



## Paläontologie und Plattentektonik am Beispiel proto- und paläotethyder Korallenfaunen

Von HELMUT W. FLÜGEL & BERNHARD HUBMANN\*)

Mit 9 Abbildungen

*Plattentektonik  
Paläozoikum  
Paläontologie  
Korallen*

### Inhalt

Zusammenfassung .....	27
Abstract .....	27
1. Einleitung .....	27
2. Das paläozoische Szenarium .....	28
2.1. Wo lag der oberordovizische Südpol? .....	29
2.2. Provinzielle Familien aus dem Silur .....	29
2.3. Devonisches Puzzle .....	30
2.4. Karbon: Ökologie kontra Plattentektonik .....	32
2.5. Permische Korallen auf driftenden Platten .....	34
3. Ausblick .....	37
Dank .....	37
Literatur .....	37

### Zusammenfassung

Anhand einiger Beispiele, die aus dem Ordoviciem bis Perm verschiedener Fundräume des nordgondwanischen Randes stammen (Sardinien, Österreich, Anatolien, Iran, Oman, Afghanistan, Pakistan, Nepal, Tibet) wird die Aussagekraft paläontologisch-taxonomischer Untersuchungen an Rugosa und Tabulata zur Lösung plattentektonischer Probleme geprüft.

### Paleontology and Plate Tectonics

#### Abstract

We will show with some examples of paleontological-taxonomical surveys of Rugosa and Tabulata of different age (Ordovician to Permian) and regions of the Northern Gondwanian margin (Sardinia, Austria, Anatolia, Iran, Oman, Afghanistan, Pakistan, Nepal, Tibet) the importance of such studies for the solution of plate tectonic problems.

*"A bad fossil is more valuable  
than a good working hypothesis."*

*R. TRÜMPY (1971)*

### 1. Einleitung

Mit der Erkenntnis, daß die Kruste unseres Planeten aus sich in ihrer Position rasch ändernden Platten aufgebaut ist, erhielt die Paläontologie einen zusätzlichen Stellenwert innerhalb der Erdwissenschaften: Fossilien sind heute nicht allein Zeitdaten der Evolution, sie sind auch Pas-

sagiere auf driftenden Schollen, vergleichbar den Tieren in der Arche Noahs, bis diese am Berge Ararat strandete. Sie geben daher Auskunft über die Zeit dieser Katastrophe, ihre Reise, ihre Herkunft und ihren Weg:

\*) Anschrift der Verfasser: Univ.-Prof. Dr. HELMUT W. FLÜGEL, Dr. BERNHARD HUBMANN, Karl-Franzens-Universität, Institut für Geologie und Paläontologie, Heinrichstraße 26, A-8010 Graz.

So führten 1966 die lange bekannten deutlichen Unterschiede der altpaläozoischen Faunen von Schottland und England zur Vermutung, daß sie ursprünglich durch einen breiten „Protoatlantik“ voneinander getrennt waren, der verschwand, als an der Grenze von Silur und Devon beide Kontinente mit ihren unterschiedlichen Flachwasserfaunen miteinander verschweißt wurden. Es war dies der erste Hinweis auf plattentektonische Vorgänge, die älter sind als die Entstehung unserer heutigen Kontinente.

Auch bei der Idee von in der Zeit umherirrenden Terranes, die heute in vieler Geologen Mund ist, stützten sich ihre Urheber u. a. auf ihnen suspekt erscheinende Faunen im Perm und Mesozoikum von Westkanada und Alaska, die ihre heutigen Fundplätze plattentektonischen Verfrachtungen der sie enthaltenden Schichten verdanken.

Nicht von ungefähr haben daher SCOTSE & MCKERROW (1990) die Paläobiogeographie als einen der wichtigsten Schlüssel zur Rekonstruktion einer sich ändernden Welt genannt.

Diesen modernen Aspekt paläontologischer Arbeit möchten wir an Hand einiger Ergebnisse eines Forschungsprojektes etwas näher darstellen. Da dieses Projekt systematisch-taxonomische Untersuchungen zur Grundlage hatte, sei die Arbeit auch ein Beleg für die Aussage von TEICHERT, SWEET & BOUCOT (1987):

„... We urge increased attention to, and rehabilitation of, monographic, taxonomic studies of fossil faunas. Without a sound taxonomic base, theoretical studies rest on a foundation of shifting sands ...“

Die Darstellung ist weniger für den Korallenspezialisten als für den geologischen „Fachkollegen“ geschrieben, der heute nur zu gerne in der Paläontologie eine Ansammlung von für seine Fragestellung anscheinend unnützen Namen sieht. Sie ist aber auch als „Öffentlichkeitsarbeit“ und als Rechenschaftsbericht dem FWF gegenüber gedacht, der das Projekt förderte. Dies erklärt manche, ansonsten unnötige, „Abschweifungen“, sowie die stark „einseitige“ Literaturzitation, die keine Mißachtung anderen Autoren gegenüber darstellen soll.

## 2. Das paläozoische Szenarium

Die rund 300 Millionen-jährige paläozoische Geschichte unserer Erde wurde geprägt vom Zusammenschluß unabhängiger Kontinente zu einer einzigen, unbeständigen Konföderation, die A. WEGENER „Pangaea“ nannte. Der größte dieser frühen Kontinente war Gondwana. Südamerika, Afrika, Madagaskar, Indien, Australien und die Antarktis sind seine nach der Zerschlagung der pangaeischen Konföderation entstandenen Reste. Ihre heutige Position, großteils auf der Südhalbkugel, ist ein Erbe der einstigen Lage Gondwanas.

Der paläozoische Wanderweg dieses Kontinents zeigt sich in seiner Position zum Südpol (Abb. 1): Lag dieser im Kambrium noch 20-40° südlich des heutigen N-Afrika, wanderte er – anscheinend, denn tatsächlich wanderte Gondwana – im Ordoviciem über Nordafrika gegen Brasilien, welches er im späten Silur erreichte, um sich im Devon weiter gegen Süden, in Richtung Argentinien, und von hier im Karbon zurück nach Südafrika zu bewegen, um im frühen Perm annähernd seine heutige Position zu erreichen.

Von europäischem Standpunkt ist vor allem die Entwicklung des Nordrandes dieses Kontinentes von Bedeutung, da es an diesem Rand während dieser Wanderung zu

Abspaltungen von  
Mikro-  
kontinenten,  
-platten,

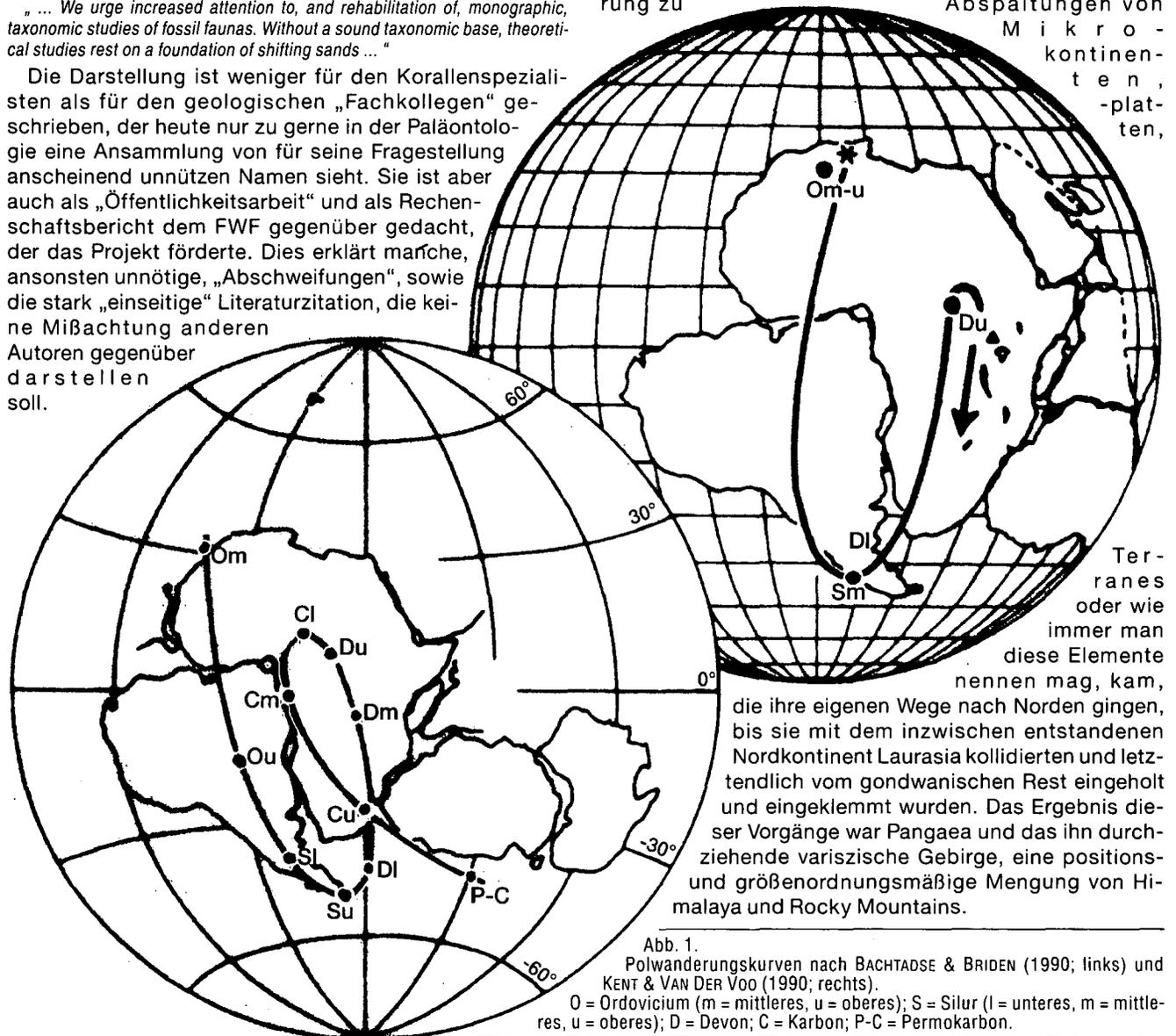


Abb. 1.  
Polwanderungskurven nach BACHTADSE & BRIDEN (1990; links) und KENT & VAN DER VOO (1990; rechts).  
O = Ordoviciem (m = mittleres, u = oberes); S = Silur (l = unteres, m = mittleres, u = oberes); D = Devon; C = Karbon; P-C = Permokarbon.

Was uns bei unseren Untersuchungen interessierte, war die Entwicklung der Korallenfaunen entlang dieses vom Meer überfluteten Nordsaumes von Gondwana bzw. den sich von diesem ablösenden Platten während dieses Geschehens.

Skelettabscheidende Korallen sind zum überwiegenden Teil Flachwasserorganismen. Ihre Skelettbildung ist stark von ökologischen Faktoren wie Temperatur, Durchlichtung, Nahrung, Wasserenergie etc. abhängig. Dementsprechend spielte sich ein großer Teil von Aufstieg und Fall der paläozoischen Korallen in – sich in Bezug auf diese Faktoren zufolge der Plattenbewegungen ständig verändernden – Flachmeeren um Gondwana und die perigondwanischen Elemente ab.

Korallen werden während ihrer Larvenstadien durch Strömungen relativ rasch über große Räume verbreitet. Festlandbarrieren, breite Ozeane ohne eingeschaltete insulare Trittsteine, Klimazonen und lokale negative ökologische Faktoren, die z. B. die Festheftung von Larven durch rolliges Material erschweren, sind die einzigen Hindernisse ihrer Verbreitung. Dies erklärt die heutigen großen Korallenprovinzen. Umso interessanter sind daher Hinweise auf Existenz und Entwicklung derartiger Provinzen um die einstigen Platten auf ihrem Weg, der sie durch verschiedene Klimazonen führte. Meeresspiegelschwankungen, Strömungsänderungen, wechselnde ökologische Faktoren und anderes mehr übten hierbei einen zusätzlichen Einfluß auf die Faunenentwicklungen aus.

### 2.1. Wo lag der oberordovizische Südpol?

Im späten Ordoviciem waren N-Frankreich, die Britischen Inseln und einige Teile des heutigen N-Amerika eine selbständige, von Gondwana getrennte Platte, die ihren Marsch gegen Norden bereits angetreten hatte, während Südeuropa noch Teil des nordgondwanischen Schelfes war. Weite Teile desselben zwischen Marokko und Arabien lagen, nach gängigen Vorstellungen, entsprechend der früher erwähnten Pollage, unter einer Inlandeisdecke.

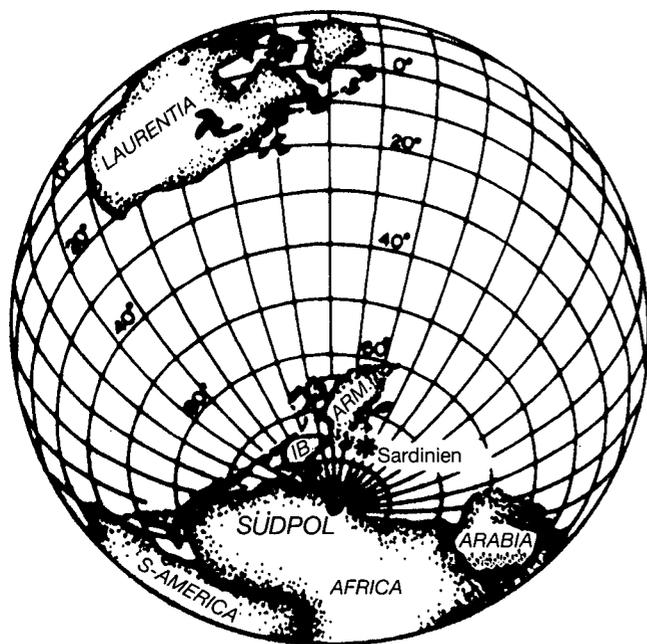


Abb. 2. Position von Sardinien im Ordoviciem in der Rekonstruktion von KENT & VAN DER VOO (1990).

Gesteinsschutt, transportiert von den Eisbergen ihrer Gletscher, findet sich heute bis in die Bretagne.

Zu diesem nordgondwanischen Randstreifen wird, neben Spanien, S-Frankreich und Italien auch Sardinien gezählt (Abb. 2). Im Kambrium noch ein passiver Flachwasser-Karbonatschelf, fiel es, vielleicht durch eine größere Meeresspiegelsenkung im mittleren Kambrium, trocken und verkarstete bei tropischem Klima. Terrestrische Alluvialfächer verwilderter Flüsse und Seen begruben im tieferen Ordoviciem dieses Relief. Mit Küstenebenen und Strandablagerungen einsetzend, überflutete im mittleren und höheren Ordoviciem das Meer erneut das Festland. Eine artenreiche Fauna von Bryozoen, Brachiopoden, Stachelhäutern, Trilobiten usw., aber auch, erstmals für Südeuropa, Korallen (FLÜGEL, 1991) besiedelten rasch die neuen Areale. Es sind bei Letzteren zwar nur einige Gattungen, zusammen mit der übrigen Fauna sind sie jedoch ein sicherer Hinweis, daß es sich um einen Flachwasserraum eines temperierten Meeres, reich an planktonischer Nahrung, gehandelt haben muß. An seiner Südküste können keine Gletscher Eisberge in die kalte Polarnacht entlassen haben. Daß von sedimentologischer Seite kein sicherer Hinweis auf glazigene Ablagerungen in Sardinien vorliegt, stützt die von paläontologischer Seite gezogene Folgerung.

Es gibt, zieht man die Position Sardinien in Betracht, nur zwei Möglichkeiten zur Erklärung der Diskrepanz zwischen der biologischen und der plattentektonisch-paläomagnetischen Aussage. Stimmt erstere, dann kann im oberen Ordoviciem der gondwanische Nordrand nicht mehr vergletschert gewesen sein, was gegen die vielfach angenommene Pollage in Nordafrika spricht. Dies deckt sich jedoch mit Vorstellungen, nach denen der Südpol zu dieser Zeit bereits in Südamerika lag. Stimmt dagegen die Annahme erstgenannter Autoren, dann muß Sardinien und damit Südeuropa eine andere Position gehabt haben, was wenig wahrscheinlich ist.

### 2.2. Provinzielle Familien aus dem Silur

Die im oberen Ordoviciem einsetzende Rotation von Gondwana brachte im Silur eine allmähliche Annäherung weiter Teile des Nordgondwana-Schelfes in die äquatorialen subtropisch-tropischen Klimazonen (Abb. 3). Gleichzeitig führte die Abschmelzung der Eiskappen zu einem Anstieg der Weltmeere und damit zu einer großräumigen Überflutung ehemals trockenliegender kontinentaler Räume, die nun von neuen, evolvierten art- und individuenreichen Flach- und Warmwasserfaunen besiedelt werden konnten.

Ein charakteristisches, morphologisch leicht erfaßbares und dementsprechend bekanntes Element dieses Zeitbereiches sind die „Kettenkorallen“. Im Rahmen des Projektes wurden derartige Halysitiden-Faunen aus Afghanistan, von Zentraliran und der Türkei untersucht (HUBMANN, 1991b, 1992a,b,d,e). Wie sich zeigte gehören sie einer einheitlichen Faunenprovinz an. Diese „Arabische Provinz“ unterscheidet sich, trotz gleicher Position am Nordrand von Gondwana, deutlich von den östlichen Vorkommen in Indien, Australien, Neu Guinea, Tasmanien und der Antarktis, die zu einer „Australischen Provinz“ zusammengefaßt werden können. Auffallenderweise zeigt jedoch die Fauna der „Arabischen Provinz“, die durch die Dominanz der monomorphen Cateniporinae charakterisiert ist, deutliche Beziehungen zu den Faunen der Flachmeere des laurasischen Schelfes nördlich des „Rheischen

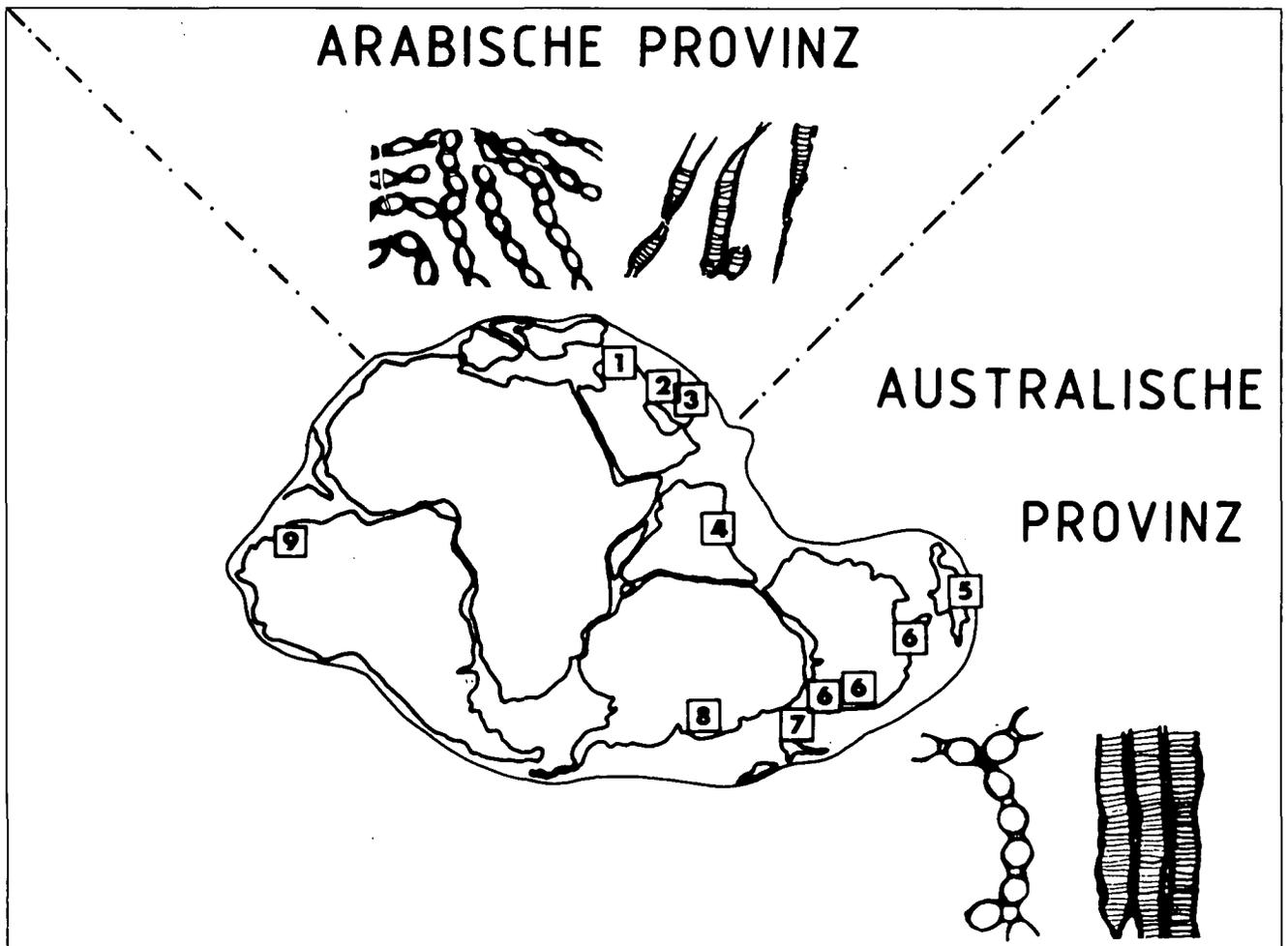


Abb. 3.  
Die Halysitiden-Provinzen des gondwanischen Nordrandes nach B. HUBMANN (1992e).

Ozeans“ zwischen Gondwana und Laurasia. Im Gegensatz dazu fehlt der Australischen Provinz, mit ihrer Dominanz von Vertretern der Halysitinae, eine Beziehung nach Norden (Abb. 3). Möglicherweise hängt dies mit der Position der China-Platte zusammen, die eine Barriere für die Ausbreitung der Larven gewesen sein könnte.

Die vor allem auf die Cateniporinae ausgerichteten Untersuchungen (HUBMANN, 1991b, 1992a,b,d,e) ergaben somit bei Berücksichtigung aus der Literatur bekannter Daten:

- ① Die *Catenipora*-Assoziationen von Nord-Gondwana zeigen untereinander kaum Beziehungen, d. h., es existierten voneinander abgegrenzte Populationen ohne Genfluß (Abb. 4: 9–14).
- ② Entsprechende Vorkommen von Süd-Laurasia nördlich des Rheischen Ozeans sind von den südlichen Faunen signifikant verschieden (Abb. 4). Quantitative Tests ihrer Faunen untereinander ergeben daher weit aus höhere Ähnlichkeits- und Affinitätswerte als jene der südlichen Hemisphäre.

Daraus leiten sich einige derzeit nicht beantwortbare Fragen ab:

- a) Wie lassen sich diese unterschiedlichen Assoziationsmuster beiderseits des Rheischen Ozeans erklären?
- b) Warum zeigen heute benachbarte Vorkommen des gondwanischen Randes, im Gegensatz zu denen des laurasischen Schelfes, keine Beziehungen miteinander?

- c) Wie lassen sich die Beziehungen über den genannten Ozean hinweg erklären, falls man geschlossene Zirkulationszellen ozeanischer Strömungen annimmt, die am gondwanischen Schelf zu Faunenisolierungen führten und die Entwicklung einheitlicher Faunen unterbanden?

### 2.3. Devonisches Puzzle

Mit der Angliederung von Nordeuropa an die nordamerikanische Platte entstand an der Wende zum Devon auf der Nordhalbkugel der „Old-Red-Kontinent“. Unter ariden Bedingungen füllte auf ihm der rote Abtragungsschutt der kaledonischen Gebirgsketten Becken und Täler. Noch immer trennte jedoch im Süden der durch Inseln gegliederte Rheische Ozean diesen Kontinent von Gondwana. Vielleicht glich das Bild dem heutigen von Indonesien zwischen Australien und Südostasien. Erst im Karbon sollte mit der Bildung von Pangaea und dem variszischen Paläogebirge als Naht sich schließender Platten und Schollen dieses Entwicklungsstadium enden.

Bereitet schon die Frage der primären Zuordnung der heutigen Reste der paläozoischen Elemente zwischen Frankreich und Spanien im Westen und der ČR und Polen im Osten Schwierigkeiten, so wird dies für die von der alpidischen Geodynamik betroffenen Teile zum derzeit ungelösten Problem. Ein Beispiel ist das „Grazer Devon“. Alpidisch als eigenes Terrane unbekanntes Zuschnittes herausgelöst aus Pangäa und verfrachtet, liegt es heute in

Form wurzelloser alpidischer Decken über einem metamorphen Basement. Daraus ergibt sich die Frage, wieweit dieses Terrane als Teil einer älteren Platte bereits seine „variszische“ Position plattentektonischen Vorgängen größeren Ausmaßes verdankt.

Faunistisch konnten bisher kaum Verbindungen zu benachbarten Devonvorkommen nachgewiesen werden, wobei für einen Vergleich in erster Linie die hoch- unter- bzw. mitteldevonen Formationen mit ihren artenreichen Korallenfaunen in Frage kommen. Eine Schwierigkeit liegt darin, daß eine moderne Gesamtrevision dieser fehlt und wir großteils auf ältere Faunenlisten angewiesen sind.

Die tabulomorphen Korallen des Grazer Devon deuten auf Beziehungen mit dem rhenoheryznischen Raum, mit dem moravischen Karst aber auch dem kantabrischen Gebirge hin.

(HUBMANN, 1991a). Mit erst- und letztgenannter Region verbindet das Grazer Terrane auch gemeinsame Florenelemente (HUBMANN, 1990; HERRMANN & HUBMANN, in Vorb.). Ebenso deutet die Trilobitengattung *Maladaia* auf Verbindungen mit Spanien, während das individuenreiche, dominierende Brachiopodengenus *Zdimir* ein herzynisches Element mit Verbindungen in den Harz, nach Böhmen, aber auch in den Ural und nach China anzeigt. Bei den Rugosa zeigt sich, nach derzeitigem Kenntnisstand, kein einheitlicher Trend, jedoch scheinen westeuropäischen Formen zu überwiegen.

Lassen sich somit derzeit keine klaren paläobiogeographischen Aussagen treffen, so kann doch gesagt werden, daß aufgrund des

Auftretens einer artenreichen Korallenfauna, assoziiert mit Grünalgen, für das „Grazer Terrane“ im Mitteldevon eine Position innerhalb der 25°C-Meerwasser-Isotherme, also eine geographische Lage von maximal 30° südlicher Breite angenommen werden muß, wobei sowohl in den heutigen westeuropäischen Raum als auch nach Nordosten zur Russischen Tafel bis in den Ural Verbindungen existiert haben dürften. Diese Annahme findet ihre Bestätigung und Einengung durch die paläomagnetischen Untersuchungsergebnisse mitteldevoner (?) Rotkalke durch SOMERS (1992). Sie ergaben für das Mitteldevon von Graz eine südliche geographische Breite von ca. 8°.

Ob auch Beziehungen zum Nordsaum von Gondwana existierten, ist aus der Korallenfauna derzeit nicht beweisbar. Wir kennen aus diesem Raum

aus Südanatolien (HUBMANN, 1992e,f), von Nordiran, Afghanistan, Pakistan und Nepal (FLÜGEL, 1966, 1993) devone Korallenfaunen.

Soweit es sich heute beurteilen läßt, sind jedoch zwischen den Faunen der genannten Räume Unterschiede gegeben, die nicht allein auf ungenügende Aufsammlungen zurückgehen können. Aus diesen Gebieten, die paläogeographisch benachbart auf einem Ost-West-Gürtel aufgereiht waren, weisen bei Vergleich altersgleicher Faunen (Hohes Mittel- bis unteres Ober-Devon) lediglich iranische und afghanische Formen gewisse Ähnlichkeit auf. Süd-anatolische Faunen zeigen Anklänge an Westeuropa, jedoch keinerlei Verbindungen zu den zuvor erwähnten Formen. Ähnlich ist auch die Situation der Korallen aus

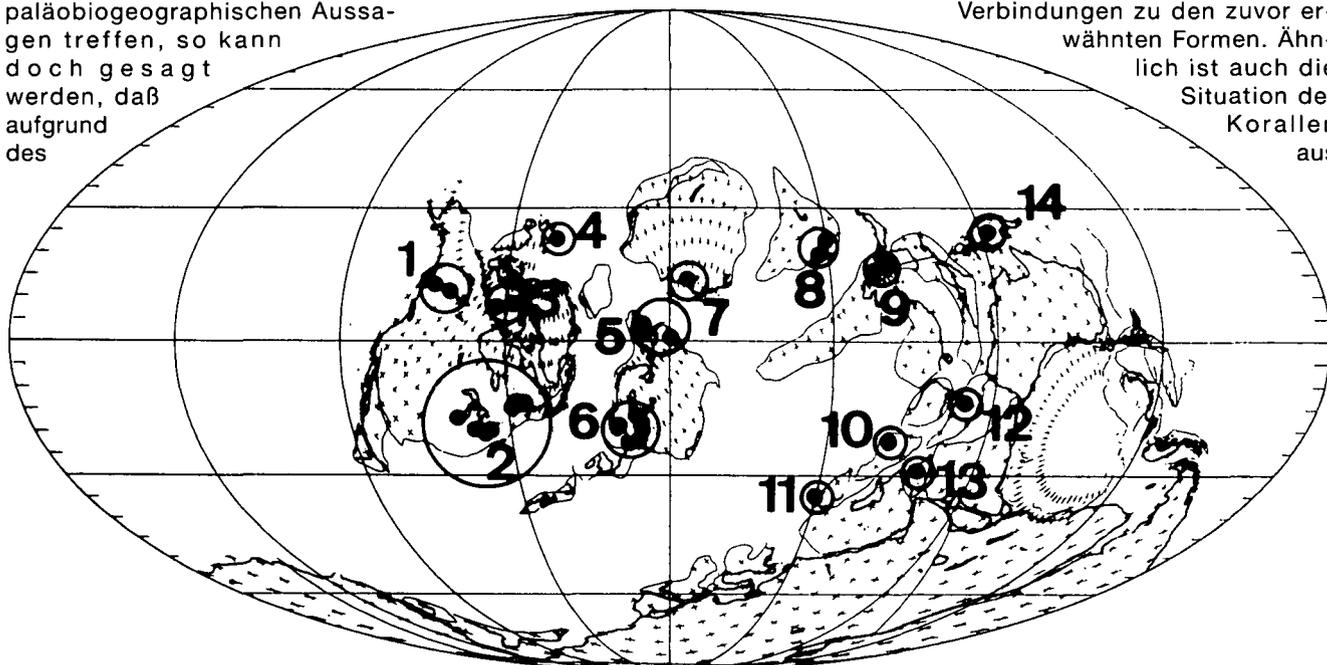
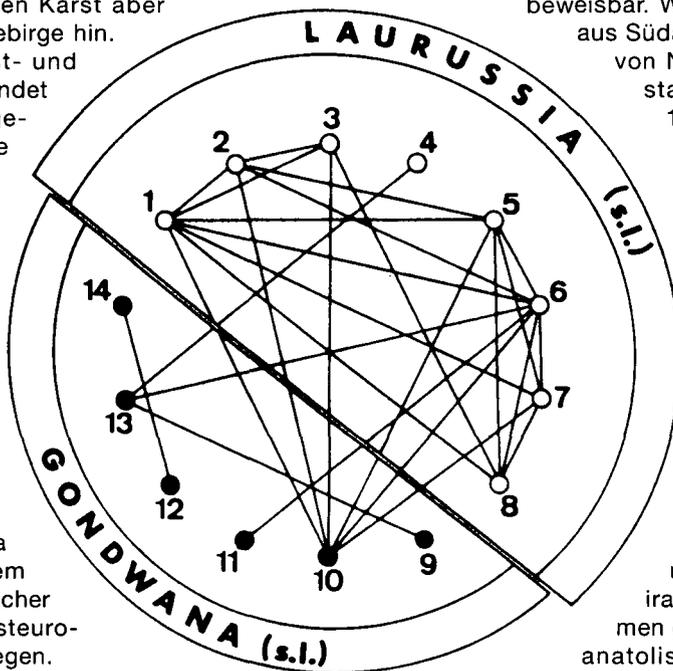


Abb. 4. Die Halysitiden-Fauna des Unter-Silur in der Rekonstruktion von SCOTSE & MCKERROW (1990) nach B. HUBMANN (1992 e). Die Zahlen 1–14 bezeichnen zusammengehörige Fundräume (HUBMANN, 1992d). Die obere Darstellung gibt die qualitativen Beziehungen, die untere die geographische Lage dieser während des Untersilurs wieder.

Dolpo-Nepal, die Verbindungen zum europäischen Raum und nach Südchina aufzeigen, keinerlei Korrespondenz aber zu jenen ehemals benachbarter Platten erkennen lassen (FLÜGEL, 1993). Dringend notwendig wäre in diesem Zusammenhang auch eine Bearbeitung der devonen Korallen der Südalpen.

#### 2.4. Karbon: Ökologie kontra Plattentektonik

Im Karbon liefen sich mit den letzten großen Kollisionen von West-Gondwana mit Laurasia die driftenden Platten vorerst tot, während im Osten, ab Anatolien über Iran und Indien bis nach Australien Gondwana noch lange Zeit

passiver, überfluteter Kontinentalrand blieb, von dem in der Folge perigondwanische Elemente losbrachen und gegen Norden drifteten bis letztendlich Gondwana mit der Herauslösung von Indien und dessen Andockung an Asien auch hier zerbrach.

Gleichzeitig führten die im Oberdevon einsetzenden Vereisungen zu sich in Trans- und Regressionen zeigenden Meeresspiegelschwankungen. Zu den indirekten Auswirkungen auf die Biosphäre auch weitab von den Vereisungszentren gehörte u. a. ein gänzlich oder fast völliges Aussterben großer Tiergruppen. Auch für die Korallenentwicklung stellte das höhere Oberdevon eine derartige Zäsur dar. Nur wenige Genera der noch im Mitteldevon

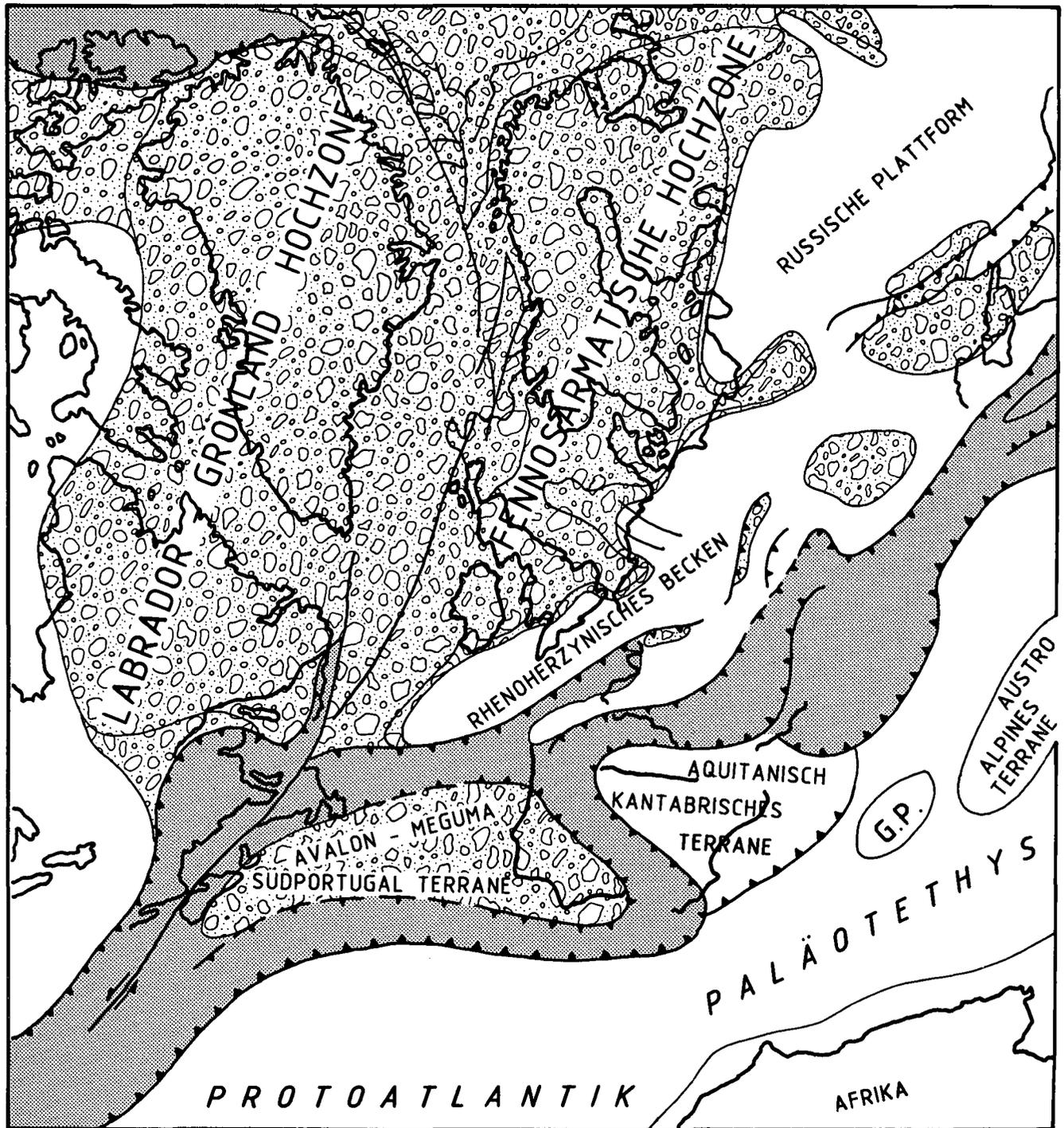


Abb. 5.  
Die Position des Paläozoikums von Graz im Bild Europas von P.A. ZIEGLER (1989, umgezeichnet).  
G.P. = Grazer Terrane.

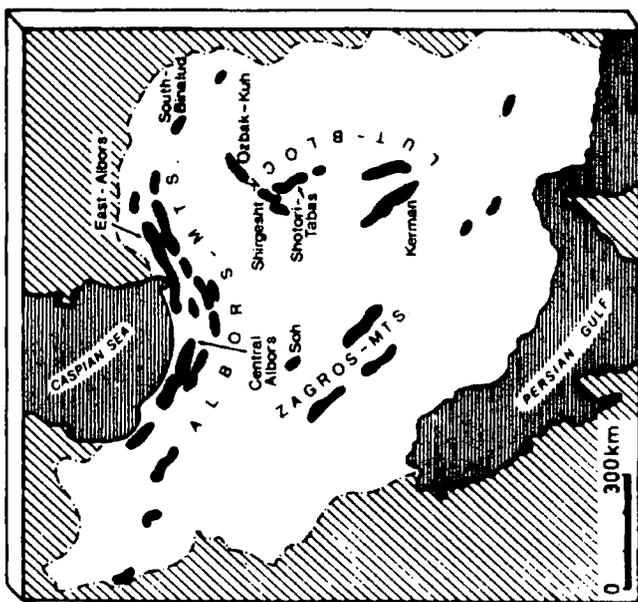
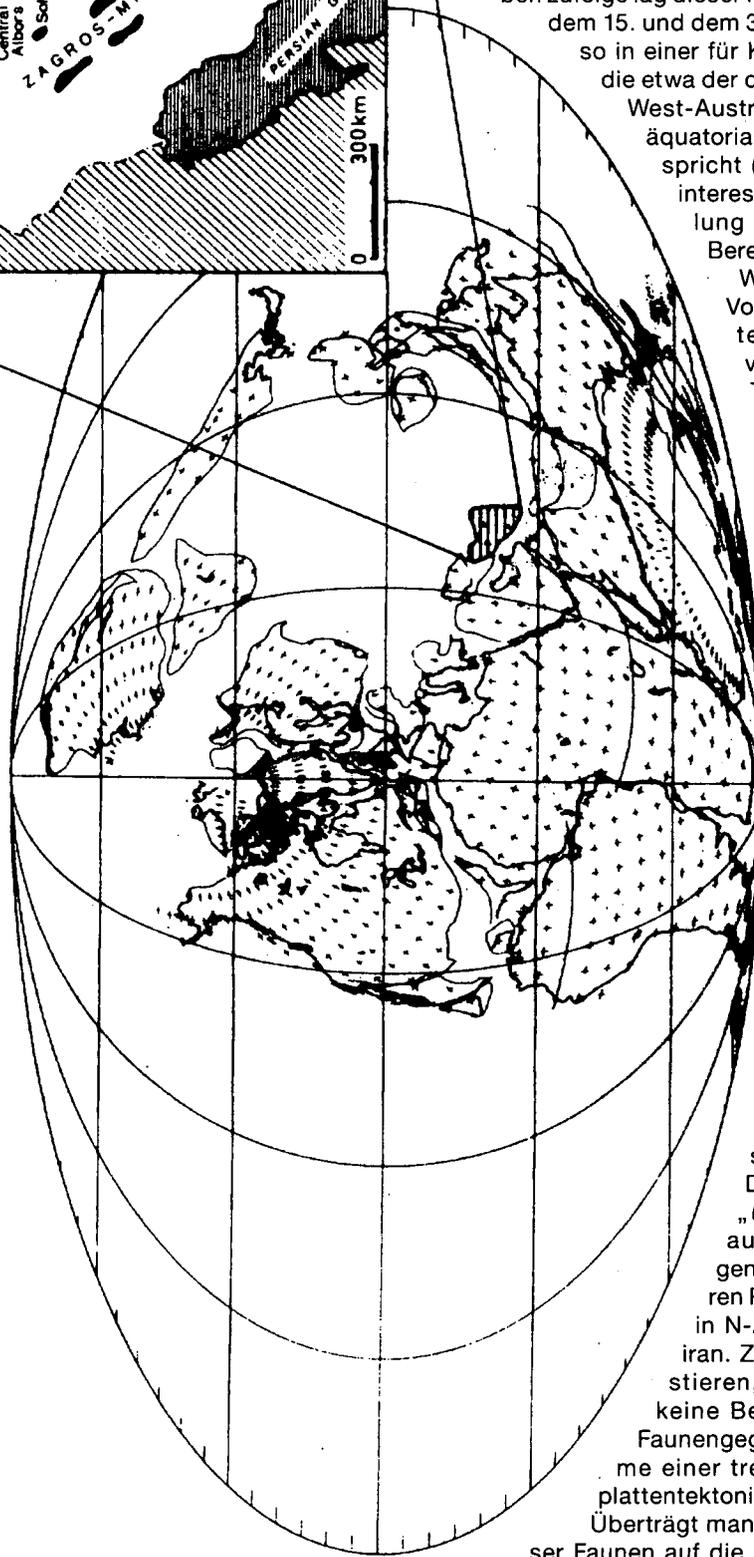


Abb. 6. Rekonstruktion von Gondwana nach SCOTSE & McKERRROW (1990) und die paläozoischen Vorkommen Irans nach WEDDIGE (1966).



blühenden, riffbildenden Gruppe, überlebten die Karbongrenze und wurden zum Grundstock einer neuen Entwicklung, gekennzeichnet durch die Dominanz columellarer, solitärer und koloniebildender Formen. Vielleicht war es diese morphologische Innovation, deren physiologische Bedeutung wir nur vermuten können, die den Korallen ein Überleben für die nächsten 100 Millionen Jahre sicherte.

Über die unterkarbonen Korallenfaunen des Vorderen Orients existierten in der älteren Literatur wenige, z. T. widersprüchliche Daten. Plattentektonischen Angaben zufolge lag dieser Raum in dieser Zeit zwischen dem 15. und dem 30. Grad südlicher Breite, also in einer für Korallen optimalen Position, die etwa der des Großen Barriereriffes vor West-Australien im Einflußbereich der äquatorialen Wasserströmungen entspricht (Abb. 6). Dementsprechend interessant schien es, die Entwicklung der Korallenfaunen dieses Bereiches zu studieren.

Wir kennen bisher aus dem Vorderasiatischen Raum unterkarbone Korallenfaunen von Chios, dem anatolischen Taurus, von Saudiarabien und dem Sinai, sowie von N- und Zentraliran (FLÜGEL, 1966, 1992). Ein Vergleich dieser Faunen zeigt, daß sie sich in zwei räumlich sehr scharf trennbare „Provinzen“ gliedern. Die eine, zu der vermutlich auch Chios zählt, von wo bisher leider keine paläontologische Bearbeitung vorliegt, umfaßt vorwiegend großwüchsige Einzelkorallen, seltener, wie in Chios, auch büschelförmige Stockkorallen. Ein Charakteristikum dieser Fauna sind Elemente der „*Kueichowphyllum*-Fauna“ Südchinas. Diese fanden sich sowohl im südanatolischen Taurus wie auch im gesamten nordiranischen Raum von Aserbeidschan im Westen bis Damgar im Ostabschnitt des Elburs (Abb. 6). Die zweite Fauna ist eine „*Cyathaxonia*-Fauna“, mit fast ausschließlich kleinwüchsigen, meist säulenlosen solitären Rugosa. Sie fand sich sowohl in N-Arabien als auch in Zentraliran. Zwischen beiden Faunen existieren, mit wenigen Ausnahmen, keine Beziehungen. Ein derartiger Faunengegensatz verleitet zur Annahme einer trennenden Barriere oder zu plattentektonischen Spekulationen.

Überträgt man jedoch die Vorkommen dieser Faunen auf die Rekonstruktion dieses Rau-

mes von SCOTSE etc., dann zeigt sich, daß die *Kueichowphyllum*-Fauna, die sich gegen Osten fortsetzt, bezogen auf Gondwana eine externe ozeannahe Randzone besetzte, während die *Cyathaxonia*-Fauna die inneren, festlandnäheren Räume einnahm. Dieser Unterschied zeigt sich auch in den Schichtfolgen, die im Außensaum von Kalkareniten, im Innenbereich von Quarzareniten mit gelegentlichen Einschaltungen mergeliger Kalke und Dolomite dominiert wird.

Bereits Position und Fazies lassen demnach vermuten, daß diese „Barriere“ ökologisch und nicht tektonisch bedingt war. Diese Vermutung findet ihre Bestätigung in den unterschiedlichen Faunen. Dorothy HILL, die große englische Korallenforscherin, unterschied bereits vor einem halben Jahrhundert im Karbon drei große Fauentypen:

- ① Die *Cyathaxonia*-Fauna, als Element ökologisch benachteiligter Räume, wobei größere Wassertiefe, geringere Durchlichtung, aber auch geringe Wassertemperatur oder erhöhte Sedimentationsrate zur Erklärung ihrer Ausprägung herangezogen wurden.
- ② Die *Caninia*-Fauna, die unserer *Kueichowphyllum*-Fauna entspricht, als Bestandteil gut durchlichteter und durchlüfteter vollmariner Flachwasserräume und
- ③ Eine Fauna, dominiert von Stockkorallen, die aus evolutionären Gründen, nachdem sich diese Formen erst im Unterkarbon entwickelten, erst ab dem höheren Karbon voll zum Tragen kam.

So zeigt sich der Faunenunterschied als Abbild einer zonalen Gliederung, die sich nicht auf unterschiedliche Temperaturzonen, sondern auf unterschiedlichen ter-

restrischen bzw. marinen Einfluß zurückführen läßt: Einer Außenzone, in deren äquatoralem Strömungsbereich ostasiatische Faunenelemente nach Westen verfrachtet wurden und an flachen Schelfkanten und Rampen ihren Siedlungsraum fanden, steht eine Innenzone mit westeuropäischen *Cyathaxonia*-Elementen gegenüber, deren Larven, von küstenparallelen Strömungen aus dem Westen herangebracht, auch auf den rolligen, sandigen Böden, teilweise aufwachsend auf Seegrass, ihren Lebensraum fanden.

## 2.5. Permische Korallen auf driftenden Platten

Nach den von SCOTSE & MCKERROW (1990) publizierten Rekonstruktionen des Paläozoikums begann im Ober-Karbon eine langsame Rotation des Megakontinentes Pangaea im Uhrzeigersinn. Diese brachte den Nordsaum von Gondwana zwischen Anatolien und Iran sowie seine östliche Fortsetzung über Afghanistan bis Tibet in eine Lage um oder südlich des 30. Breitengrades, d. h. in eine für das Korallenwachstum aus Temperaturgründen abträgliche Position. Erst während des Perms begann sich diese Situation durch die Abspaltung nordgondwanischer Elemente (Iran – Helmand – Lhasa) und der Drift gegen Norden zu ändern (Abb. 8). Das Bild dieser Entwicklung ist in vielen Einzelheiten noch unklar. Gerade deshalb ist die Klärung der Evolution der Korallenfaunen als Indikatoren der Wassertemperatur von Interesse.

Ältere und neuere Bearbeitungen von Faunen aus Anatolien, dem Irak, der arabischen Halbinsel, von Iran, Af-

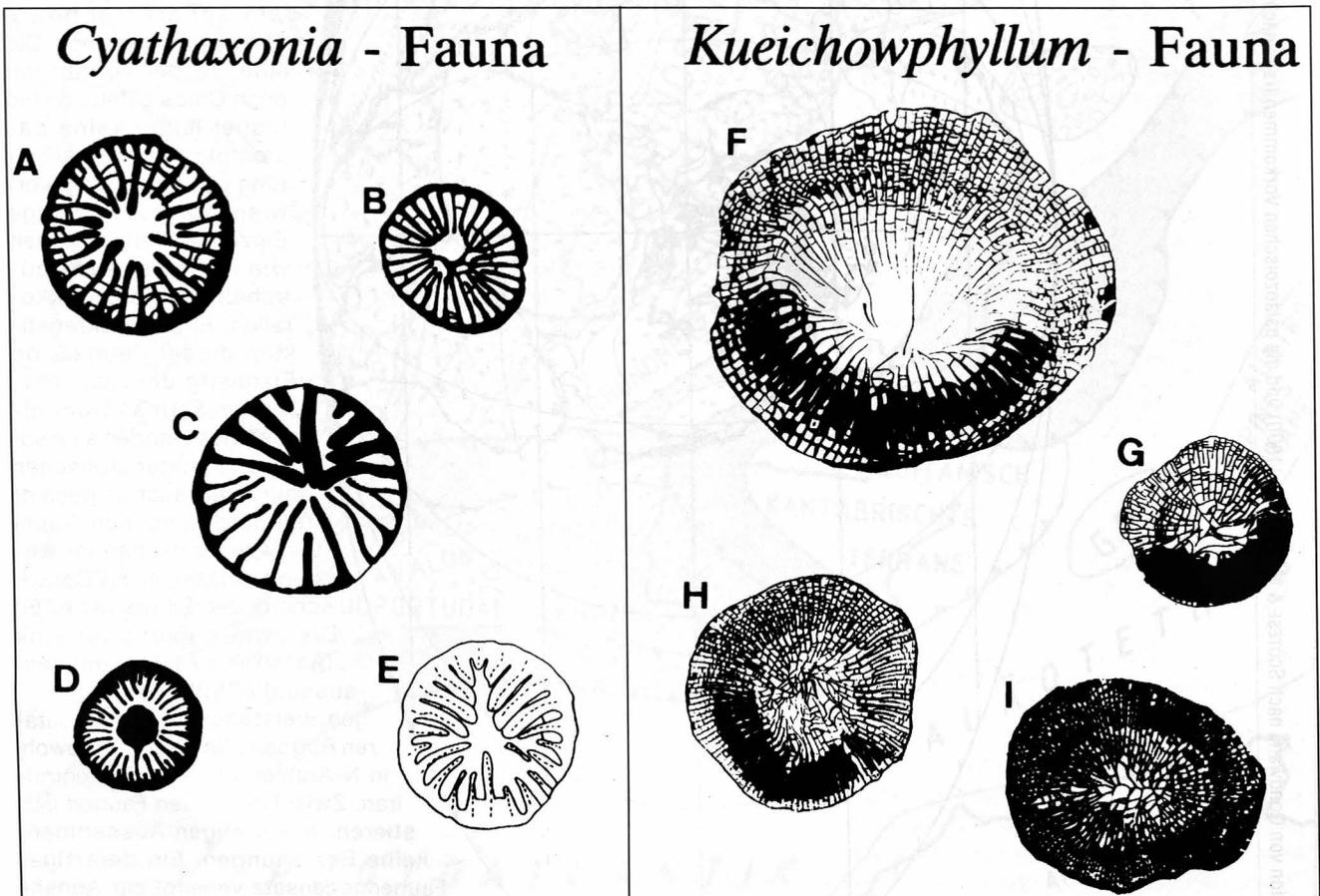


Abb. 7.

Elemente der *Cyathaxonia*-Fauna von Ostiran (H.W. FLÜGEL, 1991 c) und der *Kueichowphyllum*-Fauna von Nordiran (H. FLÜGEL, 1972).

A: *Ufimia biforma* FLÜGEL, 1992; B: *Claviphyllum weyeri* FLÜGEL, 1992; C: *Pentaphyllum* sp.; D: *Pseudowannerophyllum differens* FLÜGEL, 1975; E: *Caninia densiseptata* FLÜGEL, 1992; F, G: *Bothrophyllum dobrolyubovae* FLÜGEL, 1963; H, I: *Kueichowphyllum laosense* FONTAINE 1961.

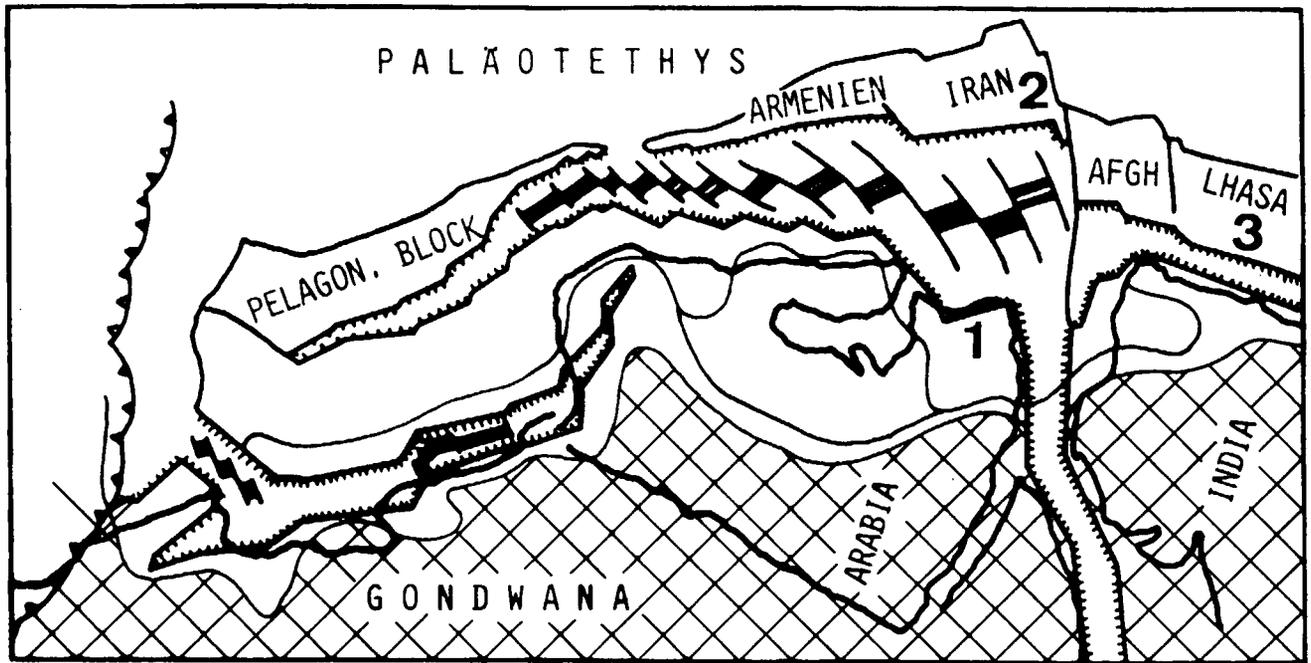
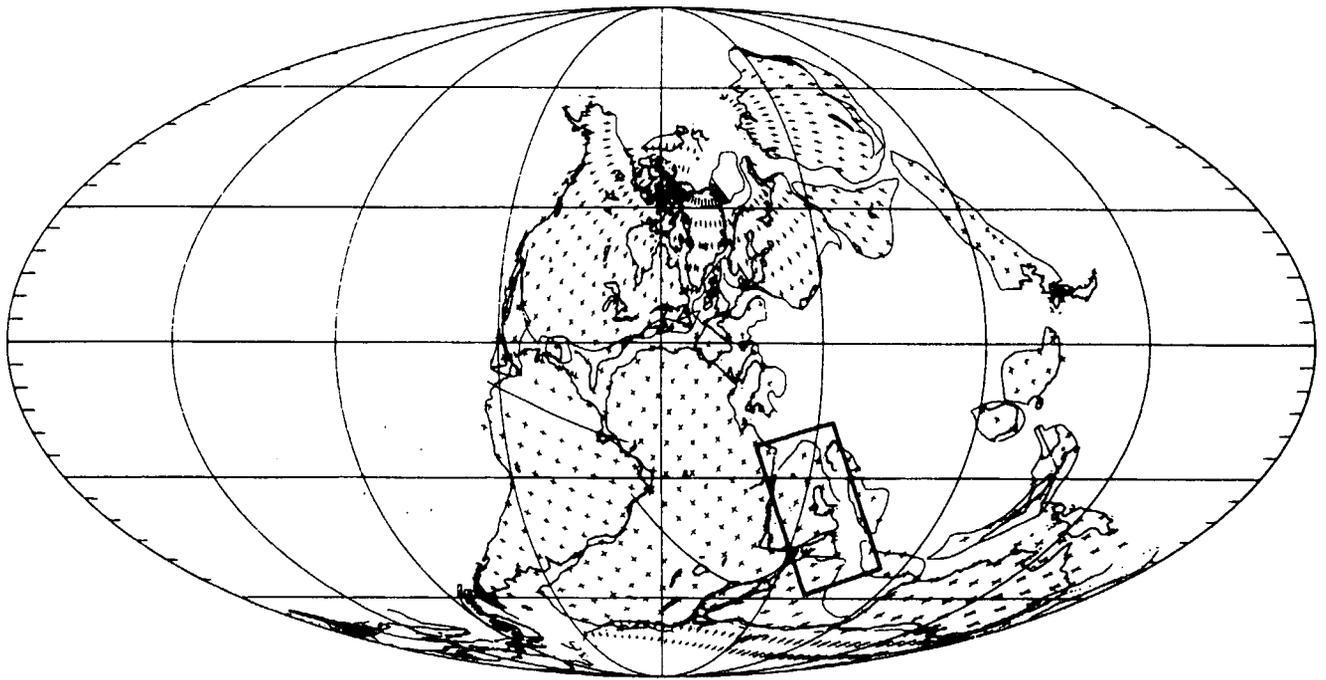


Abb. 8.  
Rekonstruktion des Perm nach SCOTSE & MCKERROW (1990) und Lage der untersuchten Faunen.  
1 = Oman; 2 = Iran; 3 = Karakorum/Tibet.

ghanistan, dem Nordkarakorum und von Tibet erlauben heute bereits einige Aussagen in diese Richtung.

Bereits in den Tagen des prä-plattentektonischen Erdmodells erkannte man die Eigenständigkeit einer „südostasiatischen“ Korallenfauna im Perm. Diese, heute unter dem Namen „*Waagenophyllum*-Fauna“ bekannte Korallenassoziation ist vor allem durch das Auftreten massiver oder buschförmiger Kolonien und das deutliche Zurücktreten solitärer Formen charakterisiert (Abb. 9), wobei jedoch größere Riffe fehlen.

Schon allein dies zeigt, daß es sich um eine Warm- und Flachwasserfauna gehandelt hat, deren Ursprung wohl in den äquatorialen Meeren Südchinas lag, die sich gegen

Westen längs der Küsten des paläotethyden Ozeans ausbreitete.

Korallen dieser Faunenprovinz sind daher in Nordamerika fast unbekannt. Ihre seltenen Funde in tektonisch begrenzten „Terranes“ führten zu plattentektonischen Erklärungsversuchen.

Abgesehen davon, daß diese Fauna innerhalb der „paläotethyden“ Provinz in ihrer Zusammensetzung schwankt – wohl z. T. durch unterschiedlich großes Fundmaterial bedingt und derzeit kaum paläogeographisch auswertbar – findet sich örtlich im gleichen Raum, zeitlich der *Waagenophyllum*-Fauna vorangehend eine zweite Korallenassoziation, die vorwiegend aus kleinen Einzelkorallen besteht. In

ihr fehlen Stockkorallen völlig. Diese, von chinesischen Autoren als „*Lytvolasma*-Fauna“ bezeichnete Assoziation gleicht der *Cyathaxonia*-Fauna des Karbon und dürfte, wie diese, ein Charakteristikum von für Korallen ungünstigen Siedlungsgebieten sein.

An Hand von Korallenfaunen aus Oman, dem Iran, dem Karakorum und von Tibet soll versucht werden, diese Faunenänderung plattentektonisch zu erklären.

Die unterpermische Fauna der sogenannten Unteren-Jamal-Formation Zentralirans ist von ihrem Typus her eine *Lytvolasma*-Fauna, mag auch das namensgebende Genus fehlen. Sie wird in den Profilen östlich Tabas von Kalken der Oberen-Jamal-Formation mit einer mittelpermischen *Waagenophyllum*-Fauna überlagert, die im gesamten iranischen Raum weit verbreitet ist (FLÜGEL, 1972, 1990a). Das örtliche Übergreifen dieser *Waagenophyllum*-Kalke über ältere Schichten unter Ausfall der Unteren-Jamal-Fm. zeigt den mittelpermischen Meeresspiegelanstieg, verknüpft mit einer Faziesänderung: Während die Untere-Jamal-Fm. einen starken terrigenen Einfluß zeigt, ist die Obere-Jamal-Fm. weitgehend karbonatisch entwickelt. Es erinnert dies an die beschriebenen Gegebenheiten im Unterkarbon, wo jedoch die unterschiedlichen Korallenfaunen und Faziesentwicklungen zeitgleich auftraten.

Ein Vergleich mit den plattentektonisch postulierten Veränderungen im Perm ergibt eine plausible Erklärung dieser Situation (Abb. 8): Während im Unterperm Zentraliran

deutlich südlich des 30. Breitengrades und damit in einer für Korallen ungünstigen Position lag, gelangte es im Mittelperm in eine nördlichere, günstigere Lage. Dies und der eustatisch bedingte Meeresspiegelanstieg erklären die Veränderungen von Fazies und Fauna.

Ein sehr ähnliches Bild zeigt sich im Nordkarakorum und den Aghil-Ketten Tibets (FLÜGEL, 1990a,b; FLÜGEL & GAETANI, 1991). Auch hier tritt im Unterperm eine *Lytvolasma*-Fauna auf, die in Tibet im Mittelperm durch eine *Waagenophyllum*-Fauna ersetzt wird. Diese Faunenprovinz wird im Süden von der alpidischen Indus-Yarlung-Sutur begrenzt. Südlich dieser, in der Tibetischen Zone des Himalaya, fehlen auch im Mittelperm, nach unserer derzeitigen Kenntnis, Elemente der *Waagenophyllum*-Fauna, dagegen finden sich hier noch im Mittelperm *Lytvolasma*-Elemente. Sie zeigen, daß dieser Raum im Gegensatz zur Lhasa-Platte noch im kühlen Wasserbereich lag. Dies bedeutet, daß diese Platte zu dieser Zeit bereits von der Indischen Platte durch einen Ozeanstreifen getrennt und gegen Norden über den 30. Breitengrad gedriftet gewesen sein muß.

Diese mittelpermische Bildung ozeanischer Kruste mit Öffnung und Zerbrechung des nordgondwanischen Saumes zeigt sich punktförmig auch in Oman (BLENDINGER & FLÜGEL, 1990), wo im Mittelperm des Hawasina-Beckens Blöcke mit einer waagenophylliden Korallenfauna in ozeanischen Serpentiniten auftreten. Sie zeigen das Eingleiten von Flachwasserkalken aus einer permischen Karbonat-

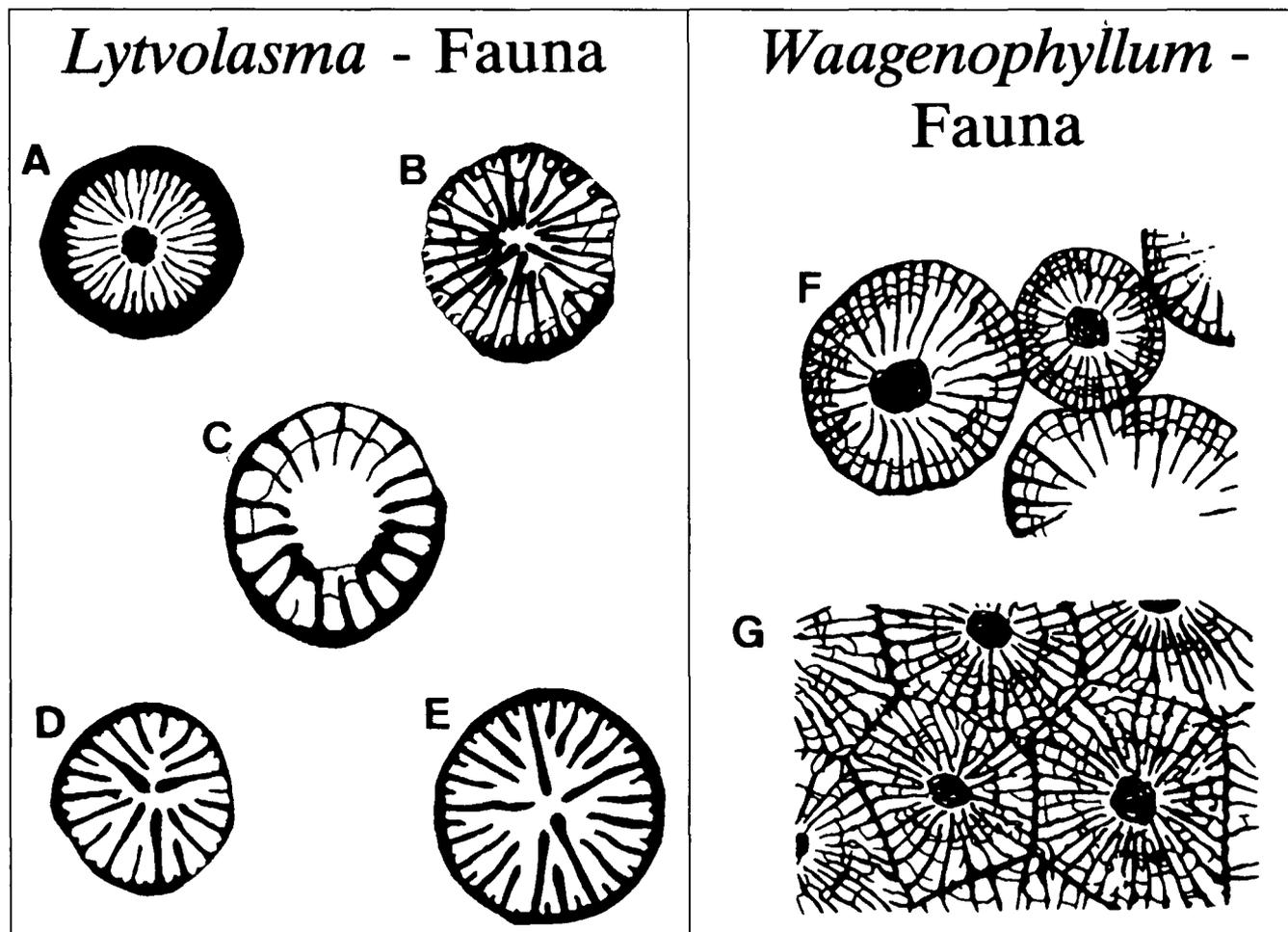


Abb. 9. Elemente der *Lytvolasma*-Fauna des Perm von Iran und dem Karakorum (H.W. FLÜGEL, 1972, 1990) und der *Waagenophyllum*-Fauna von Iran (H.W. FLÜGEL, 1990 a).

A: *Cyathaxonia cornu cornu* MICHELIN 1846, B: *Ufimia hunzensis* FLÜGEL, 1990, C: *Amplexocarinia muralis* SOSHKINA 1928 ? D: *Cryptophyllum* (*Tachylasma*?) sp., E: *Plerophyllum* (*Plerophyllum*) *angustum* FLÜGEL, 1972, F: *Pseudohuangia wengchengense* (HUANG 1932), G: *Ipciphyllum* sp.

plattform in einen vermutlich noch sehr schmalen ozeanischen Graben, etwa vom Roten Meer-Typus, als Anfangsstadium einer Trennfuge von Gondwana und einer nordwärts abdriftenden perigondwanischen Platte.

### 3. Ausblick

Wir haben im vorangehenden Abschnitt versucht, in fünf Beispielen die Zusammenhänge zwischen paläontologisch-systematischen Arbeiten und plattentektonischen Fragen darzustellen. Anlaß für diese Arbeit war nicht allein der Abschluß eines diesbezüglichen Forschungsprojektes, sondern auch die derzeitige Situation der Paläontologie im deutschsprachigen Raum.

Der Ältere von uns hat sich Zeit seines Wirkens in Forschung und Lehre bemüht, den durch die gleiche historische Betrachtungsweise gegebenen Zusammenhang von Paläontologie und Geologie aufzuzeigen und zu bewahren. Mit nicht geringer Sorge sieht er daher die heute unter jüngeren Kollegen der Geologie vielfach zu beobachtende Tendenz, den historischen Charakter dieser Wissenschaft zugunsten einer „gesellschaftsrelevanten“ Einstellung aufzugeben, was zu einer negativen Einstellung gegenüber der Paläontologie führt. Sie übersehen dabei vielfach, daß sie damit der Geologie ihren eigentlichen Boden entziehen und damit an die „Geognosten“ des frühen 19. Jahrhunderts anknüpfen, die nichts ahnten von der Irreversibilität der Geschichte.

### Dank

Wir möchten auch an dieser Stelle dem Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung für die Bewilligung der Projekte P 7004-Geo. „Paläobiogeographische Untersuchungen paläozoischer Korallenfaunen der Tethys“ danken. Durch diese Unterstützung war es nicht nur möglich, einen wissenschaftlichen Mitarbeiter anzustellen und eigene Aufsammlungen durchzuführen, sondern auch die notwendigen Laborarbeiten durch Herrn J. FRÜHWIRTH, ehemaliger Laborant am Institut für Geologie und Paläontologie der Karl-Franzens-Universität Graz, ausführen zu lassen.

### Literatur

Entsprechend der Zielsetzung der Arbeit, wurden in ihr fast nur Publikationen genannt, die im Rahmen des Projektes entstanden sind. Dementsprechend auch die im Folgenden gemachte Teilung.

#### 1. Projektarbeiten

- BLENDINGER & FLÜGEL, H.W.: Permische Stockkorallen aus dem Hawasina-Becken, Oman. – *Facies*, **22**, 139–146, Erlangen 1990.
- FLÜGEL, H.W.: Vorläufige Mitteilung über Permische Korallen aus dem Nord-Karakorum. – *Anz. Österr. Akad. Wiss., Math.-naturw. Kl.*, **126**, 121, Wien 1989.
- FLÜGEL, H.W.: Korallen aus dem Mittel-Perm Irans (Aufsammlung O. THIELE). – *Jb. Geol. B.-A.*, **133**, 523–536, Wien 1990 a.
- FLÜGEL, H.W.: Rugosa aus dem Perm des N-Karakorum und der Aghill-Ketten. – *Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck*, **17**, 101–117, Innsbruck 1990b.
- FLÜGEL, H.W.: Vorbericht über Korallenfunde aus dem Caradoc von Sardinien. – *Anz. Österr. Akad. Wiss. Math.-naturw. Kl.*, **128**, Wien 1991a.
- FLÜGEL, H.W. & GAETANI, M.: Permian Rugosa from the Northern Karakorum and Aghil Ranges. – *Riv. Ital. Paleont. Strat.*, **97**, 35–48, Milano 1991b.

- FLÜGEL, H.W.: Rugosa (Teil 1) aus dem Karbon der Ozbak-Kuh-Gruppe Ost-Irans. – *Jb. Geol. B.-A.*, **135**, Wien 1992.
- FLÜGEL, H.W.: Korallen aus dem Ober-Devon (?) von Dolpo (Nepal). – *Anz. Österr. Akad. Wiss. Math.-naturw. Kl. Wien*, **1992**, 2, Wien 1992.
- HUBMANN, B.: Alveolitidae, Heliolitidae und *Helicosalpinx* aus den Barrandeikalken (Eifelium) des Grazer Devons. – *Jb. Geol. B.-A.*, **134**, 37–51, 5 Abb., 3 Taf., Wien 1991a.
- HUBMANN, B.: Halysitidae aus dem tieferen Silur E-Irans (Niur Formation). – *Jb. Geol. B.-A.*, **134**, 711–733, Wien 1991b.
- HUBMANN, B.: Variabilitätsuntersuchungen an *Catenipora* LAMARCK (Zooantharia, Tabulata). – *N. Jb. Geol. Paläont., Mh.*, **1992**, 279–291, Stuttgart 1992a.
- HUBMANN, B.: *Catenipora* LAMARCK from the Lower to Middle Silurian of Eastern Afghanistan (Collection A. DÜRKOOP). – *Senckenberg. Lethaea*, **72**, 37–48, Frankfurt/M 1992b.
- HUBMANN, B.: Die Korallenfauna aus dem Devon von Feke (Antitaurus, SE-Türkei). I. Tabulata. – *Mitt. österr. Geol. Ges.*, **84** (1991), 355–372, Wien 1992c.
- HUBMANN, B.: Silurian *Catenipora* LAMARCK - a guide to ancient latitudinal and faunal relationships. – *Anz. Österr. Akad. Wiss. Math.-naturw. Kl.*, **128** (1991), 113–120, Wien 1992d
- HUBMANN, B.: Silurische Halysitidae (Coelenterata, Tabulata) von Bithynien (Nordwest-Türkei) und biofazialen Beziehungen der gondwanischen Halysitinae und Cateniporinae. – *Paläont. Z.*, **66**, 213–229, Stuttgart 1992e.
- HUBMANN, B.: Die Korallenfauna aus dem Devon von Feke (Antitaurus, SE-Türkei). II. Rugosa. – *Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck*, **18**, 151–169, Innsbruck 1992f.

#### 2. Publikationen

- BACHTADSE, V. & BRIDEN, J.C.: Palaeomagnetic constraints on the position of Gondwana during Ordovician to Devonian times. – In: MCKERROW & SCOTSE, C.R. (Eds.): *Paleozoic Palaeogeography and Biogeography*. – *Mem. Geol. Soc. London*, **12**, 43–48, 3 Abb., 2 Taf., London 1990.
- FLÜGEL, H.: Korallen aus der oberen Vise-Stufe (*Kueichowphyllum*-Zone) Nord-Irans. – *Jb. Geol. B.-A.*, **106**, 365–404, Wien 1963.
- FLÜGEL, H.: Palaeozoische Korallen aus der Tibetischen Zone von Dolpo (Nepal). – *Jb. Geol. B.-A.*, **SB. 12**, 101–120, 4 Taf., Wien 1966.
- FLÜGEL, H.: Die paläozoischen Korallenfaunen Ost-Irans, 2. Rugosa und Tabulata der Jamal-Formation (Darwasian?, Perm). – *Jb. Geol. B.-A.*, **115**, 49–102, Wien 1972.
- HUBMANN, B.: Udoteaceen (Grünalgen) aus dem Grazer Paläozoikum/Österreich (Barrandeikalke, Eifelium), - *Facies*, **22**, 147–158, 7 Abb., 1 Taf., Erlangen 1990.
- KENT, D.V. & VAN DER VOO, R.: Paleozoic Paleogeography from paleomagnetism of the Atlantic-bordering continents. – In: MCKERROW, W. S. & SCOTSE, C. R. (Eds.): *Paleozoic Paleogeography and Biogeography*. – *Mem. Geol. Soc. London*, **12**, 49–56, 6 Abb., 2 Taf., London 1990.
- SCOTSE, C.R. & MCKERROW, W.S.: Revised World maps and Introduction. – In: MCKERROW, W.S. & SCOTSE, C.R. (Eds.): *Paleozoic Paleogeography and Biogeography*. – *Mem. Geol. Soc. London*, **12**, 1–21, 22 Abb., 1 Tab., London 1990.
- SOMERS, R.: Zur Kenntnis der Gosau und des Paläozoikums NE St. Pankrazen (Steiermark) – Mikrofaziale und paläomagnetische Untersuchungen. – *Unveröff. Dipl.-Arb. Univ. Graz*, Graz 1992.
- TEICHERT, C., SWEET, W.C. & BOUCOT, A.: The unpublished fossil record: implications. – *Senckenberg. Lethaea*, **68**, 5–19, Frankfurt/M. 1987.
- WEDDIGE, K.: Zur Stratigraphie und Paläogeographie des Devons und Karbons von NE-Iran. – *Senckenberg. Lethaea*, **65**, 179–223, 14 Abb., 4 Taf., Frankfurt/M., 1984.
- ZIEGLER, P.A.: Evolution of Laurussia. A Study in Late Paleozoic Plate Tectonics. – 102 S., 2 Abb., 14 Taf., Dordrecht – London, 1989.