.

Das Molukken-Orogen zwischen Westburma und Ostmindanao umfasst den äusseren Inselbogen der Sundainseln und den Ostarm von Celebes. Jungpaläozoische und altmesozoische orogenetische Bewegungen unbekannten Ausmasses haben sich in Timor (BROUWER, 1942), Ceram, Ostcelebes (KÜNDIG, 1956) und auf kleineren Inseln ausgewirkt.

Spätkretazische bis mittelmiozäne Paroxysmen bewirkten Falten-, Schuppen- und Überschiebungsstrukturen. Deckenschübe grossen Ausmasses sind bloss von Timor bekannt. In kleinerem Masse wurden auch Ceram (GERMERAAD, 1946) und Ostcelebes (KÜNDIG, 1956) von Überschiebungen betroffen. Permische Fatukalke, auf Jura liegend, meldet DE MAREZ OYENS (1913) von der Insel Baber. – Postpliozäne Nachphasen verursachten einen schwachen Faltenwurf der jungtertiären «Molassen» auf Timor und Ostcelebes. Sehr junge Vertikalbewegungen hoben pleistozäne Korallenkalk-Terrassen um einige 100 m, in Timor sogar um annähernd 1300 m Höhe über Meer.

5. Geschichte der tektonischen Deutung Osttimors

Die kurze Begehung, die H. HIRSCHI (1907) im Jahre 1904 in Portugiesisch Timor ausführte, liess ihn klar erkennen, dass Osttimor einen komplizierten tektonischen Bau aufweist. Da die Deckentheorie in den Alpen damals erst geschaffen worden war, ist es nicht verwunderlich, dass bei HIRSCHI der Begriff der Überschiebungsdecke noch nicht auftaucht. In einer späteren Publikation allerdings betont HIRSCHI (1933), dass in der Nähe des Dorfes Violi in den Gebirgszügen mit Massenkalken (Fatu-Kalken) grössere tektonische Überschiebungen zu beobachten sind. Weiterhin weist HIRSCHI auf die Analogien der Fatukalke mit den Klippen der Schweiz.

F. WEBER, der 1910 bis 1911 im zentralen Teil von Portugiesisch Osttimor weilte, hat in seinem Bericht vom 1. Juli 1911 an die Timor Oilfields Ltd. über die Ölkonzession Pualaca wiederholt auf die Faltenüberschiebungen und die alpine Deckenstruktur als Grundzug der Timortektonik hingewiesen. Leider veröffentlichte F. WEBER seine Beobachtungen nicht, so dass seine grossen Verdienste um die Timorgeologie bis zu des Verfassers und WANNERS Arbeit vom Jahre 1956 nirgends gebührende Erwähnung finden (ausser in der «Paläontologie von Timor»).

Die geologische Aufnahme Portugiesisch Timors von STUART ST. CLAIR und seinen Mitarbeitern aus dem Jahre 1922 bringt keine wesentlichen Fortschritte in der tektonischen Erkenntnis. Die Fatukalke, deren stratigraphische Stellung meistens nicht erkannt wurde, erscheinen auf den Profilen als paläozoische Gesteinskomplexe, die allseitig von jüngeren Sedimenten umhüllt werden. Der Begriff der Deckenüberschiebung taucht in STUART ST. CLAIRS internem Rapport nicht auf.

Die Untersuchungen der ALLIED MINING CORPORATION (1937) sind nicht als in jeder Beziehung zuverlässig anzusehen. Es ist viel die Rede von Transversal- und Longitudinal-Verwerfungen, die eine Bruchschollen- und Grabentektonik geschaffen haben sollen. Deckenüberschiebungen werden oft erwähnt, doch ist die

damit verbundene Vorstellung zum Teil recht verworren. So wird z. B. über die Pualaca-Gegend folgendes ausgesagt: "The overthrust plane is probably located in the extremely faulted area close to the mission at Soibada; the Pualaca district is situated above the overthrust plane whereas the Cribas district lies below this plane." Auf der Kartenskizze des Pualacadistriktes hingegen erscheint die transversale Manatuto-Verwerfung, die aber nicht als Überschiebungsfläche gekennzeichnet ist. Man wäre daher ohne weiteres geneigt, das Trias- und Jura-Gebiet östlich dieses Bruches als Graben, westlich davon als Horst oder Halbhorst zu deuten. Die Ausscheidung von Gesteinsserien, die zu Überschiebungsdecken gehören, sucht man in dem Werk der ALLIED MINING CORPORATION vergeblich.

Die Grundlage zu einer Synthese der Geologie von Portugiesisch Timor wurde durch die Untersuchungen von H. BROUWER und seinen Schülern in Westtimor im Jahre 1937 geschaffen. Die reichhaltigen Ergebnisse der Brouwer-Expedition fanden ihren Niederschlag in einer Reihe von Publikationen (siehe Zusammenfassung bei H. BROUWER, 1942). Die Anwendung der neuen Erkenntnisse auf Portugiesisch Timor blieb zunächst noch aus, da die von einer Ölgesellschaft für 1942 vorgesehenen Feldbegehungen durch die Invasion der Japaner auf Timor zunichte gemacht wurden. Im Jahre 1947 erlaubten die politischen Verhältnisse wiederum eine geologische Untersuchung von Portugiesisch Timor. Mit dieser Aufgabe betraute eine Ölgesellschaft E. ESCHER und den Verfasser. Die Kartierung beschränkte sich auf die östlich der Linie Manatuto–Süd Laclo gelegenen Gebiete.

M. LEMOINE und R. GAGEONNET, die im Jahre 1955 für eine Erdölexpertise auf Portugiesisch Timor weilten, haben ihre Befunde vorläufig noch nicht veröffentlicht. Eine mündliche Besprechung mit Herrn M. LEMOINE ergab, dass die von E. ESCHER und dem Verfasser entworfene stratigraphische und tektonische Synthese in den wesentlichen Punkten bestätigt werden konnte.

6. Erläuterungen zur Profilserie von Portugiesisch Osttimor (Taf. I)

Die Tektonik von Portugiesisch Osttimor soll an Hand einer grösseren Profilserie erläutert werden. Die von E. ESCHER (E) und dem Verfasser (G) konstruierten Profile vermitteln bloss eine generelle Übersicht und zwar aus folgenden Gründen:

1. Die geologischen Aufnahmen erfolgten zum grössten Teil in Bächen und Flüssen. Dabei bildeten zusammenhängende Aufschlüsse eher eine Seltenheit.

2. Gesteinsserien, die zum Decken-Komplex gehören, wurden bloss sehr summarisch untersucht, da systematische Studien im Rahmen einer Erdölkampagne sich nicht hätten rechtfertigen lassen.

Um auf der Profilserie nicht nur Aufschlüsse wiederzugeben, sondern Zusammenhänge zu vermitteln, sind, soweit sich das bei der komplizierten Tektonik verantworten liess, die einzelnen Gesteinsserien durchgezogen. Der Faltungsstil der autochthonen Trias und der Bibiliu-Serie ist schematisiert. Die Tektonik der Fatukalke kommt auf den Profilen im allgemeinen nicht zum Ausdruck. Die Überschiebungsflächen des Decken-Komplexes auf den autochthonen Komplex sind bloss schätzungsweise eingezeichnet, da sie, mit einer Ausnahme, nirgends in Auf-

schlüssen zutage treten. Die Profile sind somit unter den gemachten Vorbehalten zu betrachten.

Die Topographie ist auf allen Profilen bloss skizzenhaft angegeben, da keine genauen topografischen Unterlagen zur Verfügung standen.

Profil 1. Im östlichen Zipfel von Timor kommt das autochthone Perm (charakterisiert durch graue, sandige Tonschiefer und rotbraune Mergel mit *Merismopteria* cf. *macroptera* (Morris) an der Nordküste bei Loiquero gerade noch zum Vorschein. Es handelt sich um eine wahrscheinlich monoklinale Serie, die mit 55° bis 70° gegen ESE einfällt. Der Kontakt mit den darüber liegenden triasischen sandigen Tonschiefern, Sandteinen und mergeligen Kalken ist nicht aufgeschlossen. Am Solipupuro ist der unregelmässig gefalteten Trias ein mehr oder weniger horizontaler Deckel von plio-pleistozänen Korallenkalken aufgesetzt.

Die Altersstellung der Fatukalke im mittleren Teil der Insel konnte bloss in wenigen Fällen ermittelt werden (z. B. obertriasischer Fatukalk mit Halobien, *Lovcenipora* und *Misolia* beim neuen Posto von Tutuala). Der Fatukalk nördlich des Flusses Teluoo weist eine Fauna von Globigerinen und kleinen Globorotalien auf und ist daher zum älteren Alttertiär zu rechnen. Die überschobene Natur der Fatukalke kann in diesem Profil nicht begründet werden. Eine Überschiebung muss jedoch aus Analogien mit anderen Gebieten, wo Deckenstruktur deutlich hervorgeht, als plausibel erscheinen.

Die mergeligen und sandigen Tonschiefer der Trias am Fluss Teluoo zeigen sehr unregelmässige Streich- und Fallrichtungen und sind anscheinend stark gefaltet. In der Mündungsregion des Teluoo-Flusses treten plio-pleistozäne, vermutlich horizontal liegende Korallenkalke auf.

Profil 2. Am Nordende des Profiles kommen stark gefaltete, obertriasische Radiolarienkalke vor, die von ebenfalls intensiv gefalteter Bibiliu-Serie überlagert werden. Tektonisch höher findet sich eine Reihe kleiner Hügel ohne gegenseitigen Verband, deren Kontakt mit der liegenden Bibiliu-Serie jedoch nirgends aufgeschlossen ist. Es handelt sich um Fatukalke unbekannten Alters, permische Krinoidenbreccien, Diabase mit Kissenstruktur und metamorphe Sandsteine, die alle zum Decken-Komplex gehören.

Der zentrale Teil der Legumaukette (kristalline Schiefer und Ophiolithe) wurde nicht näher untersucht. Aus Beobachtungen in Randgebieten dieses Gebirgszuges geht eindeutig hervor, dass es sich nicht um ein autochthones Massiv, sondern um einen überschobenen Kristallin- und Ophiolithkomplex handelt.

Im Gebiete der Mota Afolita wiegt die Tonschiefer-Sandstein-Fazies der autochthonen Trias vor. Streich- und Fallrichtungen sind starken örtlichen Schwankungen ausgesetzt, so dass man den Eindruck unregelmässiger Gross-Fliess-Strukturen gewinnt. Im Gebiete des Naunili und am Fluss Maa Soco wechsellagern grössere Gesteinskomplexe von obertriasischen Radiolarienkalken (stets intensiv und regellos auf kleinstem Raum verfaltet) mit sandig-tonig-mergeligen Serien. Es scheint sich dabei um Verschuppungen zu handeln (die Schubfläche einer solchen Verschuppung auf der Südseite des Naunili ist auf dem Profil angedeutet).

Im Gebiete von Iliomar sind Fatukalke mit einer Fauna von Globigerinen und kleinen Globorotalien (älteres Alttertiär) sehr häufig (auf dem Profil sind zwei

Vorkommen nördlich und südlich des Naunili angegeben). Man wäre hier ohne weiteres versucht, an eine Transgression des Alttertiärs zu denken und nicht an eine Deckenüberschiebung. Die Lagerungsverhältnisse der gleichaltrigen Fatukalke an der Mata Bia und bei Aliambata sprechen jedoch deutlich für deren überschobenen Charakter, so dass aus Analogiegründen auch bei Iliomar eine Überschiebung des Alttertiärs angenommen werden muss.

Profil 3. Eine kurze Begehung der Mata Bia-Kette konnte einiges Licht bringen in die Problematik der Fatukalk-Tektonik. Nirgends so deutlich wie an der Mata Bia zeigt sich eine Verschuppung von Gesteinen des autochthonen Komplexes (Bibiliu-Serie, ?autochthone Trias) mit oberkretazischen und alttertiären Fatukalken. In der Gipfelregion herrschen folgende Verhältnisse (von oben nach unten):

1. Gipfelschuppe. Massiger, gelbweisser, karrig-kavernöser Fatukalk mit Globotruncanen (Oberkreide).
2. Graugrüner, feinbröckliger Ton (Bibiliu-Serie).
3. Massiger, gelbweisser, dichter bis oolithischer Fatukalk mit *Spiroclypeus* (Tertiär e).
4. Dichter, grauer, druckgeschieferter Fatukalk mit zahlreichen Globotruncanen (Oberkreide bis älteres Alttertiär).
5. Massiger, weissgelber, dichter Fatukalk mit *Spiroclypeus* (Tertiär e).

Aus diesem Profil geht eindeutig hervor, dass die Tertiär e-Fatukalke an den Hauptverschuppungen mitbeteiligt sind und somit die Hauptparoxysmen erst post-Tertiär e in voller Stärke einsetzten.

Im untersuchten Bereich der Mata Bia-Kette konnten Verschuppungen von Bibiliu-Serie mit Fatukalken an verschiedenen Stellen beobachtet werden. Das Alter der Fatukalke ist nicht überall bekannt. Ausser Oberkreide und Alttertiär könnte vielleicht auch Fatu-Trias am Aufbau der Mata Bia-Berge beteiligt sein, Beweise für triasisches Alter stehen jedoch aus.

Die Überschiebungsfläche des Mata Bia-Schuppenwerkes auf die Tonschiefer-Sandstein-Serien der autochthonen Trias ist nirgends aufgeschlossen. An der Basis der angenommenen Überschiebung treten Diabase auf, deren Stellung zum Nebengestein nicht klar hervorgeht. Ein Vergleich mit den Diabasen der Gegend von Ossu lässt ihre Zuordnung zum Decken-Komplex als einleuchtend erscheinen.

Profil 4. Die Gegend von Aliambata hat wegen der dortigen Erdölaustritte schon lange das Augenmerk der Geologen auf sich gezogen (siehe Allied Mining Corporation, 1937). Nach den Untersuchungen von E. Escher geht folgendes hervor: Die autochthone Trias ist, soweit aus den wenigen Aufschlüssen zu urteilen ist, intensiv gefaltet. Das Auftreten von Jura östlich von Aliambata lässt sogar auf Schuppenbau schliessen.

Das Profil Borolalo-Aliambata zeigt eine doppelte Verschuppung von Borolalo-Kalk (Oberkreide bis älteres Alttertiär) mit autochthoner Trias (z. T. ?Bibiliu-Serie). Nach Nordwesten folgen Diabase und metamorphe Sandsteine sowie Tuffe (Bo Bulo), die auf Bibiliu-Tone, Blockmergel und Tonsteine (claystones) aufgeschoben sind. Bei Lialaqui findet sich eine Schuppe von triasischem Radiolarienkalk in Bibiliu-Gesteinen, die ihrerseits diskordant von Viqueque-Mergeln (Pliozän) überlagert ist.

Profil 5. Der südliche Teil des Profils veranschaulicht deutlich die Tektonik des autochthonen Komplexes. Die plio-pleistozänen Kalkplateaus sind den älteren Gesteinsserien als horizontaler oder höchstens schwach geneigter Deckel diskordant aufgesetzt. Die pliozäne Viqueque-Serie ist schwach gefaltet, während Bibiliu-Serie und autochthone Trias das vertraute Bild intensiver Verfaltung zeigen. Vereinzelte Diabasvorkommen im Bereiche der Bibiliu-Serie und des Pliozäns lassen auf spätorogenetische Gleitphänomene schliessen.

Der nördliche Teil des Profils liegt zum Teil im Bereiche des Decken-Komplexes. Die Schuppentektonik der Fatukalke des Mt. Builo konnte während einer kurzen Begehung nicht restlos erhellt werden. Sicher liegen alttertiäre und zum Teil auch oberkretazische Fatukalke vor, die auf autochthone Trias und Bibiliu-Serie überschoben sind. Zwischen Ua Bubo und dem Mt. Builo finden sich metamorphe Sandsteine und Diabase, die zweifelsohne zum Deckenkomplex gehören.

Profil 6. Das Alter der Fatukalke rund um Ossu ist bloss in einigen Fällen abgeklärt (Alttertiär). Auffällig ist das Auftreten von Diabasen an der Basis der Überschiebungsflächen. Die Unterlage der Fatus bilden Bibiliu-Serie und autochthone ?Trias.

Profil 7. Dieses Profil zeigt in schöner Weise die verschiedenen Charakteristika der Timor-Tektonik: schwach geneigte, plio-pleistozäne Korallenkalke, Faltenbau des südlichen «Molasse»-Vorlandes, intensiven Faltungsstil der Trias und der Bibiliu-Serie, isolierte Schuppen des Decken-Komplexes aus verschiedenaltrigen Sedimenten, Eruptiva und Metamorphica.

Im Gebiet von Viqueque sind zwei deutliche Falten erkennbar. Die Flanken und die Synklinalen werden gebildet von Globigerinen-Mergeln und Sandsteinen des Pliozäns. Im Kern der Antiklinalen treten stark und unregelmässig gefaltete Hornsteine, Tonsteine, Tone und Mergel der Bibiliu-Serie zutage. Die nördliche Viqueque-Antiklinale taucht axial nach Osten ab. Ihre westliche Fortsetzung findet sie in der Bibiliu-Antiklinale (Profil 8). – Die Vermutung liegt nahe, dass die weitgehend plastische Bibiliu-Serie als Ton-Diapir betrachtet werden darf, etwa vergleichbar mit den Ton-Diapiren der argille scagliose im Bologneser Apennin (Wiedenmayer, 1951) oder denjenigen von Zentral- und Süd-Sizilien (Behrmann, 1938), die dem Verfasser aus eigener Anschauung gut bekannt sind.

Besondere Erwähnung verdienen Relikte von Diabas mit Kissenstruktur und rotem, cephalopodenführendem, permischem Mergelkalk auf pliozänen Mergeln im Flussbett der Mota Coa unmittelbar nördlich des Dorfes Viqueque. Ein Vorkommen von fossilführendem, permischem Konglomerat (nach der Krinoidenfauna Basleo-Stufe, persönliche Mitteilung von J. Wanner) findet sich 2,4 km südöstlich von Viqueque, an der Strasse nach Bibiluto, im Bereiche der Bibiliu-Serie. 400 m östlich davon, an der gleichen Strasse, sind Blöcke von Diabas und metamorphem Sandstein aufgeschlossen. Man ist hier versucht, an bergsturzartige Gleitphänomene im Zusammenhang mit bedeutenden quartären Aufwärtsbewegungen zu denken.

Im nördlichen Teil des Profils sind isolierte Relikte des Decken-Komplexes sehr häufig: Tertiäre Fatukalke mit *Spiroclypeus*, alttertiäre Fatukalke mit kleinen Globorotalien und Globigerinen (Mt. Mundo Perdido, Loi Una), permische Krinoidenbreccien (Fo Tudo), Diabase und kristalline Schiefer (hauptsächlich meta-

morphe Sandsteine). Diabase und kristalline Schiefer treten an der Basis der Überschiebungsflächen auf. Das Liegende bilden intensiv gefaltete Gesteine der autochthonen Trias und der Bibiliu-Serie.

Auf dem rund 1000 m hohen Pässchen zwischen Ossu und Venilale finden sich plio-pleistozäne Globigerinenkalke.

Profil 8. Profil 8 zeigt ähnliche Charakteristika wie Profil 7. Das südliche Vorland ist ziemlich steil gefaltet. Wie im Viqueque-Gebiet treten bloss zwei Falten auf, die sich auf einige Distanz verfolgen lassen.

Die südlichere Mahatuda-Antiklinale ist nur auf wenig Messungen basiert. Die Süd-Flanke weist ein Einfallen von 60° auf, die Nord-Flanke ist mässig steil (25°). Die Falte ist in pliozänen Viqueque-Mergeln geschlossen. In der west-östlichen Streichrichtung dehnt sich die Mahatuda-Antiklinale bloss auf 3 km aus. Eine Korrelation mit der der Viqueque-Antiklinale (Profil 7) vorgelagerten südlichen Falte ist nicht möglich.

Die nördlichere Bibiliu-Antiklinale erscheint als westliche Fortsetzung der Viqueque-Antiklinale. Nord- und Süd-Flanke, gebildet von pliozänen Mergeln und Sandsteinen, sind ziemlich steil (30–50°). Die im Kern auftretenden Gesteine der Bibiliu-Serie weisen eine sehr starke und unregelmässige Faltung auf. Am Flusse Ue Kasa südlich des Mt. Bibiliu ist die Bibiliu-Serie gut aufgeschlossen, so dass ihr Typus hier aufgestellt wurde. – Die WSW–ENE streichende Bibiliu-Antiklinale taucht nach WSW unter das Pliozän ab. Gegen ENE wird das Flächenstück zwischen Bibiliu-Antiklinale und Viqueque-Antiklinale eingenommen von intensiv gefalteten Gesteinen der Bibiliu-Serie, so dass der Verlauf der Faltenachse, bezogen auf die disharmonisch gefaltete Bibiliu-Serie, nicht verfolgt werden kann.

Sämtliche Falten des südlichen Vorlandes sind bloss in pliozänen Gesteinen feststellbar. Die diskordant darunter liegende Bibiliu-Serie weist stets eine unregelmässige Kleinfaltung auf, die keine grösseren tektonischen Leitzüge erkennen lässt.

Der diskordant auf dem Pliozän ruhende plio-pleistozäne Deckel von Korallenkalken, Sandsteinen und Konglomeraten zeigt im allgemeinen schwaches Einfallen. Ausnahmsweise können jedoch Fallbeträge bis zu 40° gemessen werden (Fallwinkel vielleicht verstärkt durch primäre Schrägschichtung).

Die Tektonik des Decken-Komplexes ist im Gebiete dieses Profils nur in groben Zügen bekannt. Im Bereiche der Fatukalke des Mt. Bibiliu konnte bloss an einer Stelle Tertiär e festgestellt werden. Im Norden der Bibiliu-Fatukalke treten, wahrscheinlich als deren Unterlage, metamorphe Sandsteine und Serpentin auf.

Profil 9. Bemerkenswert in diesem Profil ist eine WNW–ESE streichende Falte, deren Kern von autochthonem Unterperm (Somohole), deren Flanken von autochthoner Trias gebildet werden (siehe Fig. 4).

Die quarzitischen Sandsteine im tiefst aufgeschlossenen Teil der Cribas-Antiklinale zeigen ein Einfallen von durchschnittlich 20°. Der Südschenkel wird zusehends steiler und geht möglicherweise sogar in überkippte Lagerung über. Eine Längsverwerfung trennt ihn von der südlich anschliessenden Synklinale. – Der Nordschenkel wird gegen Norden ebenfalls steiler (40–70°). Der Übergang vom Perm in die Trias ist lithologisch nicht ausgeprägt. Hingegen deuten Lagerungsstörungen und Verfaltungen auf eine beträchtliche Winkeldiskordanz zwischen

Perm und Trias. (Die Grenze Perm–Trias wurde über derjenigen Bank gezogen, in der *Merismopteria macroptera* zum letzten Mal auftritt. Trias ist durch Halobien belegt.)

Gegen ESE taucht die Cribas-Antiklinale ab. Gegen W ist sie vermutlich an einer N–S streichenden Verwerfung (nicht aufgeschlossen) abgeschnitten, die bei der Örtlichkeit Cribas durchzieht. Westlich dieser Verwerfung fallen die Gesteine

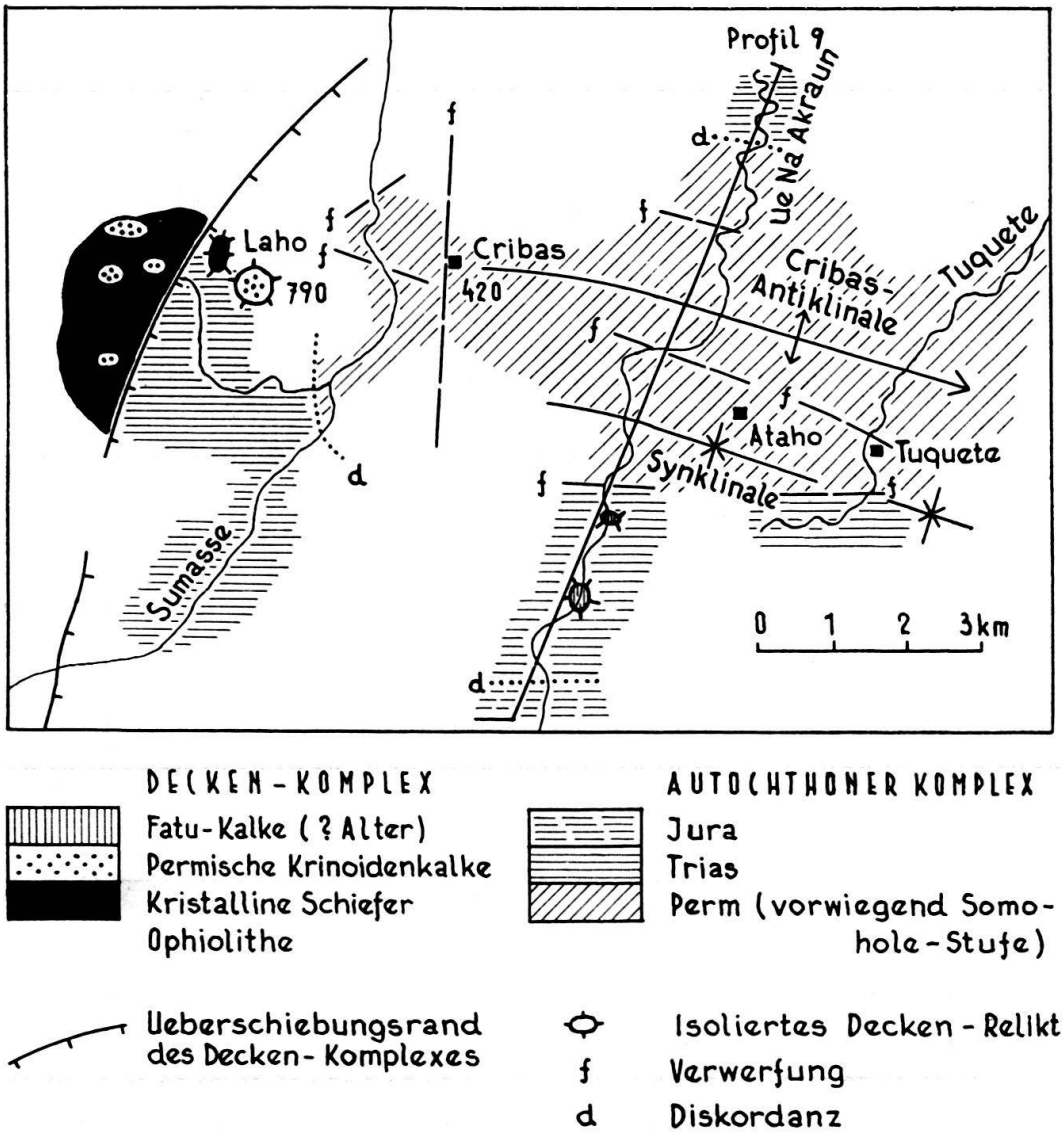


Fig. 4. Geologische Kartenskizze des Gebietes von Cribas.

des autochthonen Perms und der autochthonen Trias längs dem Fluss Sumasse ziemlich einheitlich gegen Westen oder WNW ein. Die Überschiebungsfläche des Decken-Komplexes zeichnet sich drei Kilometer westlich des Sumasseflusses deutlich ab. Während rote Krinoidenbreccien des überschobenen Perms am Hügel Laho der westfallenden Trias direkt aufruhen und unmittelbar nordwestlich davon Relikte von kristallinen Schiefern und metamorphen Eruptiva ebenfalls deutlich auf Trias überschoben sind, treten westlich der Hauptüberschiebung bloss noch

Diabase, metamorphe Sandsteine und permische Krinoidenbreccien (Örtlichkeit Tuho Leon) des Decken-Komplexes auf.

Die Cribas-Gegend ist somit gekennzeichnet durch das Vorkommen von autochthonem Perm und Decken-Perm in unmittelbarer Nachbarschaft und bildet daher einen Schlüsselpunkt zum Verständnis des Deckenbaus vom zentralen Teil Osttimors.

Südlich der Cribas-Antiklinale tritt eine in Perm geschlossene Synklinale auf, die an einer vermuteten Längsverwerfung an stark gefaltete Trias und autochthonen Jura grenzt. Die Beziehung zwischen Trias und Jura ist nicht klar (ziemlich sicher beträchtlicher Hiat, eventuell auch tektonische Diskordanz). Auf die Trias überschoben sind Relikte von Fatukalken unbekannten Alters.

Der südliche Teil von Profil 9 (Laclubar, Mt. Bisori, Fatu Calau, Soibada) liegt im geologisch gut bekannten Gebiet von Pualaca (gründlich untersucht durch H. Hirschi und vor allem F. Weber). Die Serizit-Quarzit- und Chlorit-Epidot-Schiefer von Laclubar sind ohne Zweifel dem Decken-Komplex zuzuordnen. Dies geht ohne weiteres hervor aus dem wellig verbogenen Erosionsrand des Decken-Komplexes zwischen Mantuto im Norden und Soibada im Süden, wobei oft die liegende autochthone Trias sichtbar ist und eine flache bis mässig steile Überschiebungsfläche konstruiert werden kann.

Auf einer stark gefalteten autochthonen Trias- (z. T. auch Jura-) Unterlage ruhen, ohne gegenseitigen Verband, isolierte Relikte oder grössere Massen von kristallinen Schiefern, Diabasen, Diabas-Tuffen mit *Fenestella*, permischen Krinoidenkalken und Fatukalken unbestimmten Alters. Hinzu kommen ferner die von F. Weber (J. Wanner, 1956) gefundenen unterpermischen Fusulinidenkalke. Genau wie in andern typischen Gebieten im Bereiche des Decken-Komplexes treten kristalline Schiefer und Diabase als Unterlage der Fatukalke auf. Ausser den von F. Weber festgestellten kretazischen Globigerinenkalken (5 km NNE von Pualaca) konnten die für die östlich gelegenen Fatukalk-Regionen typischen oberkretazischen und alttertiären Fatus nicht gefunden werden.

Aus unserem Profil ist ersichtlich, dass die Schubfläche des Decken-Komplexes eine starke Wellung aufweist. Diese Beobachtung liegt nirgends so deutlich vor wie aus dem Gebiet von Pualaca.

Profil 10 A. Die beiden Erdgasaustritte im Bereiche des Flüsschens Daho Mer liegen etwas unterhalb der Überschiebungsfläche des permischen Bisori-Diabases. In der Nähe der Erdgasvorkommen stehen triasische Radiolarienkalke an, die mit 25–30° nach Westen einfallen.

Profil 10 B. Im Flussbett der Mota Mutin bei Pualaca finden sich altbekannte natürliche Erdölaustritte. Das Petroleum-ähnliche Leichtöl wird von den Timoresen unter portugiesischer Aufsicht ausgebeutet und an Ort und Stelle destilliert. Die Produktion beträgt allerdings durchschnittlich bloss etwa 90 Liter Rohöl im Tag. – Die Erdölfundstellen liegen in stark gefalteten trasischen Radiolarienkalken (vgl. Fig. 2 in Grunau, 1953, S. 33). Sie sind möglicherweise an eine Verwerfung gebunden.

Über der autochthonen Trias liegt, nirgends aufgeschlossen, die Überschiebungsfläche des Decken-Komplexes (Fatukalke unbestimmten Alters des Fatu Calau, kristalline Schiefer westlich des Calau).

Profil 11. Grosse Gebiete im Südwesten und Nordosten des Süd-Laclo-Flusses werden von Pliozän und Plio–Pleistozän eingenommen. Infolge schlechter Aufschlussverhältnisse sind Fallmessungen recht spärlich, so dass über die Tektonik des Jungtertiärs nichts Sicheres ausgesagt werden kann. An einigen Stellen NE des Süd-Laclo-Flusses treten Gesteine der Bibiliu-Serie und der Trias (Halobien!) zutage. Es handelt sich dabei um einen kleinen, vielleicht diapir-artigen Aufbruch.

Besondere Erwähnung verdienen zahlreiche Relikte des Decken-Komplexes (Diabase, permische Krinoidenkalke, liasische Knollenkalke mit Arietiten) im Bereich des unteren Süd-Laclo, die zumeist auf Bibiliu-Serie liegen. In einem grösseren Aufschluss am Süd-Laclo-Fluss wurden einige Schubspäne von dunkelgrauem Serizitphyllit über grauweissen, sandigen Globigerinenmergeln des Pliozäns angetroffen. Diese Beobachtung deutet auf spätorogene Gleitung von Decken-Relikten hin.

In der Gegend von Fatu Berliu treten als Unterbau intensiv gefaltete Gesteine der autochthonen Trias (z. T. vielleicht auch Bibiliu-Serie) auf. An isolierten Deckenresten finden sich metamorphe Sandsteine, Phyllite, permische Krinoidenkalke und Fatukalke unbestimmten Alters (an einer Stelle, unmittelbar westlich der Ortschaft Fatu Berliu, konnte auch Alttertiär in Fatukalk-Fazies nachgewiesen werden). F. Weber (J. Wanner, 1956) erwähnt weiterhin braunrote Kalkmergel mit *Buchia malayomaorica* (Oxfordien). Diese Vorkommen sind jedoch möglicherweise dem autochthonen Komplex zuzuordnen.

7. Gravimetrische Untersuchungen auf Portugiesisch Osttimor

Im Jahre 1948 liess eine Erdölgesellschaft durch Herrn de Snoo eine gravimetrische Untersuchung des östlichen Teiles von Portugiesisch Timor durchführen. Zunächst wurde ein Schwereprofil über die ganze Insel im Querschnitt Viqueque–Baucau aufgenommen. Detail-Gravimetrie erfolgte in den Vorlandfalten der Südküste.

Die ausführlichen Resultate der gravimetrischen Untersuchung sind dem Verfasser nicht zugänglich. Die nachfolgenden summarischen Angaben wurden einem internen Rapport von E. Escher entnommen: Ein hervorstechendes gravimetrisches Charakteristikum ist die Schwerezunahme von Süden nach Norden im Profil Viqueque–Baucau. Dies stimmt ausgezeichnet überein mit der regionalen Schwereverteilung in den kleinen Sunda-Inseln.

In der Südküsten-Region wurden einige lokale gravimetrische Anomalien festgestellt. Tektonische Hochgebiete in der Quelan–Süd Laclo-Gegend, im Bereich der Bibiliu- und Viqueque-Antiklinale sowie bei Beaço stimmen mit lokalen gravimetrischen Maxima überein. Es liegt der Schluss nahe, dass diese Maxima als tektonische Phänomene der Oberfläche und nicht als in grösserer Tiefe sitzende basische Magmenkörper zu deuten sind.

Im Gebiet von Iliomar zeigen die Isogammen eine ausgesprochene Nord-Süd-Richtung, die aus der Oberflächengeologie nicht hervorgeht. Sie steht möglicherweise mit einer Schwereanomalie in östlicher Richtung im Zusammenhang.

Gravimetrische Daten über Westtimor hat letzthin A. R. Ritsema (1956) veröffentlicht.

8. Zusammenfassender tektonischer Überblick

Der untersuchte Teil von Portugiesisch Osttimor ist im wesentlichen durch vier Elemente charakterisiert, die sich durch besondere Baustile auszeichnen:

a) Der plastische Unterbau (authochthone Trias, autochthoner Jura, Bibiliu-Serie).

b) Der rigide Oberbau (Kristallin, Ophiolithe, Fatukalke jeglichen Alters).

c) Der Faltenbau des südlichen Pliozän-Vorlandes.

d) Das horizontale oder schwach geneigte Plio-Pleistozän.

Das Gesamtbild dieser vier Baustile, von denen plastischer Unterbau und rigider Oberbau die wichtigste Stellung einnehmen, ergibt das, was DE WAARD (1954) die «Timor-Stil»-Tektonik genannt hat.

a) Der plastische Unterbau besteht aus den gut geschichteten Sedimenten der autochthonen Trias, des Jura und der Bibiliu-Serie, wobei die in den genannten Serien häufigen Ton- und Mergellagen sich für eine Gleit- und Fliesstektonik ausgezeichnet eignen. Stärkere seitliche Stauungen in spät-orogenen Phasen können zusätzlich eine lokale Diapirtektonik erzeugen.

Der Unterbau zeigt, mit Ausnahme des antiklinalen Baues mit ENE–WSW-Streichrichtung im Cribas-Gebiet, keinerlei Gesetzmässigkeiten. Die zahlreichen Messungen erlauben keine Einordnung in Zonen bevorzugter Streichrichtungen. Unregelmässige Kleinverfaltungen und Gleitverschuppungen beherrschen das chaotische tektonische Bild.

b) Der rigide Oberbau wird gebildet von den starren Massen der kristallinen Schiefer, der Ophiolithe und der ungeschichteten oder schlecht geschichteten Fatu-Kalke. Wo die Tektonik des Decken-Komplexes näher untersucht ist, konnte Schuppenbau festgestellt werden. Die Basis-Flächen der Schuppen bestehen dabei oft aus plastischen Schichten des mitgeschuppten autochthonen Komplexes.

Grössere, zusammenhängende Massen des Decken-Komplexes finden sich vor allem längs der W–E gerichteten Zentralachse der Insel (Pualaca, Lacluta, Ossu, Mata Bia, Legumau, Paitchau). Diese Gebiete haben auch eine hohe topographische Lage inne (800 bis 2300 m über Meer). Innerhalb dieser Fatu-Komplexe nehmen das Kristallin, die Ophiolithe und das Perm oft eine tiefere tektonische Lage ein, während die Fatukalke als höheres Stockwerk auftreten. Häufig sind isolierte Fatus, die ohne Beziehung zu andersaltrigen Fatus in das autochthone Substratum eintauchen und morphologisch als steile Hügel in Erscheinung treten. Es scheint sich daraus der Schluss zu ergeben, es habe nie eine zusammenhängende Fatu-Decke bestanden, die durch Abtragungsvorgänge zu ihrer heutigen Reliktgestalt herausgebildet wurde. – Die Überschiebungsfläche des Decken-Komplexes ist oft gewellt.

Kleine, blockförmige Relikte des Decken-Komplexes treten häufig im Bereiche des südlichen Vorlandes auf. Man ist hier versucht, spätorogene Gleitvorgänge unzusammenhängender Massen zur Erklärung heranzuziehen.

c) Der Faltenbau des südlichen Vorlandes ist bloss in Mergeln und Sandsteinen des Pliozäns festzustellen. Es zeigt sich dabei eine WSW–ENE- bis W–E-Streichrichtung.

d) Die plio-pleistozänen Korallen- und Globigerinenkalke wurden nicht mehr von Faltung, sondern lokal bloss noch von Kippung erfasst.

Im Längsprofil treten bei Cribas und bei Loiquero (12 km W Tutuala, im Ostzipfel der Insel) Aufbrüche des autochthonen Perms hervor. Sie weisen auf tektonische Kulminationen hin, in deren Bereich der Decken-Komplex weitgehend wegerodiert ist. Es ergäbe sich im W-E-Profil folgende grosstektonische Gliederung: Axialdepression W Pualaca – Kulmination von Cribas – Depressionszone Lacluta–Ossu–Baguia–Legumau – Kulmination von Loiquero – Depression im Gebiete der Paitchau-Fatus. Der wellige Verlauf der W-E-Achse kann durch Auf- und Abwärtsundationen bedingt sein, die sich wahrscheinlich schon vor der pleistozänen bis rezenten, allgemeinen Aufwärtsbewegung einstellten.

Eine Diskussion der tektonischen Kräfte, die den Überschiebungsbau Timors erzeugten, findet sich bei verschiedenen Autoren, von denen hier bloss H. Brouwer (1942), R. W. van Bemmelen (1949) und D. de Waard (1954) genannt seien.

H. Brouwer (1942) betont die Lage des inneren und des äusseren Inselbogens zwischen dem asiatischen und dem australischen Block. Die gebirgsbildenden Kräfte sieht er vor allem in der Auswirkung horizontaler Komponenten, wobei sich die Inselbögen relativ gegen Australien hin bewegten. Er schreibt (p. 386): "Large horizontal movements are proved by the pre-Miocene structure of the island of Timor. Here Mesozoic deep sea-relief has originated and disappeared. The evolution of two geanticlines to a single one is shown by the younger structure of the same island." Die vertikale Komponente hat sich bei der Herausbildung axialer Kulminationen und Depressionen sowie der subrezenten bis rezenten Hebung der Insel bemerkbar gemacht.

R. W. van Bemmelen (1949, p. 543) diskutiert ausführlich verschiedene Gebirgsbildungstheorien in Anwendung auf das Timor-Orogen. Es geht daraus deutlich hervor, dass weder die Horizontalschub-Theorie noch die Theorie des Walzschlittens (traineau-écraseur) den tektonischen Stil Timors genügend erklären können. An Stelle dessen wendet er seine Undations- und Gleit-Theorie an und gibt uns an Hand einer Profilserie ein plastisches Bild der geotektonischen und magmatischen Entwicklung Timors vom Perm bis zur Jetztzeit. Obschon diese Anschauung auf zahlreichen Unsicherheitsfaktoren beruht, die sich zum Teil nie beweisen werden lassen, zum Teil durch Feldbeobachtungen beträchtlichen Modifikationen zugänglich sind (z. B. das Alter der Hauptüberschiebung!), so verdient R. W. van Bemmelen für seine entscheidenden Anregungen und seine synthetische Zusammenschau unsere volle Anerkennung.

Die kurzen Erörterungen von D. de Waard (1954) über den tektonischen Timor-Stil lassen sich mit seinen eigenen Worten wie folgt zusammenfassen: "The tectonics of Timor as far as the superficial structures are concerned may prove to be an elucidative example of gravitational mountain-building."

Nach unserer Auffassung kann die von H. Brouwer immer wieder hervorgehobene Position der Sunda-Inseln zwischen rigiden Kontinentalblöcken nicht vernachlässigt werden. Die Annahme horizontaler Bewegungen (z. T. Zusammenpressungs-, z. T. Dehnungs-Effekte) ist nicht von der Hand zu weisen, doch ist sie zur Erklärung der Entstehung von Überschiebungsstrukturen nicht zureichend.

Horizontale Kräfte waren wohl vor allem in früh- und spätorogenen Phasen wirksam, doch haben die vertikalen Kräfte und die gravitative Gleitung einen Hauptanteil am Deckenbau Timors inne. Darauf weisen die Fliesstektonik des autochthonen Komplexes sowie der chaotische, wurzellose Bau des Decken-Komplexes.

9. Der zeitliche Ablauf des tektonischen Geschehens (Fig. 5)

Der Beurteilung der tektonischen Entwicklungsphasen Timors in Zeit und Raum stehen einige prinzipielle Schwierigkeiten entgegen. Zunächst wäre es notwendig, die Decken Timors in ihr ursprüngliches Ablagerungsgebiet zu versetzen und die paläogeographischen Verhältnisse für verschiedene Zeiträume zu rekonstruieren. Die geringe räumliche Ausdehnung Timors und der Umstand, dass grosse Teile des Deckenbaues unter Meeresbedeckung liegen, lassen ein solches Unterfangen jedoch schon von Beginn an recht fragwürdig erscheinen. Somit ist es nicht möglich, die Lage ehemaliger Schwellen- und Beckengebiete und ihr Verhältnis zu frühen orogenen und epirogenen Bewegungen anzugeben, ohne auf rein hypothetischen Voraussetzungen zu fussen.

Weiterhin stellt sich die Frage, ob Diskordanzen und Schichtlücken eine orogene Ursache haben müssen, d. h. zur Annahme von orogenen Paroxysmen berechtigen. Es ist bei tektonischen Diskordanzen sicher auch an disharmonische Verformungen zu denken, bei Schichtlücken an epirogene Vorgänge.

Über ältere gebirgsbildende Phasen lässt sich nichts Sicheres aussagen. Die kristallinen Schiefer, die vermutlich älter als Perm sind, wurden während der herzynischen oder vielleicht sogar kaledonischen Orogenese gefaltet und umgewandelt. Bedeutende Schichtlücken zwischen Perm und Obertrias, Obertrias und Oberlias, Oberlias und Oberkreide (Bibiliu-Serie) sprechen für Sedimentationsunterbrechung und teilweisen Wiederabtrag im Zusammenhang mit epirogenetischen (z. T. ? embryonalorogenen) Vorgängen. – J. Wanner (1956, S. 125) spricht von synorogenem Trias-Flysch. Er leitet dabei die Bezeichnung synorogen wahrscheinlich vom Fazies-Standpunkt ab. Dies scheint uns kein beweiskräftiges Argument zu sein, da ja ähnliche Sedimentserien wie der Trias-«Flysch» von Timor aus vielen Regionen bekannt sind, wo man nicht im geringsten an eine synorogene Sedimentation denken könnte. Auch im Falle von Timor fehlen gute Gründe, gebirgsbildende Phasen in der ohnehin Orogenesen-armen Trias zu postulieren. – Die Diskordanz zwischen Oberlias und der faziell ganz anders gearteten Bibiliu-Serie deutet ziemlich sicher auf beträchtliche tektonische Ereignisse hin, die eher mit Längsverwerfungen, Horst- und Grabenbildungen sowie Zerrungserscheinungen zusammenhängen als mit embryonalen Faltenwellen. Gleichzeitig mit dieser Bruchschollen- und Zerrungs-Tektonik kam es in Westtimor zum Aufstieg des Ophiolith-Magmas. (Aus Osttimor liegen bis jetzt noch keine Anhaltspunkte für jungmesozoischen Magmatismus vor.)

Geringfügige Anzeichen sprechen für eine Diskordanz innerhalb der Bibiliu-Serie.

Die Möglichkeit ist nicht von der Hand zu weisen, dass der autochthone Komplex post-Eozän von embryonalen Faltenwellen betroffen wurde. So lange

jedoch die Altersstellung der Bibiliu-Serie nicht zu präzisieren ist, lässt sich nichts Bestimmtes aussagen.

Die Hauptparoxysmen, die zu Überschiebungsstrukturen führen, setzen ein nach Ablagerung des Tertiär e (ungefähr gleichzusetzen mit dem Aquitan = Untermiozän nach französischer Auffassung). Dieser Befund stimmt überein mit demjenigen von D. DE WAARD (1954), der für Westtimor eine post-untermiozäne Hauptphase wahrscheinlich macht.

Ebenfalls damit im Einklang steht der mittelmiozäne holo-orogenetische Hauptparoxysmus in Ost-Celebes (E. KÜNDIG, 1956).

Über die deckenbildende Phase können wir uns folgende vereinfachende, hypothetische Vorstellung machen: Starker seitlicher Zusammenschub erfolgt sowohl im autochthonen wie im Decken-Bereich. Im erstern führt er zu starker Verfaltung, im letztern zu Verschuppung. Eine beträchtliche Aufwärts-Vertikal-Undation schafft die Voraussetzung zur Entstehung von Gleittektonik. Das autochthone Substratum gleitet südwärts und führt auf seinem Rücken die wurzellosen Massen des rigiden Decken-Komplexes mit. Starkes Gefälle verursacht zum Teil Bergsturz-artige, chaotische Gleitung des Oberbaues. Während dieser Gleitphase werden Unterbau und Oberbau teilweise miteinander verschuppt und die unregelmässige Faltungsstruktur des Unterbaues verstärkt sich (auch zufolge des teilweise als Walzschlitten wirkenden Oberbaues). Schwächere Sekundär-Undationen bewirken eine Gliederung der Längsachse in Kulminationen und Depressionen.

Im südlichen Vorland kommt es im Pliozän zur Ablagerung einer Molasseähnlichen Folge von Mergeln und Sandsteinen. (Es sei hier noch einmal betont, dass die Timor-Molasse von der klassischen Molasse des nördlichen Alpenvortroges recht verschieden ist. Ein wesentliches Charakteristikum der klassischen Molasse, nämlich die Wechsellagerung von Süsswasser-, Brackwasser- und marinen Sedimenten, ist auf Timor nicht verwirklicht. Der Ausdruck Molasse ist vor allem berechtigt in Bezug auf den Begriff Vorlandsedimentation während der Orogenese). Ein starker seitlicher Zusammenschub am Ende des Pliozäns oder zu Anfang des Plio-Pleistozäns bewirkt eine Faltung des südlichen Vorlandes. Infolge der tangentiellen Kompression erhält die Bibiliu-Serie schwachen diapirischen Auftrieb. Ausklingende Gleitungsvorgänge und Tieferlegung des Erosionsniveaus lassen Späne des Decken-Komplexes auf dem Pliozän zur Ruhe kommen.

Die pleistozänen bis rezenten Vertikalundationen heben die gleichaltrigen Korallen- und Globigerinenkalke in Terrassen bis auf eine Höhe von 1000 m. Ungleiche Geschwindigkeit des Bewegungsablaufs führt zu lokalen Kippungen.

10. Vergleich zwischen Timor-Orogen und zentralalpinem Orogen

Die nachfolgenden kurzen Ausführungen sind bloss als Hinweise aufzufassen. Man vergleiche auch H. BROUWER (1942, p. 385).

Ein Vergleich ist erst dann vollständig, wenn er die faziellen Gegebenheiten des Aufbau-Materials, die tektonischen Geschehnisse und die magmatische Entwicklung berücksichtigt. Dabei ist zu bedenken, dass das Timor-Orogen bloss einen sehr kleinen Teil des tertiär-alpinen, indonesischen Gebirgssystems ver-

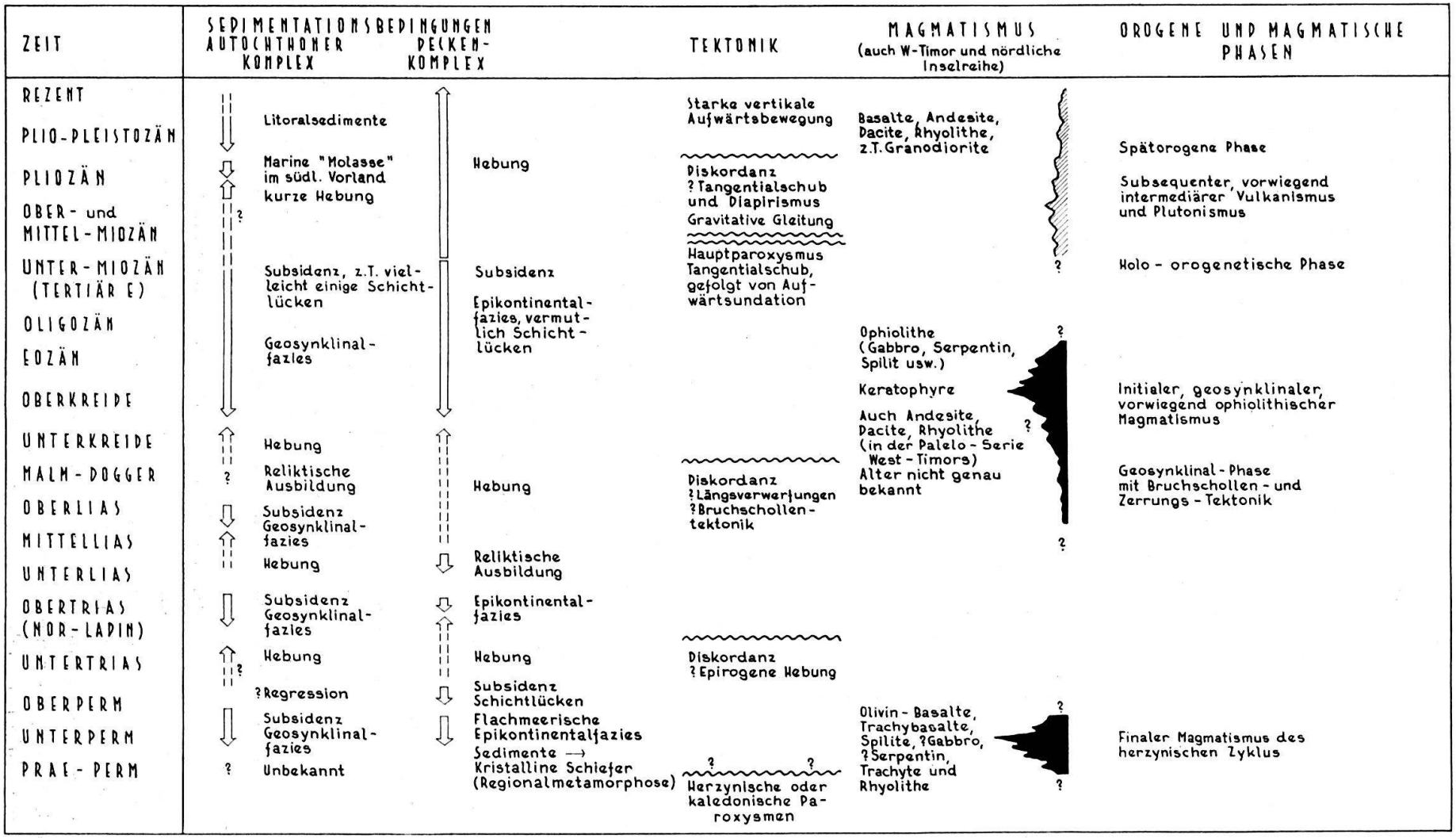


Fig. 5. Sedimentation, tektonische und magmatische Phasen auf Osttimor.

körpert und deshalb eigentlich in viel grösserem Zusammenhang besprochen werden sollte.

Fazieller Vergleich. Das rein marine Perm Timors steht dem kontinentalen Perm der Zentral-Alpen krass gegenüber. Auch die timoresische Trias-Ausbildung findet kein Äquivalent in den Zentral-Alpen, wo in ost- und südalpiner Fazies die Dolomite eine hervorragende Stellung einnehmen. Die oberkretazisch-alttertiären Fatukalke sind von altersgleichen alpinen Sedimenten ebenfalls sehr verschieden. Bloss die oberkretazisch-tertiäre Radiolarit- und Tonschieferassoziation lässt sich mit dem hochpenninischen, ost- und südalpinen Oberjura einigermassen vergleichen, doch macht sich eine zeitliche Verschiebung geltend. Pliozän und Plio-Pleistozän finden im Zentral-Alpengebiet natürlich keine Parallele, hingegen zeigen sich Anklänge an italienische und sizilianische Faziesgebiete (mit Ausnahme des Auftretens quartärer Kaltwasserfaunen).

Alles in allem geht hervor, dass Timor, verglichen mit den Zentral-Alpen, eine ziemlich selbständige fazielle Stellung einnimmt.

Tektonischer Vergleich. Über die herzynischen Paroxysmen, die im Alpengebiet die Substruktur der mesozoischen Ablagerungsräume herausbildeten, ist auf Timor wenig oder nichts bekannt. Analogien wären immerhin möglich.

Für den Timor-Raum zur Zeit des Mesozoikums stellen sich ähnliche Probleme wie in den Alpen, die aber von einer Lösung noch weit entfernt sind. Gestützt auf blosse Vermutungen lässt sich ein Vergleich nicht wagen.

Im Alpenkörper und dem nordwestlich vorgelagerten Juragebirge zeigt sich deutlich ein Jüngerwerden der alpinen Paroxysmen in Richtung Süd-Nord. Ein gleiches gilt für das ganze indonesische Gebirgssystem (siehe grosstektonischer Überblick), bloss dass die Richtung von Nord oder Nordwest nach Süd oder Südost weist. Die deckenbildenden Paroxysmen sind im Penninikum zum Teil kretazisch, im ganzen Alpen-Orogen jedoch zur Hauptsache Tertiär (Eozän bis Miozän). Obermiozänen und pliozänen Alters ist die Auffaltung des Kettenjuras. Auf Timor fanden die wichtigsten Paroxysmen post-Untermiozän und prä-Pliozän statt, gefolgt von weiteren Vorgängen im Pleistozän.

Die Besonderheiten des tektonischen Timor-Stils ergeben sich weitgehend aus dem Baumaterial. D. de Waard (1954) kommt sogar zu folgender Auffassung: "Timor has a tectonic style of its own in comparison with other orogenic belts." Dieser Ansicht kann weitgehend beigepflichtet werden. Allerdings ist zu bemerken, dass auch in den Alpen gewisse Sektoren bestehen, die sich mit dem Timor-Orogen ohne weiteres vergleichen lassen. Ich denke dabei an die Verhältnisse in der Zentralschweiz bei Iberg (Kt. Schwyz), wo der Flysch einen plastischen Unterbau darstellt, worauf der rigide Oberbau ruht. Allerdings ist der tektonische Gesamteindruck viel weniger chaotisch als in Timor.

Nach H. Brouwer (1942) befinden sich die Kleinen Sundainseln in einem frühen Zustand eines orogenen Zyklus. Dieser Auffassung hat H. Stille (1943) entschieden widersprochen. Er glaubt, dass sich die Kleinen Sundainseln im Stadium post-orogener Endphasen befinden. H. Brouwer (1954) wiederum erachtet die Argumentierung Stilles als nicht stichhaltig. – Selbstverständlich ist eine Prophezeiung über die weitere tektonische Entwicklung der Kleinen Sundainseln in der Zukunft nicht möglich. Es scheint uns aber, dass ein Vergleich des

heutigen geotektonischen Zustandes des malaiischen Archipels mit demjenigen des alpinen Raumes zur Jura- und Kreidezeit bloss einer äusseren Konvergenzerscheinung, nicht aber dem gleichen geotektonischen Entwicklungsstadium entspricht.

Vergleich der magmatischen Zyklen. Der finale Vulkanismus des herzynischen Zyklus in den Zentral-Alpen manifestiert sich mit permischen, sauren, intermediären und basischen Ergüssen. Auf Westtimor ist der analoge Zyklus durch trachybasaltische Differentiationsreihen, auf Portugiesisch Osttimor sicher durch Diabase, vermutlich aber noch weitere Glieder der ophiolithischen Sippe vergegenwärtigt.

Die geosynklinale Initial-Ophiolithismus ist sowohl in Westtimor wie in den Zentralalpen (Penninikum, Unterostalpin) gut belegt. Tertiäre, synorogene granitische Intrusionen wie sie etwa durch den Bergeller-Granit in den Zentral-Alpen vertreten sind, kommen auf Timor nicht vor. H. Brouwer (1954) erwähnt zwar seltene Aufschlüsse von Granodioriten vom westlichen Nordtimor, deren Altersstellung aber unsicher ist. Hingegen sind Vertreter des subsequenten Magmatismus von der nördlichen Inselreihe gut bekannt (Rhyolithe, Dacite, Andesite, granodioritische Intrusionen). Subsequenter Magmatismus ist in den Zentralalpen nicht nachgewiesen.

LITERATURVERZEICHNIS (Auswahl)

Allied mining Corporation (1937): *Mineral resources of Portuguese Timor. «Exploration of Portuguese Timor.»* Report of Allied Mining Corporation to Asia Investment Comp. Ltd.

Behrmann, R. B. (1938): *Appunti sulla Geologia della Sicilia Centro-Meridionale.* Roma, Tipogr. Cuggiani, Via della Pace, Nr. 35.

Bemmelen, R. W. van (1949): *The Geology of Indonesia.* 3 vol. Government Printing Office, The Hague.

Brinkmann, R. (1935): *Über Rotfärbung in marinen Sedimenten.* Geol. Rdsch. *26.*

Brouwer, H. A. (1925): *The Geology of the Netherlands Indies.* Univ. Michig. Stud., sci. Ser. *3.*

– (1942): *Summary of the Geological Results of the Expedition.* From: *Geological Expedition to the Lesser Sunda Islands.* N. V. Noord-Hollandse Uitgevers Mij., Amsterdam.

– (1954): *Evolution magmatique et téctonique des petites îles de la Sonde.* Congr. Géol. Int., Alger. Fasc. XVII.

Germeraad, J. H. (1946): *Geology of central Seran.* Geol., petrogr. paleont. results of expl. by L. Rutten and W. Hotz. 3rd series, Nr. 2.

Grunau, H. R. (1933): *Geologie von Portugiesisch Osttimor.* Eclogae geol. Helv. *46*/1.

– (1956): *Zur Geologie von Portugiesisch Osttimor.* Mitt. naturf. Ges. Bern, [NF] *13.*

– (1957): *Probleme der Farbschichtung.* Eclogae geol. Helv. *49*/2.

Hirschi, H. (1907): *Zur Geologie und Geographie von Portugiesisch Timor.* N. Jb. usw., Beil. Bd. 24.

– (1933): *Eine geologische Expedition in Portugiesisch Timor.* Mitt. naturw. Ges. Thun.

Krumbeck, L. (1923): *Zur Kenntnis des Juras der Insel Timor sowie des Aucellen-Horizontes von Seran und Buru.* Pal. v. Timor, Lfg. 12, Abh. 20.

Kündig, E. (1956): *Geology and Ophiolite Problems of East-Celebes.* Gedenkboek H. A. Brouwer. Deel XVI.

Marez Oyens, F. A. H. Weckherlin de (1913): *De geologie van het eiland Babar.* Nat. & Geneesk. Congr.

Ritsema, A. R. (1956): *Two gravity profiles across Timor Island.* Verh. Kon. Ned. Geol. Mijnb. Gen., Geol. Ser. XVI, Gedenkboek H. A. Brouwer.

Roever, W. P. de (1940): *Geological Investigations in the Southwestern Moetis Region (Netherlands Timor).* N. V. Noord-Hollandse Uitgevers Mij., Amsterdam.

SCHUPPLI, H. M. (1946): *Geology of Oil Basins of East Indian Archipelago.* Bull. Am. Ass. Petr. Geol. *30*/1.

STILLE, H. (1940): *Zur Frage der Herkunft der Magmen.* Abh. Preuss. Ak. Wiss., Math.-phys. Kl., Jg. *1939.*

– (1943): *Malaiischer Archipel und Alpen.* Abh. Preuss. Ak. Wiss., Math.-naturw. Kl. 1.

TERCIER, J. (1947): *Le Flysch dans la sédimentation alpine.* Eclogae geol. Helv. *40*/2.

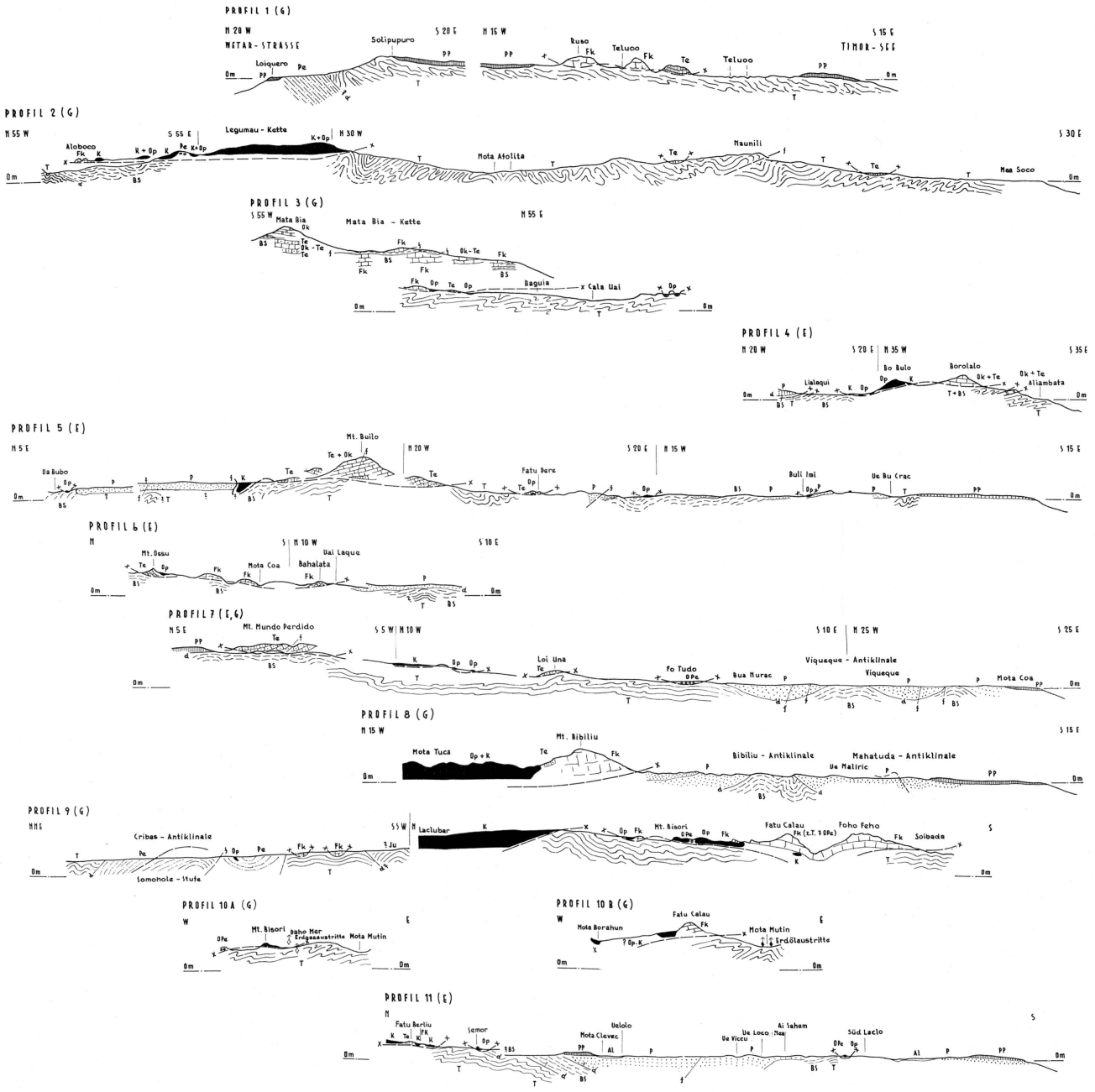
WAARD, D. DE (1954): *Contributions to the Geology of Timor.* II. The orogenic main phase in Timor. VI. *The second Geological Timor Expedition, Preliminary Results. Indones.* J. nat. Sci., Nrn. 1–6.

WANNER, J. (1931): *De Stratigraphie van Nederlandsch Oost-Indie. 19. Mesozoikum.* Leidse geol. Med. 5, Feestbundel K. Martin.

– (1956): *Zur Stratigraphie von Portugiesisch Timor.* Deutsche geol. Ges. *108*/1.

WESTERVELD, J. (1949): *Fasen van gebergtevorming en ertsprovincies in Nederlands Oost-Indie.* De Ingenieur, Nr. 12.

WIEDENMAYER, C. (1951): *Zur Geologie des Bologneser Apennins zwischen Reno- und Idice-Tal.* Eclogae geol. Helv. *43*/2.



Tektonische Profile von Portugiesisch Ost-Timor

konstruiert von

E. ESCHER (E) und **H. R. GRUNAU** (G)

Anmerkung: Profil 7 wurde von E. ESCHER konstruiert unter Mitbenützung von Feldaufnahmen des Verfassers.