

5761s
NH

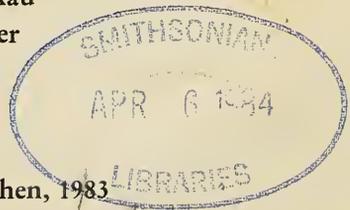


SPIXIANA

Zeitschrift für Zoologie

Festschrift
zu Ehren von
Dr. Johann Baptist Ritter von Spix

Herausgegeben von E. J. Fittkau
Schriftleitung L. Tiefenbacher



Zoologische Staatssammlung München, 1983

SPIXIANA	Supplement 9	München, 15. Dezember 1983	ISSN 0343-5512
----------	--------------	----------------------------	----------------

SPIXIANA

ZEITSCHRIFT FÜR ZOOLOGIE

herausgegeben von der
ZOOLOGISCHEN STAATSSAMMLUNG MÜNCHEN

SPIXIANA bringt Originalarbeiten aus dem Gesamtgebiet der Zoologischen Systematik mit Schwerpunkten in Morphologie, Phylogenie, Tiergeographie und Ökologie. Manuskripte werden in Deutsch, Englisch oder Französisch angenommen. Pro Jahr erscheint ein Band zu drei Heften. Umfangreiche Beiträge können in Supplementbänden herausgegeben werden.

SPIXIANA publishes original papers on Zoological Systematics, with emphasis on Morphology, Phylogeny, Zoogeography and Ecology. Manuscripts will be accepted in German, English or French. A volume of three issues will be published annually. Extensive contributions may be edited in supplement volumes.

Redaktion – Editor-in-chief
Priv.-Doz. Dr. E. J. FITTKAU

Schriftleitung – Managing Editor
Dr. L. TIEFENBACHER

Redaktionsbeirat – Editorial board

Dr. F. BACHMAIER

Dr. M. BAEHR

Dr. E. G. BURMEISTER

Dr. W. DIERL

Dr. H. FECHTER

Dr. R. FECHTER

Dr. U. GRUBER

Dr. R. KRAFT

Dr. J. REICHHOLF

Dr. F. REISS

Dr. G. SCHERER

Dr. F. TEROFAL

Dr. L. TIEFENBACHER

Dr. I. WEIGEL

Manuskripte, Korrekturen und Besprechungs-exemplare sind zu senden an die

Manuscripts, galley proofs, commentaries and review copies of books should be addressed to

Redaktion SPIXIANA
ZOOLOGISCHE STAATSSAMMLUNG MÜNCHEN
Maria-Ward-Straße 1 b
D-8000 München 19, West Germany

SPIXIANA – Journal of Zoology
published by
The State Zoological Collections München

**Festschrift
zu Ehren von
Dr. Johann Baptist Ritter von Spix**

**Herausgegeben
von
E. J. Fittkau**

Schriftleitung L. Tiefenbacher

Zoologische Staatssammlung München, 1983



Original im Besitz der Bayer. Akad. d. Wiss., München

Geologischer Bau und erdgeschichtliche Entwicklung des Brasilianischen Blockes

Von Karl Beurlen

Vorbemerkungen

Im zweiten Band des dreibändigen Werkes „Reise in Brasilien in den Jahren 1817–1820“ schildern die Verfasser, der Zoologe J. B. v. SPIX und der Botaniker C. F. P. v. MARTIUS ihren Reiseweg von Villa Rica, dem heutigen Ouro Preto, durch das Innere von Minas Gerais, durch Bahia, Pernambuco, Piaui und Maranhão bis zur Amazonas-Mündung, und lassen im dritten Band die Darstellung ihrer Fahrt im Amazonas-Gebiet folgen, während der erste Band in der Hauptsache den Vorbereitungen der Reise und der weiteren Umgebung von Rio de Janeiro und São Paulo gewidmet ist. Der Reiseweg vermittelt eine Durchquerung des gesamten Zentral- und Nord-Brasilien, d. h. also der größeren tropischen Hälfte Brasiliens, während der kleinere, in subtropische Breiten reichende südbrasilianische Teil des weiten Landes nicht besucht wurde.

Es war ein gewaltiger Raum, den die beiden Forscher in drei Jahren durchquert haben. Heute auf gut ausgebauten Autostraßen bequem zu durchreisen, war er zur Zeit von SPIX und MARTIUS noch praktisch unerschlossen und unbekannt und weithin fast nur von den eingeborenen Indianerstämmen dünn besiedelt. Die Erschließung und kolonisierende, europäische Besiedlung, wie auch der Verkehr beschränkte sich im wesentlichen auf einen wechselnd breiten Küstenstreifen des Kontinentes. Liest man den auch heute noch lesenswerten Bericht über diese Reise durch ein unwirtliches, unerschlossenes, tropisches Land, ist man immer wieder erstaunt über die Fülle und Vielseitigkeit wissenschaftlicher Beobachtungen, welche die beiden Forscher trotz aller physischer Schwierigkeiten einer solchen Reise machen konnten. Diese Beobachtungen beschränken sich nicht auf das Forschungsgebiet der beiden Reisenden, auf die Tier- und Pflanzenwelt, sondern sie geben in der gleichen Ausführlichkeit auch Hinweise auf die Anthropologie, sowie den geologischen Untergrund des durchreisten Gebietes.

Natürlich konnten die beiden Forscher keine Vorstellung über den geologischen Bau und die geologische Entwicklung Brasiliens liefern. Geologische Probleme standen dem Zoologen SPIX und dem Botaniker MARTIUS naturgemäß ferner als zoologische und botanische Probleme. Aber darüber hinaus stand ja die Geologie in den ersten Jahrzehnten des vergangenen Jahrhunderts auch in Europa noch in ihren allerersten Anfängen. Es war dies die Zeit des Streites um Neptunismus und Plutonismus, in dem die Geologie als moderne Naturwissenschaft um ihre methodische Grundlegung rang. Um so bemerkenswerter ist es, daß die in dem Reisewerk niedergelegten geologischen Beobachtungen auch vor der heutigen Kenntnis durchaus standhalten.

Die geologischen Beobachtungen von SPIX und MARTIUS blieben damals, und man darf hinzufügen, bis heute unbeachtet. Das Reisewerk von SPIX und MARTIUS war weitgehend vergessen und ist erst durch den 1966 von MÄGDEFRAU besorgten Neudruck dieser Vergessenheit entrissen worden.

An der Wende vom 19. zum 20. Jahrhundert haben die amerikanischen Geologen DERBY und nach ihm BRANNER auf Grund jahrzehntelanger Forschungen erstmals einen Überblick über den geologischen Bau Brasiliens erarbeitet. Ihre Vorläufer SPIX und MARTIUS waren ihnen unbekannt geblieben. Auch B. v. FREYBERG, der ziemlich genau 100 Jahre nach SPIX und MARTIUS entscheidende Beiträge zur Geologie Zentral-Brasiliens erarbeitete, wußte nichts von seinen frühen Vorläufern.

©Zo Auch die Ansätze von DERBY und BRANNER, sowie von v. FREYBERG zu einer Erforschung des geologischen Baues von Brasilien blieben zunächst ohne eigentliche Nachfolge. Das Interesse blieb beschränkt auf die Erforschung der nutzbaren Lagerstätten. Erst in der jüngsten Vergangenheit, ungefähr seit dem Zweiten Weltkrieg, hat eine systematische, auf die geologischen Zusammenhänge und die geologische Entwicklung des gesamt-brasilianischen Raumes ausgerichtete geologische und paläontologische Erforschung Brasiliens eingesetzt. Sie hat in den wenigen, seither verflossenen Jahrzehnten gewaltige Fortschritte erbracht, aus denen wir die Grundzüge des geologischen Baues von Brasilien und seiner erdgeschichtlichen Entwicklung einigermaßen ableiten können.

Neben Geologen aus den USA kommt dabei deutschen Geologen und schließlich auch einer in diesen Jahrzehnten heranwachsenden Generation brasilianischer Geologen ein entscheidendes Verdienst zu. Wir können diese Entwicklung hier nicht im einzelnen verfolgen. Ich beschränke mich im folgenden auf eine gedrängte Darstellung des geologischen Baues von Brasilien und seiner erdgeschichtlichen Entwicklung, entsprechend dem derzeitigen Kenntnisstand.

Das präkambrische Grundgebirge

Brasilien, das Kernstück des südamerikanischen Kontinentes, ist ein präkambrischer Urgebirgsblock, der an der Wende von Präkambrium zu Paläozoikum seine endgültige Konsolidierung erfahren hat. Er ist im Westen vom Gebirgszug der Anden und dem diesem im Osten vorgelagerten Senkungstrog der subandinen Vortiefe (Argentinische Pampas, Gran Chaco, nach Norden in die Niederung des Amazonas-Beckens fortsetzend) umrandet und im Osten an der Atlantik-Küste abgeschnitten. Das kristalline Grundgebirge (Präkambrium) spielt daher in der Geologie Brasiliens die vorherrschende Rolle. Das haben auch SPIX und MARTIUS schon erkannt, ohne es freilich direkt auszusprechen.

Bei der Deutung des Kristallins war man zunächst davon ausgegangen, daß hoch-metamorphe Komplexe (Gneise und Migmatite) altpräkambrisch, schwach-metamorphe Komplexe wie Glimmer- und Serizitschiefer, jung-präkambrisch seien, entsprechend der alten, ursprünglichen Lehrmeinung in der Geologie. So wurde z. B. die mäßig metamorphe Folge von Glimmerschiefern und Serizitquarziten im südlichen Minas Gerais, in die sich die dortigen Eisenerze einschalten, als jung-präkambrisch eingestuft (*Minas-Serie*), während man die hoch-metamorphen Gneise und Migmatite des Orgelgebirges und der Berge von Rio de Janeiro ins Alt-Präkambrium stellte (Archaikum, „Protogneis“). Weit verbreitet finden sich in Brasilien Formationskomplexe, die kaum oder gar nicht metamorph und nicht verfault sind, wie etwa der *Bambui-Kalk* im São Francisco-Becken, oder die Quarzit-Tafel der Chapada Diamantina in Bahia. Sie glaubte man wegen der fehlenden Metamorphose und Faltung nicht ins Präkambrium stellen zu können; man betrachtete sie als paläozoisch. Da aber diese paläozoisch eingestuften Formationen an anderen Orten auch gefaltet sind, mußte man auch paläozoische (kaledonische oder variszische) Gebirgsbildungen als am Aufbau des brasilianischen Blockes beteiligt annehmen. Dieses Vorstellungsbild von der Geologie Brasiliens bestimmt zur Gänze die 1942 erschienene, zusammenfassende Darstellung der Geologie Brasiliens von O. H. LEONARDOS und A. I. de OLIVEIRA.

Dieses Vorstellungsbild wurde in den fünfziger Jahren durchgreifend revidiert. In Europa hatte sich ja schon seit Beginn des Jahrhunderts die Erkenntnis durchgesetzt, daß der Metamorphose-Grad nichts aussagt über das erdgeschichtliche Alter, daß also auch hoch-metamorphe Gneise erdgeschichtlich jung, wie umgekehrt schwachmetamorphe Schiefer alt-präkambrisch (archaisch) sein können. Dieser Erkenntnis bewußt, haben ROSIER und EBERT durch geologische Kartierung im Orgelgebirge von Rio de Janeiro und im südlichen Minas Gerais erkannt, daß die hoch-metamorphen Gneise und Migmatite des Orgelgebirges nach Norden in eine gleichaltrige, schwach-metamorphe Formationsfolge übergehen, die eindeutig jünger ist als die Minas-Serie im Eisernen Viereck. Es liegt hier also eine jung-präkambrische *Post-Minasserie* vor, die im Orgelgebirge hoch-metamorph ist – ihr gehören auch, wie LOTZE jr. zeigte, die Gneise der Berge von Rio de Janeiro an –, während sie im Norden, im südlichen Minas Gerais, nur noch schwach-metamorph entwickelt ist. Es konnte damit ein WSW –

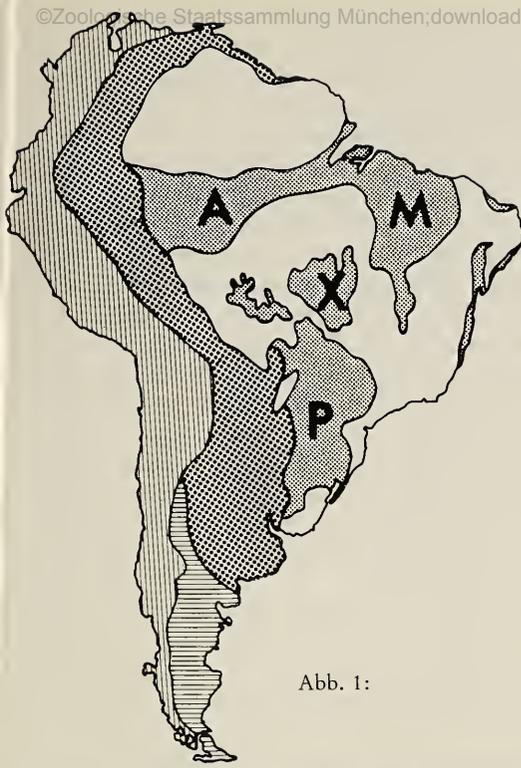


Abb. 1:

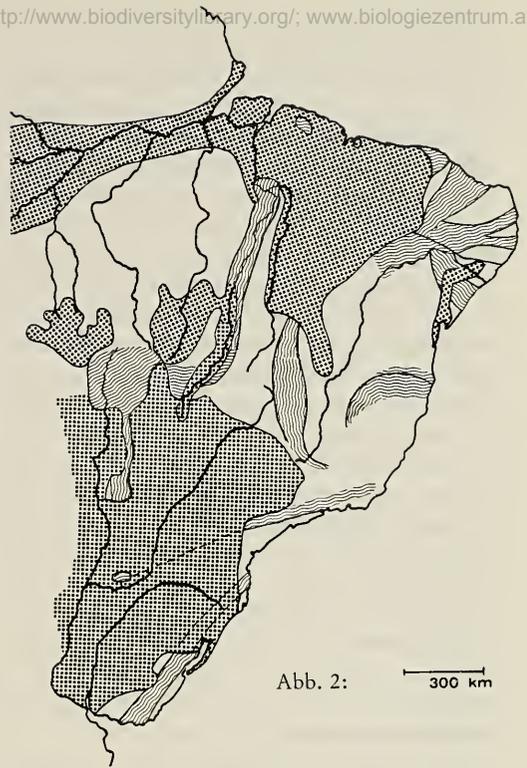


Abb. 2:

300 km

Abb. 1: Großgliederung Südamerikas. – Vertikal schraff. Andenzone. Weit punktiert: Subandine Vortiefe. Horizontal schraff.: Patagonischer Schild. Weiß gelassen: Präkambrium des Brasilianischen Blockes. Eng punktiert: Phanerozoische Sedimentärdecken über dem Präkambrium des Brasilianischen Blockes. (A Amazonas-Becken, M Maranhão-Becken, P Paraná-Becken. X Junge Aufschüttungen im Xingu-Oberlauf und dem Araguaya-Mittellauf).

Abb. 2: Bauplan des Brasilianischen Blockes. Weiß gelassen: Alt- bis mittel-präkambrische Blöcke. Geschlängelte Strichelung: Jung-präkambrische Orogen-Gürtel. Punktiert: Phanerozoische Sedimentär-Decken.

ENE streichendes, jung-präkambrisches Orogen erkannt werden mit einer zentralen, eugeosynklinalen Achse im Orgelgebirge, die im Norden von einem schwach-metamorphen, miogeosynklinalen Streifen begleitet wird. Dieses Orogen streicht nach NE, nach Espírito Santo, weiter und wird an der Atlantik-Küste abgeschnitten. Nach SW setzt es sich durch das Küstengebirge von São Paulo fort in die Hochebene von Curitiba in Paraná. W von Curitiba taucht es unter die Sedimentdecke des Paraná-Beckens unter. EBERT hat es als *Paraibiden-Orogen* bezeichnet. Heute geht es unter dem Namen *Apiá-Orogen*. Die Minas-Serie des Eisernen Vierecks ist trotz der nur mäßigen Metamorphose älter als dieser jung-präkambrische Komplex und mußte daher in das Mittel-Präkambrium zurückgestuft werden. In den gleichen Jahren hatte ich von Beobachtungen an den Corumbá-Kalken (Süd-Mato Grosso) ausgehend die Vorstellung entwickelt, daß auch der Bambui-Kalk nicht paläozoisch sei, sondern in das Jung-Präkambrium gehöre. Die nicht metamorphe und nicht gefaltete Bambui-Tafel des São Francisco-Beckens muß als das epikontinentale Vorland des Apiá-Orogens betrachtet werden. Zahlreiche, seither durchgeführte radiometrische Altersbestimmungen haben diese damals mit Skepsis aufgenommenen Vorstellungen bestätigt. Am jung-präkambrischen Alter der Bambui-Serie zweifelt heute niemand mehr. Damit sind auch die alten Vorstellungen über paläozoische Orogenesen auf dem Brasilianischen Block hinfällig geworden.

©Zoo Diese Ansätze wurden zum Ausgangspunkt einer rasch fortschreitenden Erforschung des präkambrischen Grundgebirges in Brasilien. Wir können die zu der heutigen Vorstellung führende Entwicklung im einzelnen hier nicht verfolgen, sondern müssen uns darauf beschränken, diese, die in ihren Hauptzügen gut begründet ist, schematisierend vereinfacht kurz zu schildern.

Die nicht metamorphe und nicht verfaltete Bambui-Kalkdecke des São Francisco-Beckens deutet an, daß hier ein schon alt- oder mittel-präkambrisch konsolidierter Block vorliegt, der jung-präkambrisch nicht mehr verfault wurde. Dieser Block ist im Westen von einem N-S streichenden jung-präkambrischen Orogen (*Brasilia-Orogen*) umsäumt. Dieses Orogen biegt im N in NE-Richtung ab und taucht hier unter die Sedimentdecke des Maranhão-Beckens unter, erscheint aber nordöstlich davon im westlichen Pernambuco wieder. Im Süden biegt es in südöstliche Richtung ab und umrandet im Süden, nach E abschwendend, den Komplex des Eisernen Vierecks. Östlich davon biegt es nach N ab und zieht im westlichen Espírito Santo nach S-Bahia, hier wiederum östlich abschwendend und als *Araçuaí-Orogen* bezeichnet; im Bereich des Rio Pardo läßt es sich bis zur Atlantik-Küste verfolgen, wo es abgeschnitten wird. Im Norden, in Sergipe-Alagoas ist wiederum ein jung-präkambrischer Orogen-Zug festzustellen, mit SE-NW-Streichrichtung, das *Sergipe-Orogen*. Auch dieses wird von der Atlantik-Küste abgeschnitten. Es liegt nahe, das Apiaí- und Araçuaí-Orogen im Süden und das Sergipe-Orogen im Norden in einem großen Orogen-Bogen zu verbinden, der von der Atlantik-Küste abgeschnitten ist. Der hier fehlende Bogenabschnitt ist offenbar in dem, einen recht ähnlichen Aufbau zeigenden West-Kongobogen vorhanden, ein Beweis für den ursprünglichen, unmittelbaren Zusammenhang von Südamerika und Afrika.

In dem weiten, fast ganz Bahia und Minas Gerais umfassenden, von diesen jungen Orogen-Gürteln umsäumten Raum sind alt-präkambrische Gneise weit verbreitet, vor allem in Bahia. Sofern Jungpräkambrium vorhanden ist, liegt es in der Epikontinentalfazies der Bambui-Serie vor. Offensichtlich handelt es sich um einen alt- bis mittelpräkambrisch konsolidierten Block. F. d. ALMEIDA hat ihn als *São-Francisco-Kraton* bezeichnet.

Das vom Eisernen Viereck in S-N-Richtung aus Minas Gerais nach Bahia sich erstreckende *Espinhaço-Gebirge* teilt den São Francisco-Kraton in eine Ost- und Westhälfte. Es ist in der Hauptsache von Quarzitformationen aufgebaut, die in die Minas-Serie gehören, also mittel-präkambrisch sind. Sie bezeugen einen großen N-S-Einbruch während des Mittel-Präkambrium. Die Quarzite entstammen einer aus Westen, also dem Gebiet des heutigen São Francisco-Beckens, kommenden Schüttung. Dieses Becken war also zur Minas-Zeit Hoch- und Abtragungsgebiet und ist erst in der Minas-Orogenese in die Tiefe gedrückt worden, so daß danach die Transgression des Bambui-Kalkes darüber weggehen konnte. Östlich des Espinhaço-Gebirges steht weithin, tief abgetragenes altpräkambrisches Kristallin zutage. Nur in seinem nordwestlichen Abschnitt, in dem Hochplateau von Lençóis bis zur Chapada Diamantina, liegt eine flache Decke von nach-alt-präkambrischen Formationen, einerseits Quarzite, die erdgeschichtlich den Quarziten des Espinhaço-Gebirges entsprechen, am Westrand verfault sind und dem Espinhaço-Zug im weiteren Sinn zugeordnet werden können und nach Osten hin flach liegen (Chapada Diamantina), und andererseits in dem eingesunkenen Salitre-Becken Bambui-Kalk. Die Quarzite der Chapada Diamantina bezeugen, daß – anders als in der Westhälfte des Kraton – dessen Osthälfte schon zur Minas-Zeit relativ tief lag, so daß die von Westen kommende Sandschüttung sich flächenhaft weit gegen Osten ausbreiten konnte.

Der São Francisco-Kraton ist in seinem inneren Bau relativ gut bekannt. Das ist nicht der Fall bei dem ausgedehnten, ebenfalls alt- bis mittel-präkambrisch konsolidierten Kraton in Nordbrasilien, dem *Amazonas-Kraton*, der den weiten, vom Xingu, Tapajós und Aripuanã durchflossenen und entwässerten Raum südlich des Amazonas und den Raum nördlich des Amazonas bis Guiana umfaßt. Erst jüngste, mit modernen technischen Hilfsmitteln durchgeführte Aufnahmen haben endgültig bestätigt, daß es sich um einen alt-präkambrischen Block handelt, dessen östlicher und nördlicher Abschnitt Alterswerte um 2 Milliarden Jahre zeigt und vorherrschend SE-NW-Streichen der Strukturen hat. Die westlich des Tapajós liegenden Abschnitte scheinen etwas jünger zu sein mit Alterswerten um 1,5 Milliarden Jahren. Ein Streifen westlich des Tapajós zeigt ebenfalls SE-NW-Streichen, während der west-

lichste Abschnitt (Rondonia) sich durch vorherrschendes N-S-Streichen abhebt. Das Roraima-Plateau im Norden, der Gorotire-Komplex im Raum des mittleren Xingu, der Beneficiente-Komplex im Bereich des mittleren Tapajós werden von quarzitischen, intensiv von Vulkaniten durchsetzten Molasse-ähnlichen Deckformationen des Alt-Präkambriums aufgebaut.

Auch der Amazonas-Kraton wird im S und E von einem jungpräkambrischen Orogen-Zug umgürtet, der aus dem Raum von Cuiabá, der Hauptstadt von Nord-Mato Grosso in östlicher Richtung über das Quellgebiet des Xingu bis zum Araguaya hin verläuft und hier dem Araguaya folgend in nördlicher Richtung weiterzieht bis zum Zusammenfluß von Araguaya und Tocantins, wo er unter die Sedimentdecke des Maranhão-Beckens untertaucht. Der Westrand des Amazonas-Kratons ist nicht bekannt, er ist in der subandinen Vortiefe niedergebrochen und von jungen Aufschüttungen verhüllt.

Im Raum von Cuiabá schwenkt die jung-präkambrische Orogenzone in südliche Richtung ab und verläuft, großenteils niedergebrochen und von jungen Paraguay-Aufschüttungen verhüllt zum Bodoquena-Gebirge in Süd-Mato Grosso. Dieser lang gestreckte, sigmoidal geschwungene jung-präkambrische Orogen-Zug vom Bodoquena-Gebirge über Cuiabá bis zum Araguaya-Tocantins wird als *Paraguay-Araguaya-Orogen* bezeichnet. Der Raum westlich des Paraguay-Astes dieses Orogens wird heute von der Paraguay-Niederung eingenommen, die in den Gran Chaco sich fortsetzt und der subandinen Vortiefe im weiteren Sinn zugehört. Das Präkambrium ist hier tief eingebrochen und von jungen Aufschüttungen verhüllt. Die herausgehobene Scholle der flach liegenden Corumbá-Kalke und die bis zu 1000 m Meereshöhe herausgehobenen ebenfalls flach liegenden Schollen der Urucum-Tafelberge, sowie eine alt-präkambrische Scholle am Westrand des Bodoquena-Gebirges zeigen, daß hier ein heute tief versenkter, alt-präkambrischer Kraton im Untergrund angenommen werden muß, dem wohl auch das Kristallin von Ost-Bolivien angehört und dessen Ostrand vom Paraguay-Orogen umsäumt wird.

Der weite Raum zwischen dem Paraguay-Araguaya- und dem Brasilia-Orogen ist in seinem größeren südlichen Abschnitt von der Sedimentdecke des Paraná-Beckens verhüllt. In dem schmälern und kleineren nördlichen Abschnitt – es ist im wesentlichen der Raum des Staates Goiás – ist das Präkambrium entblößt. Westlich des jungen Brasilia-Orogens liegt hier eine N-S streichende Orogen-Zone von Minas-Alter, die von F. de ALMEIDA als *uruacuanisch* bezeichnet wird, und westlich dieser ist ein schmaler alt-präkambrischer Zwickel vorhanden, der im Süden unter die Sedimentdecke untertaucht. Da in São Paulo zwischen Apiaí- und Brasilia-Orogen ebenfalls ein alt-präkambrischer Komplex liegt, der unter die Paraná-Decke eintaucht, darf man vielleicht vermuten, daß im Untergrund der Nordhälfte des Paraná-Beckens ebenfalls ein heute tief versenkter alt-präkambrischer Block liegt.

Nach Norden taucht, wie schon erwähnt das Brasilia-Orogen, in NE-Richtung abschwenkend unter die Sedimentdecke des Maranhão-Beckens unter und erscheint östlich davon wieder als *Riacho do Pontal-Komplex* wieder. Dieser scharf sich mit dem Sergipe-Orogen. Die Verhältnisse im einzelnen sind noch nicht geklärt, da alle Strukturen von dem *Pernambuco-Lineament* abgeschnitten sind, an dem starke junge Transversal-Verschiebungen stattgefunden haben. Nördlich des Lineamentes setzen die jungen Orogene fort und verlaufen, fächerförmig aufspaltend und kleine alte Kerne umsäumend, durch Nordost-Brasilien.

Süd-Brasilien ist fast zur Gänze von der Sedimentdecke des Paraná-Beckens gekennzeichnet. Das Präkambrium tritt nur in dem schmalen Streifen des Küstengebirges von Santa Catarina und einem mäßig breiten Kristallinstreifen entlang der Küste von Rio Grande do Sul, der sich nach Uruguay fortsetzt, zutage. Im Küstengebirge von Santa Catarina ist zwischen einem alt-präkambrischen Block im Norden, im Raum von Joinville, und einem ebensolchen im südlichen Santa Catarina ein jung-präkambrischer, SW-NE streichender jung-präkambrischer Orogen-Zug eingeschaltet, im Raum von Blumenau und Brusque, der an der Atlantik-Küste abgeschnitten ist – seine Fortsetzung liegt im Damara-Orogen in SW-Afrika – und im W unter die Paraná-Decke eintaucht. Seine, in südliche Richtung abbiegende Fortsetzung erscheint in Rio Grande do Sul, als *Porongos-Zug* und läßt sich als *Lavalleja-Zug* nach Uruguay weiterverfolgen. Über das Präkambrium im Untergrund der Südhälfte des Paraná-Beckens weiß man nichts.

©ZooL Der Bauplan des präkambrischen, brasilianischen Blockes ist somit gekennzeichnet durch das Vorhandensein einiger großer alt- bis mittel-präkambrioch konsolidierter Blöcke – Amazonas-Kraton, São Francisco-Kraton und vielleicht ein weiterer im Untergrund des Nordabschnittes des Paraná-Bekkens –. Sie waren im Jung-Präkambrium durch relativ schmale, langgestreckte, mobile Geosynklineal-Streifen voneinander getrennt, von denen aus weit gespannte Epikontinentaltransgressionen diese Blöcke z. T. überfluteten. Gegen Ende des Präkambrium wurden durch eine allgemeine Gebirgsbildung diese Geosynklinealtröge verfalzet – es ist dies die *Assyntische Orogenese*, die in Brasilien als die *Brasilianische* bezeichnet wird. Dadurch werden die alten Blöcke endgültig miteinander verschweißt und der Brasilianische Block als ganzer endgültig konsolidiert. Es ist der gleiche Bauplan, der auch das Präkambrium Afrikas kennzeichnet. Afrika und Südamerika bildeten eine unmittelbar zusammenhängende endgültig konsolidierte Einheit. Spät- und nach-orogene Bewegungen, Granitisierungen und Granit-Intrusionen, sowie die Bildung nach-orogener Molasse-Formationen (*Camaquã-Formation* in Rio Grande do Sul, *Guaratubinha-Formation* in Paraná, *Estancia-Formation* in Sergipe, *Jaibas-Formation* in Ceará u. a.) reichen noch in kambrische Zeiten hinein.

Die nach-präkambrioch Entwicklung des Brasilianischen Blockes

Die nach-präkambrioch Entwicklung vollzieht sich in zwei sich deutlich voneinander abhebenden Etappen, deren erste das gesamte Paläozoikum und das ältere Mesozoikum, deren zweite das jüngere Mesozoikum bis zur Gegenwart umfaßt.

Die sehr langdauernde ältere Etappe ist gekennzeichnet dadurch, daß als Folge der endgültigen Konsolidierung im Zug der Assyntischen Orogenese der heutige, selbständige Brasilianische Block im unmittelbaren Zusammenhang mit dem afrikanischen Block stand, daß man also nicht von einem brasilianischen Block, sondern von einer afro-brasilianischen Einheit als Teil des Gondwana-Großkontinentes sprechen sollte. Im Westen lag die während dieses ganzen Zeitraumes mehr oder weniger vollständig überflutete andine Zone, dem Randbereich eines Ur-Pazifik, während nach Osten der Kontinentalraum sich weithin ausdehnte.

Abgesehen von den mehr oder weniger nur lokal verbreiteten nach-orogenen Molasse-ähnlichen Bildungen, die nach absoluten Altersbestimmungen z. T. kambrisches Alter haben, liegen aus dem *Kambrium* und *Ordovicium* keine eindeutigen Zeugnisse vor. Es hat, soweit man feststellen kann, in diesem Zeitraum Abtragung und eine weiträumige Einebnung der Oberfläche stattgefunden. Mit gutem Grund kann man auch annehmen, daß diese eingebnete Oberfläche nur schwach vom westlichen Ozean landeinwärts anstieg. Das hatte zur Folge, daß nur geringfügige epirogene Bewegungen und weiträumige epirogene Wellungen zu weit gespannten, flachmeerischen Epikontinental-Transgressionen führen konnten. Solche kennzeichnen das *Silur* und *Devon*. Die Mächtigkeiten sowohl im Silur wie auch im Devon bleiben gering und variieren nur geringfügig. Die Auflagerungsfläche zeigt überall, wo sie zu beobachten ist, einen eingebneten Untergrund. Die Fazies ist neritisch oder litoral. Sandige und tonige Fazies herrscht allgemein. Kalkfazies fehlt. Es waren, wie auch der Fossilinhalt bestätigt, kühle Meere.

Die *Silur-* und die *Devon-Transgression* kam aus dem zentralandinen, bolivianischen Raum. Die Silur-Transgression dehnte sich über Nord-Mato Grosso und Goiás in das Maranhão-Piauí-Becken aus und weitete sich hier im Norden westwärts über den Amazonas-Kraton aus. Die Silurdecke ist im Maranhão-Becken, in der heutigen Amazonas-Rinne und einigen wenigen Erosionsrelikten in Goiás noch erhalten. Die Devon-Transgression nahm den gleichen Weg über Goiás, überflutete aber – nach Ausweis von Erosionsrelikten – fast ganz Nord-Ost-Brasilien und weitete sich ebenfalls weithin über den Amazonas-Kraton gegen Westen aus. Von Nord-Mato-Grosso, wo ausgedehnte Devondecken erhalten geblieben sind, dehnte sich die Devon-Transgression aber auch nach Südosten durch das Paraná-Becken aus. Die Sandschüttung kam nach den sedimentologischen Analysen, wie nicht anders zu erwarten war, von Osten aus dem Inneren des afro-brasilianischen Kontinentes. Auch die aus der Kreuz-

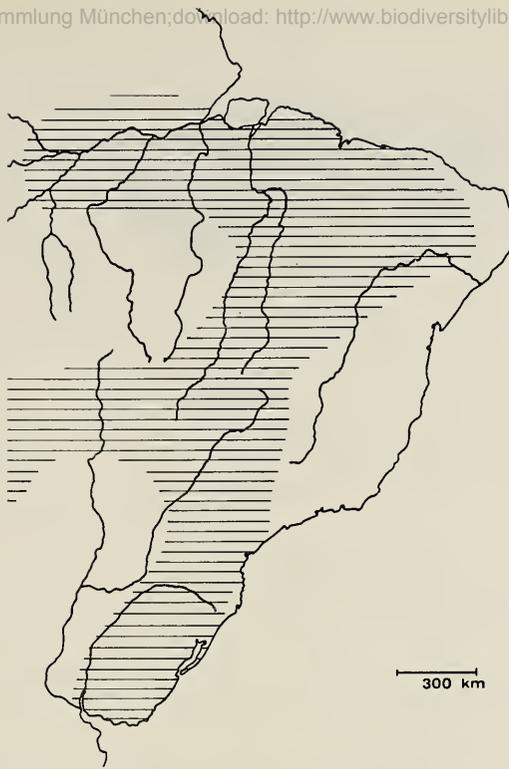


Abb. 3: Ungefähre Ausdehnung der devonischen Epikontinental-Transgression.

schichtung zu rekonstruierenden Wasserströmungen beweisen den Kontinent im Osten. Die Silur- und Devon-Vorkommen von Paraguay fügen sich dem Gesamtbild gut ein. Der Fossilinhalt von Silur und Devon in Bolivien, in Nordbrasilien, in Mato Grosso, in Paraguay, sowie in Paraná und Uruguay bestätigt, daß dieser ausgedehnte neritische Meeresraum auch zoogeographisch eine Einheit bildet.

Nach der Regression des Devonmeeres während des Oberdevon bleibt im Maranhão-Becken ein schwach absinkender binnenkontinentaler Senkungsraum erhalten, dokumentiert durch wenig mächtige terrestrische Ablagerungen mit gelegentlichen Kohlenschmitzen, während weiter im Westen (Amazonas-Raum) erst verzögert, nach einer Schichtlücke terrestrische Sedimentation wieder einsetzt. Im *Oberkarbon* stößt von Westen aus dem nordandinen Raum (Kolumbien) eine Transgression in den Amazonas-Raum vor, die mit episodischen Vorstößen auch das Maranhão-Becken erreicht, wo eine vorwiegend terrestrische Folge einige marine Einschaltungen zeigt. Terrestrische Sedimentation setzt im Maranhão-Becken während des Perm und bis in die Trias hinein fort. Eine eindeutige stratigraphische Gliederung in den monotonen, meist sandigen und fossiliferen Folgen ist bis heute noch nicht erreicht. Aus dem Amazonasraum zieht sich das Meer während des Perm nach Westen zurück. Es bleiben noch einige Restbecken erhalten, in denen mächtige Evaporitfolgen sich abgelagern.

Damit schließt die Entwicklung des *paläozoischen Amazonas-Beckens* ab. Aus der Tatsache, daß die paläozoischen Folgen Nordbrasilens, abgesehen vom Maranhão-Becken, auf die heutige Amazonas-Niederung beschränkt sind, hat man die Vorstellung eines paläozoischen Amazonas-Beckens abgeleitet und dieses als Vorläufer des heutigen Amazonas-Beckens angesehen. Man hat gelegentlich sogar von einer Art paläozoischer Amazonas-Geosynklinale gesprochen. Es handelte sich aber um epi-

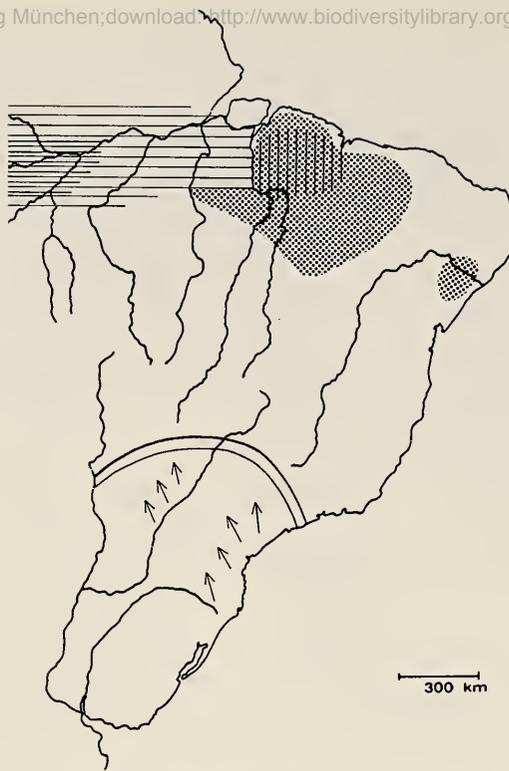


Abb. 4: Jung-Paläozoikum auf dem Brasilianischen Block. Horizontal schraff.: Oberkarbon-Transgression. Eng horizontal schraff.: Evaporitisches Restbecken. Vertikal schraff.: Episodische Meeresvorstöße in das Maranhão-Becken. Punktiert: Festländische Ablagerungen des Jung-Paläozoikums. Doppellinie: Ungefähre Nordgrenze des Gondwana-Inlandeises. Pfeile: Strömungsrichtung im Gondwana-Inlandeis.

sodische Epikontinental-Transgressionen, die nicht auf den schmalen Streifen der heutigen Amazonas-Rinne beschränkt waren. Vereinzelt Erosionsrelikte außerhalb der Amazonas-Rinne bezeugen eine ursprünglich ausgedehntere paläozoische Decke, die in der Hauptsache durch Erosion wieder entfernt wurde und nur in der Einbruchzone der heutigen Amazonas-Rinne noch im Zusammenhang erhalten geblieben ist. Die paläozoische Entwicklung war mit dem Perm endgültig abgeschlossen. Sie ist kein Vorläufer der heutigen Amazonas-Rinne.

Völlig anders ist das *Jungpaläozoikum in Südbrasilien* entwickelt. Nach dem Rückzug des Devonmeeres erfolgten schwache epirogene Hebungen, so daß keine Sedimentation mehr statthatte. Der ganze Raum war wohl schwach gegen W und NW abgedacht. Im Oberkarbon drang von Südwest-Afrika das *gondwanische Inlandeis* vor. Es sind vier große Eisvorstöße zu erkennen, die mit vorherrschenden Strömungsrichtungen von S nach N und SE nach NW bis nach São Paulo und Mato Grosso sich ausdehnten. Die Glazialhorizonte sind durch Interglazial-Formationen voneinander getrennt. Gelegentliche Meeresvorstöße in den Interglazial-Phasen kamen von S und vom W. In den randlichen Aufschüttungsgebieten kann die Glazialfolge Mächtigkeiten bis fast 1000 m erreichen. Nach dem endgültigen Abschmelzen des Gondwana-Inlandeises blieb der gesamte Raum, schwach gegen W und NW abgedacht ein weitgespanntes Niederungsland mit terrestrischer Sedimentation und ausgedehnten Binnenbecken, die infolge gelegentlicher Meereseinbrüche z. T. wohl brackisch waren. In diesen entwickelte sich eine endemische Molluskenfauna. Daneben sind in der gesamten Schichtfolge Concho-

stracien häufig und sehr verbreitet. Während des Perm klingt diese postglaziale Sedimentation aus, wohl infolge schwacher Hebung des Gesamttraumes.

Die Sedimente der *permischen Post-Glazial-Folge (Passa Dois-Serie)* deuten ein kühl humides Klima an. Gleiches gilt auch für die Permfolge des Karroo-Beckens in Südafrika. Während der Trias wird das Klima wärmer und die Obertrias zeigt in Südafrika mit dem äolischen Stormberg-Sandstein ein warm arides Klima an. Die gleiche Entwicklung vollzieht sich auch in Südbrasilien. Über der permischen Passa Dois-Serie liegt der äolische *Botucatu-Sandstein* obertriassischen Alters, das durch die Saurierfauna der Santa Maria-Schichten in Rio Grande do Sul bewiesen wird. Zwischen der Passa Dois-Serie und dem Botucatu-Sandstein liegt somit eine erhebliche Schichtlücke. Da beide Formationen flach liegen, ist eine eigentliche Diskordanz nicht erkennbar.

Im ausgehenden Paläozoikum klingt die Ablagerungsfolge aus. Die *Trias* ist nur durch die wenig mächtigen festländischen Ablagerungen im Maranhão-Becken und den Botucatu-Sandstein in Südbrasilien dokumentiert. Die *Jura-Periode* ist in der Sedimentdecke über dem Grundgebirge überhaupt nicht vertreten. Offenbar hat nach den langen paläozoischen Zeiträumen, während derer die Oberfläche des späteren brasilianischen Blockes nur wenig über dem Meeresspiegel lag und im Zug schwacher epirogener Bewegungen immer wieder episodisch überflutet wurde, im älteren Mesozoikum eine etwas stärkere epirogene Hebung eingesetzt. Abgesehen von festländischen Umlagerungsprodukten mäßiger Mächtigkeit fehlen Ablagerungsfolgen.

Diese Situation ändert sich durchgreifend im jüngeren Mesozoikum, von der Wende Jura/Kreide an mit einer Aktivierung des geologischen Geschehens im Zusammenhang mit dem Aufreißen einer zum Süd-Atlantik sich weiterbildenden Spalte, welche die alte afro-brasilianische Einheit in einen südamerikanischen und afrikanischen Block aufteilt.

Die neue Aktivität setzt ein mit einem gewaltigen *basischen Effusiv-Vulkanismus*. Im Untergrund der Amazonas-Rinne wurden zahlreiche SSW-NNE streichende, z. T. über 100 km lange und bis zu 200 m dicke Diabasgänge festgestellt, die sich oft in Diabasdecken ausweiten. Nach radiometrischen Altersbestimmungen sind sie triassisch bis jurassisch. Sie bestätigen, daß ein Amazonas-Becken im heutigen Sinn nicht bestand, das Amazonas-Paläozoikum also mit dem heutigen Amazonas-Becken nichts zu tun hat. Im Maranhão-Becken ist eine ausgedehnte Basaltdecke vorhanden, nach radiometrischen Altersbestimmungen von jurassischem Alter. Zahlreiche Diabasgänge in ihrem weiteren Umkreis zeigen eine ursprünglich viel größere Ausdehnung an. Im Espinhaço-Gebirge haben radiometrische Altersbestimmungen an vielen dort vorkommenden, post-tektonischen Diabas-Gängen ebenfalls jurassisches Alter nachgewiesen. Vielleicht bestand auch dort eine heute durch Abtragung entfernte Basaltdecke. Die gewaltigsten Ergüsse kennt man im Paraná-Becken: Die dort vorkommende Basaltdecke erreicht örtlich fast 2000 m Mächtigkeit; ihre Ausdehnung ist größer als die Bundesrepublik. Das Volumen der ausgeflossenen Lava-Mengen wird auf 650 000 km³ geschätzt. Man darf vermuten, daß die Basaltdecke aus einigen sehr breiten, flachen Schildvulkanen entstanden ist. Diese sind danach infolge der gewaltigen Auflast isostatisch eingesunken. Erst dadurch ist die breite flache Schüssel des heutigen Paraná-Beckens entstanden. Die Ergüsse des Paraná-Beckens setzten im obersten Jura ein und gingen während des gesamten Neokom weiter.

Diese gewaltigen basischen Lava-Ergüsse ordnen sich vom Amazonas- bis zum Paraná-Becken in einem großen, ungefähr der heutigen Atlantik-Küste parallelen Bogen an. Die vulkanische Aktivität war fast ganz effusiv. Das deutet eine Zerrbeanspruchung an. Es wurden in dieser Zone zahlreiche Spalten aufgerissen. Durch sie konnte dünnflüssige Lava aus großen Tiefen aufdringen und an der Oberfläche deckenförmig auseinanderfließen. Die ausgedehnte Spaltenbildung entwickelte sich nicht zur Süd-Atlantik-Spalte weiter. Die Lava-Füllung der Spalten und vor allem die ausgedehnten Lavadecken verschweißten und versiegelten nach ihrer Erstarrung die Zerrzone rasch und endgültig. Die Zerrbeanspruchung aber bestand nach wie vor. Als Folge davon riß unmittelbar östlich des Bogens der großen Basalt-Ergüsse und Diabas-Spalten an der Wende Jura/Kreide eine neue Spalte auf, die zur Bildung eines N-S verlaufenden Grabensystems führte. In ihm fehlen Lava-Ergüsse. Doch wurde in den stark absinkenden Zerrgräben das aus den östlich und westlich von ihnen liegenden Kontinentalschollen her-

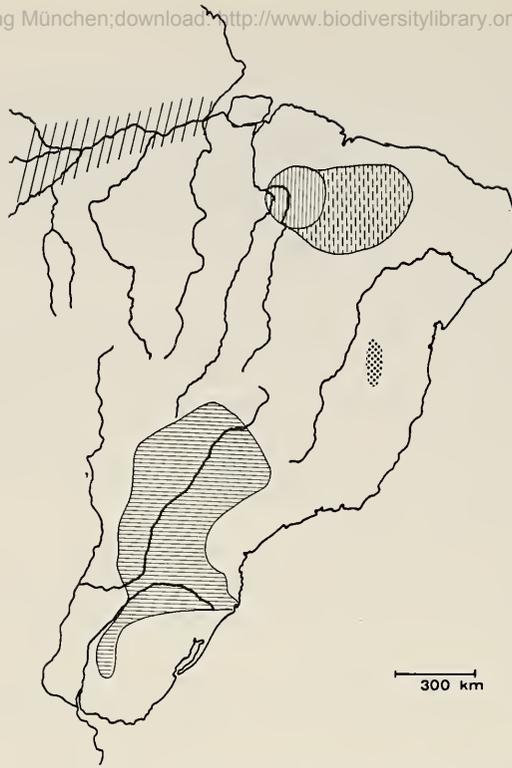


Abb. 5: Basischer Effusiv- und Intrusiv-Vulkanismus des Mesozoikums. Kräftige Schräglinien: Gebiet der Diabas-Gänge im Amazonas-Gebiet. Vertikal schraffiert: Basaltdecke des Maranhão-Beckens. Vertikal gestrichelt: Gebiet der Diabasgänge im Maranhão-Becken, vermutl. ursprüngliche Ausdehnung der Basaltdecke. Horizontal schraffiert: Basaltdecke des Paraná-Beckens. Punktiert: Gebiet der Diabas-Gänge im Espinhaço-Gebirge, die vermutlich in den gleichen Zusammenhang gehören.

angeführte Material abgelagert, so daß rasch eine mächtige sedimentäre Grabenfüllung entstand, an der Ausdehnung, Verlauf und Entwicklung des Grabensystems abgelesen werden kann. Der untere, Mächtigkeiten bis zu 5000 m erreichende Abschnitt der Grabenfüllung, besteht aus vorwiegend sandigen und tonigen, gelegentlich auch mergeligen Ablagerungen, deren tiefste Horizonte noch in den obersten Jura gehören und die nach oben bis in das Apt hineinreichen, in der Hauptsache also das Neokom umfassen. Der Fossilinhalt, in dem Süßwasser-Ostracoden vorherrschen, neben denen untergeordnet auch Mollusken und in einzelnen Horizonten auch Fische vorkommen, ermöglicht die stratigraphische Gliederung und dokumentiert, daß es sich um Süßwasserbildungen, d. h. also um ein intrakontinentales Grabensystem handelt, das nicht zum Ozean geöffnet war. Der ganze Komplex wird unter der Bezeichnung *Recôncavo-Serie* zusammengefaßt. Die Formationsfolge findet sich entlang der brasilianischen Atlantik-Küste von Espírito Santo, Bahia, Sergipe und Alagoas, sowie in dem von Salvador in nördlicher Richtung zum Rio São Francisco hinziehenden *Recôncavo-Tucano-Graben*. An der afrikanischen Atlantik-Küste von Angola und Gabun finden sich in den dortigen Kreide-Küstenbecken völlig übereinstimmende Neokomfolgen, in denen die gleichen Süßwasser-Ostracoden wie in den brasilianischen Küstenbecken vorkommen. Der afrikanische und brasilianische Kontinentalblock lagen also noch unmittelbar zusammen und waren nur durch das intrakontinentale Grabensystem zerschnitten. Dieser Neokom-Graben endigte im Norden im südlichen Pernambuco, auf der afrikani-

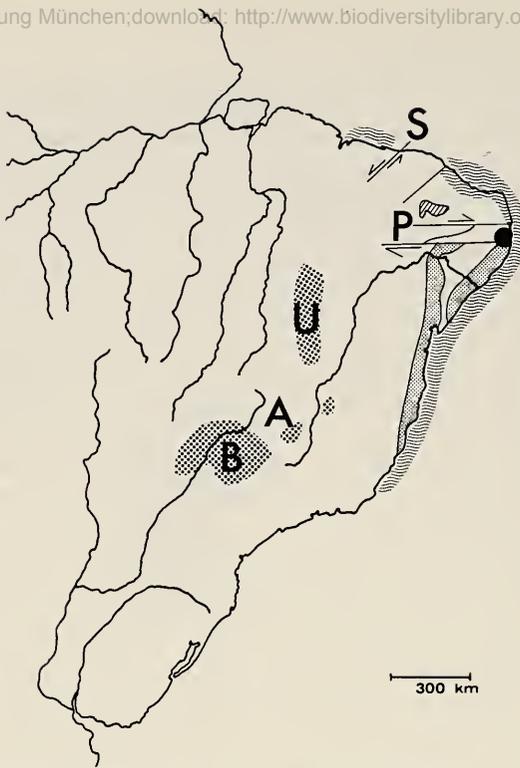


Abb. 6: Kreide in Brasilien. Fein punktiert: Neokome Grabenzone. Schrägschraff.: Araripe-Plateau mit der Santana-Formation (Apt). Horizontal Wellenschraff.: Marine Oberkreide. Grob punktiert: Kretacische Binnenbecken (B Bauru-Form., A Areado-Formation, U Urucuia-Sandstein). Schwarz: Vulkan-Komplex von Cabo. Kräftige schwarze Linien: Hauptstörungen mit Transversalverschiebung in Nordost-Brasilien (P Pernambuco und Paraíba-Lineament, S Pedro Segundo-Sobral-Störung).

einer Dinosaurier-Fauna ab. Eine festländische Decke von Kreidesandstein liegt auch im São Francisco-Becken (*Urucuia-Sandstein*). Außerhalb dieser Beckenräume aber herrschten Hebungsbewegungen vor, die sich in Etappen vollziehen. Das Großrelief des Brasilianischen Blockes kennzeichnet sich daher durch verschieden hoch liegende Einebnungs- und Rumpfflächen, die sich weithin verfolgen lassen. Die älteren, höher liegenden Rumpfflächen sind mehr oder weniger stark durch die Erosion zerschnitten und aufgelöst. Dank dieser jungen, z. T. recht erheblichen Hebungen zeigt der Brasilianische Block ein jugendliches und unausgeglichenes Oberflächenrelief, was sich in den zahlreichen, z. T. großen Wasserfällen abbildet. Im Rahmen dieser jungen, epirogenen Tektonik, der sich auch eine kräftige Bruchtektonik vergesellschaftet und an der bis ins Quartär hinein Bewegungen nachweisbar sind, hat sich das heutige, z. T. recht eigenartige Züge aufweisende Flußnetz herausgebildet. Flußverlagerungen, Flußumkehrungen, z. T. recht erhebliche Einengungen, bzw. Ausweitungen der Einzugsgebiete der großen Flußsysteme spielen offenbar dabei eine recht erhebliche Rolle. Die Erforschung dieser jungen tektonischen und geomorphologischen Entwicklung Brasiliens und seines Gewässernetzes ist bis heute noch kaum in Angriff genommen.

Das Reisewerk von SPIX & MARTIUS – Reise in Brasilien in den Jahren 1817–1820, 3 Bände, München 1823–1831 – ist 1966 im Verl. Brockhaus, Stuttgart, in einem unveränderten Neudruck neu herausgebracht worden, den K. MÄGDEFRAU besorgt hat.

Die ältere Literatur zur Geologie Brasiliens (bis 1970) ist zusammengestellt in K. BEURLLEN, Geologie von Brasilien, Verl. Bornträger, Berlin-Stuttgart, 1970.

Im folgenden sind nur einige wenige, neuere Arbeiten von allgemeinerer Bedeutung angeführt, die ausführliche Literaturangaben enthalten.

ALMEIDA, F. F. M., 1977: O Craton de São Francisco. – Rev. Bras. de Geociências, 7, 349–364

— — HASUI, Y., BRITO NEVES, B. B. e FUCK, R. A., 1981: Brazilian structural provinces. An introduction. – Earth Science reviews 17, 1–29. Elsevier Scientif. Publ. Comp.

ANDRADE, C. A. C. & CUNHA, F. M. B., 1971: Revisão geológica da bacia paleozóica do Amazonas. – Soc. Brasil. Geol. An. d. XXV. Congr. São Paulo, 3, 93–112

BASEI, M. A. S., 1978: O vulcanismo ácido-intermediário na região amazônica. – Soc. Brasil Geol. An. d. XXX. Congr. 6, 2400–2422 – Recife.

GAMA, Jr., Erc., 1979: A sedimentação do grupo Passa Dois (exclusive formação Irati): Um modelo geomórfico. – Rev. brasil Geociências, 9, 1–16

HASUI, Y., ALMEIDA, F. F. M. & BRITO NEVES, B. B., 1978: As estruturas brasileiras. – Soc. Brasil. Geol. An. d. XXX. Congr., 6, 2423–2437 – Recife.

INDA, H. A. V. & BARBOSA, J. F., 1978: Mapa geológico do Estado da Bahia, 1:1 000 000 e texto explicativo. – Gov. Est. d. Bahia, Coorden. Produção Mineral. – Salvador.

MABESOOONE, J. M. & CASTRO, C., 1975: Desenvolvimento geomorfológico do Nordeste brasileiro. – Soc. Brasil. Geol. Núcleo do Nordeste, 3, 5–36

— — & FÚLFARO, V. J. & SUGUIO, K., 1981: Phanerozoic sedimentary sequences of the South American Platform. – Earth Sci. reviews, 17, 49–68. – Elsevier Scientif. Publ. Comp.

MARINI, C. J., FUCK, R. A., DARDENNE, M. A. & TEIXEIRA, N. A., 1978: Dobramentos da borda oeste do craton São Francisco. – Soc. Brasil. Geol. Núcleo da Bahia, Publ. espec. nro. 3, 155–204 – Salvador

REZENDE, W. M., 1971: Mecanismo de intrusões de diabásio nas bacias paleozóicas do Amazonas e do Maranhão. – Soc. Brasil. Geol. An. d. XXV. Congr. São Paulo, 3, 123–137

WERNICK, E., 1981: The Archean of Brazil. – Earth Science Reviews, 17, 31–47. Elsevier Scientif. Publ. Comp.

— — HASUI, Y., BRITO NEVES, B. B., 1978: As regiões de dobra mentos nordeste e sudeste. – Soc. Brasil. Geol. An. d. XXX Congr. 6, 2493–2507 – Recife

Anschrift des Autors:

Prof. Dr. Karl Beurlen,

Gartenstr. 137, D-7400 Tübingen

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Spixiana, Zeitschrift für Zoologie, Supplement](#)

Jahr/Year: 1983

Band/Volume: [009](#)

Autor(en)/Author(s): Beurlen Karl

Artikel/Article: [Geologischer Bau und erdgeschichtliche Entwicklung des Brasilianischen Blockes 49-61](#)