

Geologie und Lagerstätten Moçambiques – ein Überblick

VOLAND, B., Freiberg

Veröffentlichung Nr. 1295 der Bergakademie Freiberg, Sektion Geowissenschaften, Wissenschaftsbereich Geochemie/Mineralogie

Vorbemerkung

Die sich vertiefende Zusammenarbeit der Bergakademie Freiberg mit der Geologischen Fakultät der Universität „Eduardo Mondlane“ in Maputo war Veranlassung zu einer etwas umfassenderen Beschäftigung mit der Geologie Moçambiques. Die Befahrung der bedeutendsten Lagerstätten, ermöglicht durch die Regierung des Landes und die Universität „Eduardo Mondlane“, unterstützte dieses Vorhaben.

Angeregt durch den Dekan der Geologischen Fakultät der Universität Maputo, soll der vorliegende Artikel einen Überblick über die bisher veröffentlichten Kenntnisse der Geologie und der Lagerstätten des Landes geben.

Geschichte der geologischen Erkundung Moçambiques

Die geologische Erforschung des Territoriums von Moçambique läßt sich in mehrere Etappen gliedern. Bereits in der präkolonialen Zeit kannten die Völker des alten Königreiches Monomotapa (Chona-Periode, 1325 bis 1600) eine relativ fortgeschrittene Technik der Prospektion auf die Metalle Gold und Kupfer. Es ist nicht verwunderlich, daß in der kolonialen Etappe die Kenntnis über Goldvorkommen zunächst Araber und danach Portugiesen und andere europäische Kolonisatoren veranlaßte, sich dieser Bodenschätze zu bemächtigen.

Die positiv verlaufenden Expeditionen von Vasco Fernandes Homem und von Francisco Barreto im Jahr 1573 führten zur Errichtung der ersten portugiesischen Basen im Innern des Landes, insbesondere im Tal des Sambesi. Durch die Expeditionen des Serpa Pinto, Roberto Ivens und Jorge Capelo wurden die ersten Goldvorkommen des sogenannten „Gold-Belt“ von Simbabwe und Moçambique aufgefunden. Die koloniale Gesellschaft „Companhia de Moçambique“ nutzte die durch die Entdeckung dieser Lagerstätten und der von Kimberley und Witwatersrand erweckten Hoffnungen Hunderter von Abenteurern zu ihrer Ansiedlung in Moçambique. Sie leisteten einen Beitrag zur geologischen Kenntnis der Region von Manica (NUNES 1967). Die durch diese Mineralsucher eingeleitete empirische Phase der geologischen Erkundung wird etwa zu Beginn des 19. Jahrhunderts durch systematischere geologische Arbeiten abgelöst, deren Ergebnisse FREIRE DE ANDRADE (1896) zusammenfaßte. Diese 2. Phase innerhalb der kolonialen Etappe der geologischen Erforschung Moçambiques

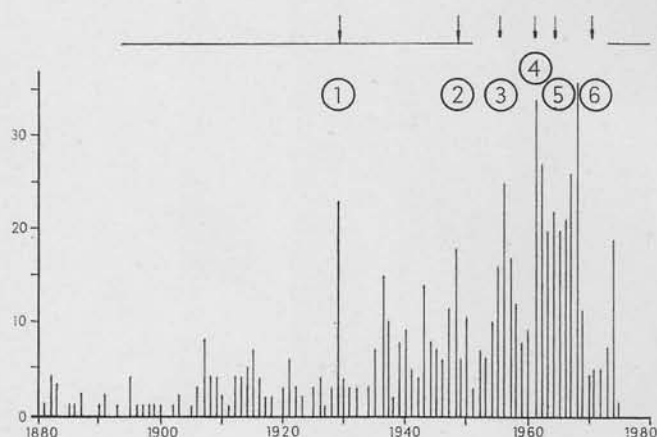


Abb. 1. Anzahl der jährlichen Publikationen zur geologischen Erforschung Moçambiques

Wichtige Daten (Zahlen in Kreisen): 1 – 1928: Gründung des Geologischen Dienstes von Moçambique; 2 – 1948: Brigaden zur Förderung des Bergbaus, 1948 Gulf Oil; 3 – 1955: Beginn der Erkundungsarbeiten der Firma E. J. LONGYEAR; 4 – 1961: Gründung der Geologischen Brigaden; 5 – 1963/64: Geologische Arbeiten zum Cahora Bassa Projekt; 6 – 1970–1974: Tätigkeit der französischen Firma „Bureau de Recherches Geologiques et Minières“

wird erst 1928 mit der Gründung des Geologischen Dienstes von Moçambique (Servicos de Geologia e Minas de Moçambique) abgelöst. Ein Anstieg der Zahl publizierter Arbeiten in dieser 3. Phase (siehe Abb. 1) verdeutlicht die wirksame Arbeit des Geologischen Dienstes von Moçambique bis zum Jahre 1948. In dieser 3. Phase wurden die Karroo-Kohlebecken der geologischen Untersuchung unterzogen (BORGES 1935), die systematische Kartierung begonnen (FREITAS 1934) und petrologisch-lagerstättenkundliche Arbeiten in der mineralreichen Provinz Tete realisiert. Mit dem Jahr 1948 beginnt eine weitere Intensivierung der geologischen Arbeiten in Moçambique. Zum einen wurden die Brigaden zur Förderung des Bergbaus gegründet, die vor allem die Goldlagerstätten von Macanga (Provinz Tete), Glimmerlagerstätten, Lagerstätten der Niassa-Provinz und die Lagerstätten radioaktiver Minerale, des Kupfers, des Korunds und des Eisens in der Provinz Tete studieren sollten (AFONSO 1976). Zum anderen setzte 1948 eine intensive Prospektionstätigkeit internationaler Gesellschaften ein, unter denen die Gulf Oil Co. herausragte. Wie nicht anders zu erwarten, kommt deren Tätigkeit nicht in Publikationen zum Ausdruck. Im Jahr 1955 wurde die Firma E. J. Longyear Co. durch die portugiesische Regierung beauftragt, die Provinz Tete und die Region Alto Ligonha geologisch zu erkunden. Damit wurden die

Eingang des Manuskripts in der Redaktion: 15. 8. 1980

seit dem 2. Weltkrieg in Produktion stehenden Pegmatitlagerstätten einer genaueren Untersuchung unterzogen. Einen wichtigen Impuls erhielt die geologische Erforschung Moçambiques im Jahre 1961 mit der Bildung der Geologischen Brigaden im Rahmen des II. Entwicklungsplanes, wobei die Provinzen Manica und Sofala nach modernen geologischen Gesichtspunkten untersucht wurden. Einen nicht unbedeutenden Einfluß auf die geologischen Arbeiten nahm etwa Mitte der 60er Jahre das typisch koloniale Entwicklungsprojekt, das die Ansiedlung von einhunderttausend Portugiesen im Sambesi-Gebiet zur Erhaltung des weißen Einflusses im Süden Afrikas vorsah und in dessen Rahmen der Cahora Bassa Staudamm gebaut und 1975 fertiggestellt wurde. Der Versuch, koloniale Strukturen zu erhalten, führte zur Intensivierung geologischer Arbeiten, was sich auch in einer Zunahme von Publikationen widerspiegelte.

Von 1970 bis 1974 führte die französische Firma B. R. G. M. (Bureau de Recherches Geologiques et Minières) geologische Studien auf der Basis von Luftbildern insbesondere in den Nordprovinzen durch und legte in kurzer Zeit 12 Karten im Maßstab 1:250 000 (Abb. 2) vor.

Mit dem Sieg der FRELIMO über die portugiesische Kolonialarmee im Jahre 1975 und dem Beginn der volksdemokratischen Revolution in Moçambique ist auch die koloniale Etappe der geologischen Erforschung des Landes beendet. Als Erbe hat der Kolonialismus einen katastrophalen Mangel an ausgebildeten Kadern hinterlassen, so daß vor der jungen Volksrepublik die Aufgabe steht, in kürzester Zeit Kader heranzubilden, die in der Lage sind, die Boden-

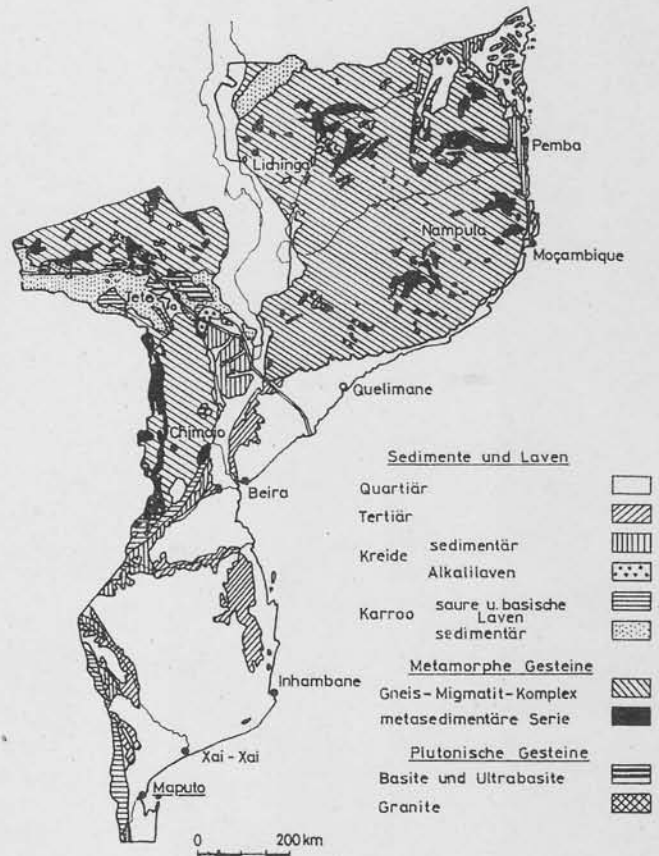


Abb. 3. Geologische Übersichtskarte Moçambiques (nach AFONSO 1976)

schätze zum Nutzen des Volkes von Moçambique zu erschließen. Welch große Bedeutung die Volksrepublik der Nutzung der Rohstoffe beimißt ist daran zu erkennen, daß bereits 1976 in 2. Auflage die Geologische Karte Moçambiques im Maßstab 1:2 000 000 herausgegeben wurde (AFONSO 1976).

Geologischer Überblick

Stratigraphisch und tektonisch sind in Moçambique einerseits präkambrische Gebiete, die eine Fläche von nahezu 534 000 km² einnehmen, und andererseits postkambrische Gebiete mit den Formationen des Karroo, Jura, der Kreide, des Tertiärs und Quartärs zu unterscheiden, die etwa 237 000 km² des Territoriums umfassen (Abb. 3).

Die präkambrischen Gebiete gliedern sich in tieferes Präkambrium, das vom Simbabwe-Kraton repräsentiert wird und in einem schmalen Streifen im System von Manica auf das Territorium von Moçambique übergreift. Das Manica-System stellt mit $2,5 \times 10^9$ Jahren zugleich die älteste orogenetische Einheit (Shamvaian-Orogenese) dar (AFONSO 1976b). Das jüngere Präkambrium wird vom sogenannten „moçambiquanischen Belt“ repräsentiert (HOLMES 1948). Es handelt sich um metamorphe Serien, bei denen mehrere Orogenesen festgestellt wurden, die letzte (Katanguan-Orogenese) ist mit $450 - 680 \times 10^6$ Jahren datiert (CAHEN & HOLMES 1955). Auf der Grundlage struktureller Unterschiede werden im Moçambique-Belt drei tektonische Einheiten bzw. Provinzen unterschieden: die Provinz Médio Zambeze, die Provinz Niassa und die Provinz Moçambique.

Die orogenen Phasen des Präkambriums waren von meta-

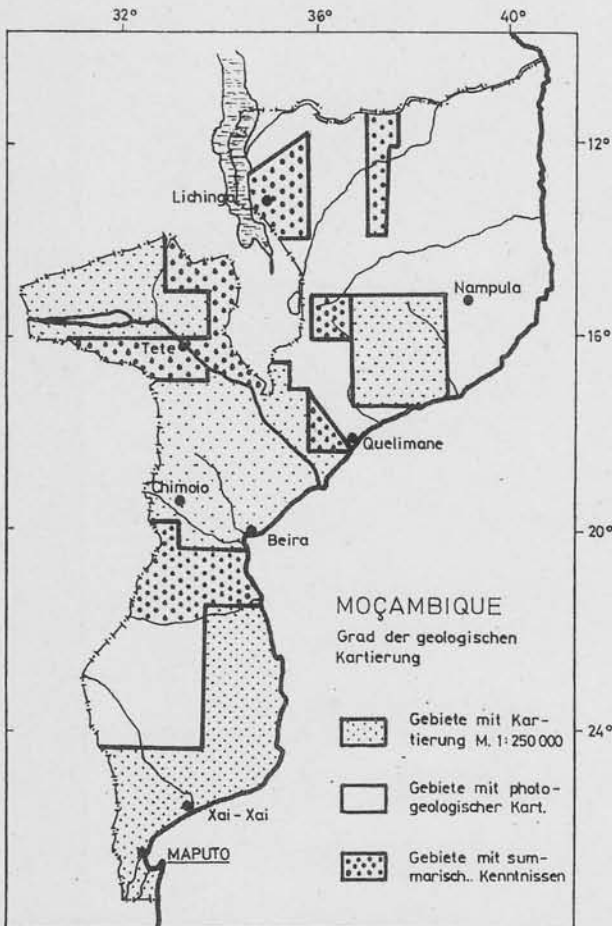


Abb. 2. Grad der geologischen Kartierung Moçambiques (aus: Carta Geológica, Republica Popular de Moçambique, 2. Aufl. 1976)

morphen und magmatischen Prozessen begleitet, in deren Rahmen sowohl basische und ultrabasische Gesteine, als auch syntektonische Granite und granitische Zonen entstanden. Während die Ultrabasite die zu erwartende metallogenetische Relation zu Eisen-, Titan-, Platin-, Chrom- und Nickelmineralisationen zeigen, stehen die Granite in Beziehung zu bedeutenden Pegmatit- und Goldmineralisationen.

Nach dem Präkambrium waren diese geologischen Einheiten einer langen Periode der Erosion unterworfen. Von der Abtragung weniger stark erfaßte Härtinge der Intrusivgranite bilden heute eine typische Inselberglandschaft.

Die jüngeren Deckschichten des Paläozoikums, Mesozoikums und Känozoikums bestehen zum größten Teil aus kontinentalen Ablagerungen. Das Karoo läßt sich in Moçambique wegen der unregelmäßigen Entwicklung in den einzelnen Becken nur in unteres und oberes Karoo gliedern, wobei das untere Karoo, gebildet aus Tilliten, Sandsteinen und Schiefen, wegen seiner Steinkohleföhrung von Bedeutung ist. Das obere Karoo ist vorwiegend vulkanisch entwickelt und wird durch Basalte, Rhyolithe und Ignimbrite im Gebiet der Libombo-Berge repräsentiert.

Die mesozoischen und jüngeren Bedeckungen erstrecken sich über das gesamte Litoral Moçambiques bis weit nach Süden. Die sedimentären Folgen sind ziemlich einheitlich entwickelt. Die Mächtigkeit nimmt von Westen nach Osten zu und erreicht über 4000 m (BISHOFF 1966).

Das gesamte meso- käno- und anthropozoische Becken ist durch Störungen des Rift-Systems beansprucht (Abb. 4). Dieses System begann seine Entwicklung im unteren Jura und setzt sich praktisch bis heute fort. Dabei handelt

es sich nicht um einen kontinuierlichen Prozeß sondern um eine pulsierende Entwicklung mit Schwerpunkten im unteren Jura, in der Kreide und im Pleistozän.

Mit dem jurassischen Rift ist die Entwicklung der Sambesi-Synklinale und der Libombo-Antiklinale verbunden. Im engen Zusammenhang mit der Herausbildung des kretazischen Rifts stehen Karbonatite, Alkaligesteine und verwandte Strukturen, die ihrerseits eine Reihe von Fluoritlagerstätten kontrollieren. Das pleistozäne Rift ist die Verlängerung des Ostafrikanischen Rifts nach Süden, welches durch den Niassa-See nach Moçambique eintritt. Seine südlichsten Ausläufer sind photogeologisch bis in das Gebiet des Rio Save erkennbar (AFONSO 1976). Bleibt schließlich noch zu erwähnen, daß N-S verlaufende Bruchstrukturen des unteren Jura im Kanal von Moçambique mit der Abtrennung Madagaskars vom Afrikanischen Kontinent in Zusammenhang gebracht werden (PACHECO 1967).

Simbabwe-Kraton

Die ältesten geologischen Einheiten Moçambiques werden durch den Simbabwe-Kraton repräsentiert. Seine Gesteinsserien sind letztmals vor $2,1 \times 10^9$ Jahren orogenetisch beansprucht worden (Shamvaian-Orogenese). Lediglich ein kleiner Streifen dieses Kratons tritt in Moçambique im Gebiet von Manica auf und wird hier als „System von Manica“ bzw. als „Manica Gold Belt“ (AFONSO 1976a) bezeichnet.

Die tieferen Teile des Manica-Systems werden durch die Formation Macequece gebildet. Lithologisch vorherrschend sind Grünsteine, Epidiorite und Amphibolite als Derivate basaltischer und andesitischer Gesteine. Als Metasedimente werden Serizitschiefer, Chloritschiefer und gebänderte Quarzite beschrieben. Zwischen diesen Serien befinden sich Serpentinite und Talkschiefer. Die Formation Macequece wird allgemein mit dem Bulavaian in Simbabwe parallelisiert. Die oberen Teile des Systems von Manica bildet die Formation M'Beza und Vengo, die mit dem Shamvaian parallelisiert wird. An der Basis befinden sich Konglomerate, deren Stellung zu einer Serie von Schiefen unklar ist. Möglicherweise soll es sich um unterschiedliche Faziesausbildungen handeln.

Beide Serien des Systems von Manica werden von verschiedenen Intrusionen durchdrungen. Orientierte Granite entwickeln sich an den Rändern des „Gold Belt“. Sie müssen jünger als Bulavaian sein, da sie Reste von Serpentin, Grünsteinen und noch ältere Relikte enthalten (AFONSO 1967a). Als saure Intrusionen nach dem Shamvaian kommen Felsite, Mikrogranite, Quarzgänge und die Granitmassive des Manica-Berges und der Yumbo-Berge vor. Als basische Intrusionen treten Gabbros und Doleritgänge im Tal der Flüsse Zambüzi und Revuê auf. Die Formationen des Manica-Systems sind hinsichtlich ihrer Lagerstättenföhrung bereits seit längerer Zeit von großem Interesse.

So sind Kupferlagerstätten in Gängen und als Imprägnationen entlang des Kontaktes Serpentinite-Grünstein südlich Manica unmittelbar an der Grenze zu Simbabwe am Berg Isitaca bekannt, wo ein nahezu vertikaler Gang über 1200 m Länge bis zu 200 m Teufe mit Chalkopyrit- und Pyrrhotinföhrung bekannt ist (PUTZER 1970).

Die Serpentinite, insbesondere von Mavita, föhren in großen Nestern anthophyllitischen A best, der bereits bergmännisch gewonnen wird.

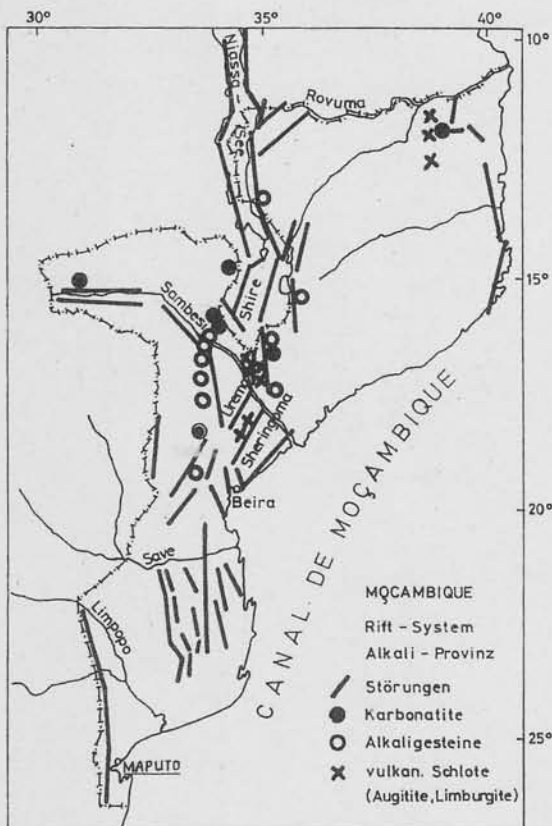


Abb. 4. Schematische Übersicht über das Riftsystem Moçambiques (zusammengestellt auf der Grundlage der Tektonischen Karte Moçambiques)

Hinsichtlich der Goldführung sind besonders die geschichteten Quarzite perspektivisch (REAL 1976). BORGES (1936) berichtet über den Abbau von Goldseifen im Tal des Revué und PUTZER (1970) über einen Quarzgang mit angeblich hohen Freigoldgehalten am Rio Mazin bei Manica. Bauxit kommt in der Nähe von Manica in den Morianganen-Bergen vor. Das Muttergestein ist nach AFONSO (1976a) ein Plagioklasiolith, der in der Kontaktzone von Granit und Gabbro auftritt. Der Kontakt streicht E—W und ist auf einer Länge von 1700 m aufgeschlossen. Talk kommt in den Serpentiniten der Mangote-Berge vor. PUTZER (1970) erwähnt ferner Nickelsilikate in den Serpentiniten der Serra de Mangote bei Manica. Abschließend sei noch darauf hingewiesen, daß außerhalb des Manica-Systems im Moçambique-Belt sogenannte Restite existieren, die mit dem Manica-System lithologisch vergleichbar sind. Es handelt sich nach AFONSO (1976b) um präkambrische Sedimente, die als Plattformbedeckung der Gneis-Migmatitbasis des Moçambique-Belts aufsitzen und durch das System vom Umkondo in der tektonischen Provinz Medio Zambeze, durch die Fingoé-Serie in der Provinz Niassa und die Monapo-Serie in der Nampula-Gruppe repräsentiert werden.

Moçambique-Belt

Einführung

Der Moçambique-Belt repräsentiert tektonische und lithologische Elemente, die für weite Bereiche Ost-Afrikas und speziell für Moçambique typisch sind (HOLMES 1948; CAHEN & HOLMES 1955). Dieser Belt wird aus hochmetamorpheren Gesteinen gebildet, die sowohl in Madagaskar als auch in der Fortsetzung nach Norden in Malawi, Tansania, Kenia, Uganda, Äthiopien, Somalia, am Roten Meer und am Golf von Suez und Asmara verbreitet sind (SNELLING, HAMILTON u. a. 1966). Das ganze Gebiet gehört zu einem durch eine lange Periode der Erosion tief angeschnittenen Niveau, das durch das Auftreten hochmetamorpher Fazien charakterisiert und durch Gneise, Migmatite, Granulite und Charnockite belegt wird. Wie bereits erwähnt, wird der Moçambique-Belt auf dem Territorium Moçambiques in drei tektonische Provinzen (Abb. 5) gegliedert, die nun im einzelnen behandelt werden sollen.

Tektonische Provinz Medio Zambeze

Diese tektonische Provinz entspricht dem N- und E-Rand des Simbabwe-Kratons, sie umfaßt nahezu die gesamten territorialen Provinzen von Manica und Sofala und die südlichsten Teile der Provinz Tete. Lithologisch wird die Provinz in die in der Tab. 1 angegebenen Formationen gegliedert.

Im Hinblick auf das Auftreten von Lagerstätten tritt die Provinz Medio Zambeze gegenüber den anderen Provinzen des Moçambique-Belts an Bedeutung zurück.

Im Gebiet von Vila Machado kommt ein Pegmatit mit einer Niobit-Tantalit-Führung und Beryllen vor. Eisen-erze sind an die Itabirite (im Gebiet des Flusses Honde) und an die Quarzite der Formation Fronteira gebunden. Die Lagerstätte Honde wurde 1961 entdeckt, nur oberflächlich untersucht, so daß die angegebenen Vorräte von 100×10^6 t zweifelhaft erscheinen. Die Erze sollen 38 bis 40% Eisen enthalten (GOUVEIA 1974).

In Aplitpegmatiten und Greisenzonen der Gneise der Region Inchope treten Zinnvererzungen auf, die an Granit-

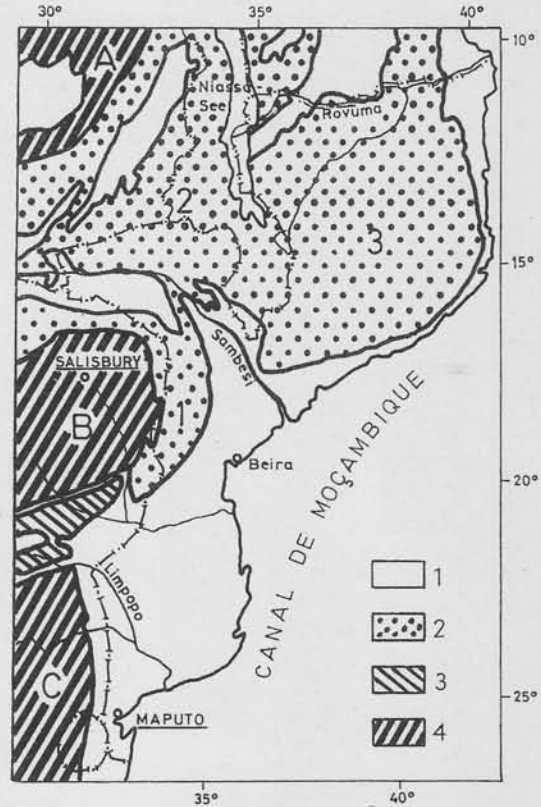


Abb. 5. Die tektonischen Provinzen des Moçambique-Belts (nach: Carta Geológica, Republica Popular de Moçambique, 2. Aufl. 1976)
1 — Karoo und jüngere Formationen; 2 — Moçambique-Belt-Provinzen; 1 = Medio Zambeze, 2 = Niassa, 3 = Moçambique; 3 — Limpopo Belt; 4 — Kratone; A = Bangweulu, B = Simbabwe, C = Transvaal

kuppeln gebunden sind. Nach Untersuchungen der Messina Development Co. sind diese Lagerstätten nicht sehr ausgedehnt.

Praktisch nicht untersucht sind Kupfermineralisationen, die an die Kalkhornfelse des Umkondo im Gebiet von Espungabera gebunden sind. Schließlich sei noch auf das massenhafte Vorkommen von Cyanit in Kristallen bis über 10 cm Länge in den Glimmerschiefern der Formation Fronteira, nördlich von Barauo und WSW vom Berg Senga-Senga, hingewiesen. PUTZER (1970) beschreibt rosenkranzförmige Manganerzkörper, die schichtparallel in stark gefalteten kristallinen Schiefen des Migmatitgneis-Komplexes bei Dique, ca. 40 km NW Changara auftreten. An Manganmineralen wurden Pyrolusit, Manganoxide, Rhodonit, Spessartin und Rhodochrosit beschrieben. Metamorphe, silikatische Gondit-Erze sollen an der Oberfläche zu lateritischen, oxidischen Manganerzen umgewandelt worden sein. Die Vorräte werden mit 150000 t Erz angegeben.

Tektonische Provinz Niassa

Die Niassa-Provinz umfaßt die präkambrischen Formationen des Gebietes von Tete nördlich des Sambesi bis zum Niassa-See, wo sie mit der tektonischen Provinz Moçambique zusammentrifft. Ausgeprägte Ultrabasitgebiete und große synorogen gebildete Granitmassive stellen die charakteristische Besonderheit dieser tektonischen Provinz dar. Lithologisch setzt sich diese Provinz aus den in Tab. 2 zusammengestellten Einheiten zusammen.

Die Granitgneise von Vúzi werden im allgemeinen als die

ältesten Gesteine dieses Gebietes aufgefaßt und mit Granittypen des Simbabwe-Kratons verglichen.

Die Fingoé-Serie (gut aufgeschlossen zwischen Fingoé und Zumbo) ist eine hinsichtlich ihrer Altersstellung viel diskutierte Serie von Metagesteinen, die als Restit des Simbabwe-Kratons im Moçambique-Belt aufgefaßt wird. Häufig wird diese Serie mit dem Shamvaian verglichen, wurde aber auch schon mit dem Umkondo der Provinz Medio Zambeze parallelisiert. Veränderte Psammite — Feldspatsande, Arkosen, Grauwacken und unreine Quarzite — sind das Edukt der Schiefer, Talkschiefer und kristallinen Kalke (VALL & PINTO 1966). In die Schiefer eingelagert treten geschichtete Eisenquarzite, Konglomerate, Amphibolitschiefer, Talk-, Serizit- und Chlorit-schiefer auf.

Die Fingoé-Serie ist wegen ihrer Lagerstättenführung außerordentlich interessant. — So sind an die kristallinen Kalke kontaktpneumatolytische Magnetitlagerstätten vom Skarntyp gebunden. Zu diesem Typ gehören die Lagerstätten Muândi, Luzina, Muengoé und Tumba, von denen Muândi — 30 km vom Moatize entfernt — die bedeutendste ist. Hier ist der Gabbro-Anorthosit-Komplex von Tete in die gefalteten Dolomitalke intrudiert. Nach GOUVEIA da CUNHA (1974) liegen hier Vorräte von $6,8 \times 10^6$ t mit

Tab. 1. Lithologische Gliederung des Moçambique-Belts in der tektonischen Provinz Medio Zambeze

S Y S U T M E K M O N V D O O N	Formation Umkondo	(wird mit Waterberg in Südafrika parallelisiert) Restit epizonal — andesitische Laven, — doleritische Sills, — obere Quarzite, — Schiefer, — untere Quarzite, — Siltite, Kalkhornfelse (mit Cu-Mineralisation)
	Formation Fronteira	Metamorphosegrad nimmt nach E zu; — Quarzit-Glimmerschiefer-Komplex (Fe-Mineralisation) (grob- bis zuckerkörnige Quarzite, Glimmerschiefer, Cyanit), — Schiefergneise von Nhanzonia (feldspatisierter Schiefer mit Sillimanit und Cyanit) (wird mit Witwatersrand in Südafrika verglichen)
	Diskordanz	
	Formation Bárué	Amphibolit-Fazies — Paragneise (Mikroklin, Plagioklas, Sillimanit, Biotit, Granat, Graphit), — Quarzite, Marmore, — pegmatitische Massen, — granitische Gänge und syntektonische Granodiorite (Sn-Mineralisationen), (Edukte: Grauwacken, Kalke, Quarzite — die in einer Miogeosynklinale eines interkratonischen Beckens abgelagert wurden)
	Serie der Charnockite	Granulit-Fazies — Charnockite im N der Provinz (granoblastische bis porphyroblastische Textur) (Plagioklas, Perthit, Orthopyroxen, Klinopyroxen Akzessorien: Magnetit, Apatit, Biotit, Hornblende, Ilmenit, Zirkon) früher als „Granitos castanhos“ bezeichnet
	Formation Vila Machado	— Quarz-Feldspat-Gneise, — quarzmonzonitische Gneise, — Glimmerschiefer, — zuckerkörnige Quarzite, — Itabirite, die amphibol-, epidot-, talk-, serizit- und andalusitführende Schiefer einschließen

Tab. 2. Lithologische Gliederung des Moçambique-Belts in der tektonischen Provinz Niassa

Serie von Zâmbué	(entspricht möglicherweise der Formation Fronteira) — Quarzite, — Paragneise (granatführende Biotitgneise, bis 25% Granat, Amphibolgneise, biotitführende Gneise), — Migmatite (Granitgneise)
Migmatischer Gneiskomplex	— Gneise, Gabbro-Anorthosit-Komplex von Tete und Achiza — Migmatite, intrusiv im migmatischen Gneiskomplex — Amphibolite (Metadolerit von Morrumbala), — kristalline Kalke, — Quarzite, — Nephelingneise, — Pyroxengneise
Serie der Charnockite	
Komplex der Granitoide	— Granit von Tchiputo und Angué (intrusiv im Granit von Messandaluz), — Granit von Messandaluz), — Granit von Zumbo-Chipera (mit Resten von Paragneisen und basischen Gesteinen)
Serie von Fingoé	— Schiefer, — kristalline Kalke und Skarne, — Eisenquarzite, Quarzite (Au-Mineralisationen), — Konglomerate
Granitgneise von Vúzi	— porphyroblastischen Granitgneis, — Granitgneis

65% Eisengehalt, 0,38 bis 1,24% SiO₂, 0,094 bis 0,5% P, 0,5 bis 2,7% Al₂O₃, 0,001 bis 0,004% S und 0,8 bis 2,8% TiO₂. Die übrigen und etwas kleineren Lagerstätten sind an Granitkontakte gebunden.

Für die Förderung von Kupfererzen dürften mit bestimmten Einschränkungen die Kupfermineralisationen der Fingoé-Serie von Bedeutung sein. So tritt 90 km nördlich von Tete in Chidué in tektonisch stark gefalteten Kalken im Kontakt mit Monzoniten und Dioritporphyren eine Mineralisation von Kupferkarbonaten und -sulfiden mit Kupfergehalten von 2,3 bis 13% auf (PUTZER 1970).

Primäre Goldlagerstätten sind an die metamorphen Quarzite und Quarzschiefer der Fingoé-Serie gebunden, so bei Chifumbazi, Missale und Fundão. Des weiteren sind in den Aluvionen der Flüsse Luni, Revúboé, Capoche, Luenha und Mazoe Goldführungen bekannt (GOUVEIA 1974).

Die gesamte Niassa-Provinz ist durch den großen Komplex der Granitoide charakterisiert. Diese meist migmatischen Komplexe sind mit einer Vielzahl von Lokalnamen belegt, ohne daß es eine genaue Kenntnis ihrer Korrelation gäbe. Der in der Provinz ferner ausgehaltene migmatische Gesteinskomplex umfaßt Gesteine wie Gneise, Migmatite, Quarzite, kristalline Kalke, Amphibolite, Nephelingneise und Pyroxengneise. Reliktstrukturen weisen auf eine ehemalige gute Schichtung und somit auf sedimentäres Ausgangsmaterial hin. Die in Bändern auftretenden Amphibolite werden als metamorphosierte basische Gänge interpretiert, während die Pyroxengneise zur Serie der Charnockite überleiten (AFONSO 1976a).

Die Altersstellung der Serie von Zâmbué ist umstritten; teilweise wurde sie als älteste Serie (FREITAS 1956) dieses Gebietes betrachtet. AFONSO (1976a) parallelisiert sie mit der Formation Fronteira. Lithologisch handelt es sich vor allem um Quarzite, Paragneise und einige Migmatite. Ein weiteres Charakteristikum der Niassa-Provinz sind die basischen und ultrabasischen Massive. Das größte

Massiv bildet der Gabbro-Anorthosit-Komplex von Tete mit ca. 6000 km². Die bisher bekannten Beziehungen sprechen für eine Intrusion basischer Gesteine in die Metasedimente und in den Komplex der Migmatitgneise. Das Alter dieses Komplexes wird als oberes Präkambrium angegeben (AFONSO 1976a). Von verschiedenen Autoren (insbesondere COELHO 1969) werden diese Komplexe mit dem Bushveld-Massiv bzw. mit dem Great Dyke korreliert. Diese Ansicht wird durch eine gute Zonenbildung des Massivs von Achiza unterstützt. Es dominiert ein gabbroider Kern mit Noriten, der umgeben wird von Pyroxeniten, deren äußere Zone Serpentinite bilden. Im Gebiet Songo (Cahora Bassa) ist ein solcher Komplex gut aufgeschlossen, wo über mehr als 800 m Höhenunterschied eine gute Differentiation zu beobachten ist.

An diese Ultrabazitkomplexe sind für sie typische Mineralisationen gebunden, die bisher wenig untersucht wurden. So sind liquidmagmatische Titano-Magnetit-Lagerstätten mit maritisiertem Magnetit (mit Ilmenit-Leisten in enger Verwachsung) in Machédua, 35 km nordöstlich Tete bekannt. REAL (1966) gibt insgesamt mögliche Erzvorräte von 240×10^6 t an. Eine interessante Uranmineralisation wurde in den Jahren 1949 bis 1957 bei Mavudezi Catipo bebaut. Es handelt sich um einen mit 30 bis 40° streichenden Gang im Gabbro, der über mehrere Kilometer aufgeschlossen ist und eine pegmatitische bis hydrothermale Davidit- (Uran-Ilmenit mit 9 bis 10% U₃O₈)-Führung in Paragenese mit Samarskit, Stibiotantalit, Magnetit, Ilmenit, Rutil, Molybdänit, Pyrit und Chalkopyrit aufweist (DAVIDSON & BENETT 1950). Übrigens wurde von CAHEN (1957) am Davidit nach der U-Th-Pb-Methode ein Alter von $565 - 578 \pm 15 \times 10^6$ Jahren gemessen.

Nach AFONSO (1976a) sind in diesen Ultrabazit-Massiven Nickel, Chrom, Platin und Platinmetalle zu erwarten. Als sekundäres Vorkommen ist zumindest Garnierit bekannt.

Tektonische Provinz Moçambique

Innerhalb der tektonischen Provinz Moçambique sind zwei große tektonische und lithologisch-petrographische Strukturen zu unterscheiden. Das sind die Gruppe von Nampula und die Lúrio-Gruppe, die auch als Lúrio-Belt bekannt ist.

Die Nampula-Gruppe entspricht einem alten Rumpf vor dem Lúrio-Belt, der mehr oder weniger durch die Moçambique-Orogenese remobilisiert wurde. Sie zeigt eine entwickelte Migmatisation eines ehemaligen vulkanisch-sedimentären Komplexes, der reich an Grauwacken und basischen und intermediären Vulkaniten war, seltener treten saure Magmatite auf. Lithologisch setzt sich die Nampula-Gruppe aus den in Tab. 3 zusammengestellten Gliedern zusammen.

Die Lúrio-Gruppe sitzt diskordant auf der Nampula Gruppe auf. Sie wird durch Gesteine der Granulitfazies (siehe Tab. 4) repräsentiert. Phänomene der Anatexis treten nur begrenzt in Erscheinung. Die Lúrio-Gruppe ging aus einem vulkanisch-sedimentären Komplex hervor, der reich an sauren Eruptivgesteinen war; basische und ultrabasische Gesteine treten etwas zurück (AFONSO 1976b).

Pegmatite der tektonischen Provinz Moçambique

Gegenüber den anderen tektonischen Provinzen des Moçambique-Belts zeichnet sich die Provinz Moçambique durch einen ausgesprochenen Reichtum an Pegmatiten

Tab. 3. Lithologische Gliederung der Nampula-Gruppe in der tektonischen Provinz Moçambique des Moçambique-Belts

Serie von Namarrói und Namuli	– stratiforme monzonitische Granite, – Charnockite, – migmatitische Gneise (mit Einschaltungen von Charnockiten)
Serie von Muvo und Ruaca	– Orthogneise, – Gneise und Migmatitgneise (alkalisyenitische Gneise), – Migmatitgneise und migmatitische Granodiorite, – Plagioklasgneise mit Hyperthen
Serie von Metil	– Wechsellagerungen von Gneise, Leptinitgnaisen (mit Granat, Diopsid, Plagioklas) und Amphiboliten und Marmoren, – Biotitgneise, Biotit-Amphibol-Gneise, – Leptinite, Anorthosite und Metagabbros
Serie von Mecubúri	– monzonitische Granite, Quarzdiorite, Granodiorite, – Gneise, Migmatitgneise (Granat, Diopsid, Amphibol), – noritische Gabbros, – charnockitische und syenitische Gneise, Plagioklasgneise mit Hyperthen, – migmatitische Gneise
Serie von Rurumana	– Gneismigmatite, syenitische und granosyenitische Gneise, – Granateinschaltungen mit Sillimanit, Charnockite, Graphite, Amphibolpyroxenite
Serie von Muvo	– Migmatite, – basische und saure Charnockite
Serie von Ribáué	– charnockitische Monzonite, – granitoide Migmatite
Serie von Nampula	– Plagioklasigmatite, – Granitoide mit Amphibol, Biotit, Diopsid, Epidot – Aktinotremolite

aus. Diese Pegmatite sind im Vergleich zu anderen Lagerstätten relativ gut untersucht, wenn auch geologisch-ökonomische Arbeiten fehlen. Hier seien nur die Arbeiten von BÉHIER (1957), HUTCHISON & CLAUS (1956), von KNORRING (1960, 1962) und NEVES, LOPES NUNES & LUCAS (1971) genannt.

Aus mineralogischer und geochemischer Sicht sind drei Typen von Pegmatiten in diesem Gebiet, was immerhin eine Fläche von 50000 km² einnimmt, zu unterscheiden (Abb. 5). Das sind einmal relativ kleine Pegmatite mit einer sehr einfachen Mineralisation, die an gang- und linsenförmige Körper gebunden sind. Zum anderen — und das sind die wirtschaftlich bedeutenden — handelt es sich um Pegmatite mit einer sehr komplexen Mineralisation in sehr großen Pegmatitkörpern. Innerhalb dieser Gruppe läßt sich noch eine weitere Gruppe ausgliedern, die durch erhöhte Gehalte an Seltenen Erden charakterisiert ist.

Während die kleineren Pegmatitgänge direkt mit Graniten assoziiert sind, treten die komplexen Pegmatite und die SE-Pegmatite in Amphiboliten und Amphibolgnaisen als Nebengestein an der Grenze zu Graniten (meist auf der flach einfallenden Seite der Granite) auf. Die Pegmatite weisen alle einen guten zonalen Aufbau — mit einer Randzone graphophyrischer Quarz-Feldspat-Verwachsungen, einer Mittelzone aus Perthit mit Quarz und dem Quarzkern — auf. Während die Gangpegmatite mineralogisch im wesentlichen aus Perthit, Quarz, wenig Biotit und etwas Magnetit gebildet werden, unterscheiden sich die SE-Pegmatite und Komplexpegmatite hinsichtlich ihrer Vielfalt und Art von Mineralen deutlich (vgl. Tab. 5 und Tab. 6).

Wie NEVES, LOPES NUNES & LUCAS (1971) zeigten, lassen in gleicher Weise auch die Ba/Rb-Verhältnisse in den Perthiten eine klare Gliederung der Pegmatite zu (Abb. 6 und 7). Die Größe der Pegmatitkörper schwankt z. T. erheblich. Zur Zeit sind über 80 solcher Pegmatitkörper bekannt, von denen immer nur einzelne bebaut werden. Der Pegmatitkörper von Morrúa im Gebiet von Alto Ligonha ist mindestens 1000 m lang und 600 m breit, der von Muiane ist etwa 1000 m lang und 400 m breit. Die linsenförmigen Körper fallen relativ flach ein, ihre Teufenerstreckung ist meist nur ungenau bekannt. In Muiane erreicht der Pegmatit in seinen mächtigsten Partien 90 bis 120 m. Die Feldspäte sind durchweg kaolinisiert, z. T. liegt auch Gibbsit vor. Diese tiefgründige Kaolinisierung der Pegmatite erlaubt die Gewinnung der Nutzkomponenten ohne Sprengarbeiten. Wie bei Pegmatiten üblich, kommen Riesenkristalle vor.

Tab. 4. Lithologische Gliederung der Lúrio-Gruppe der tektonischen Provinz Moçambique des Moçambique-Belts

Serie von Cuamba	<ul style="list-style-type: none"> — monzonitische Granite, — charnockitische Monzonite, — Gabbros und Epidiorite, — leptinitische granitoide Gneise, — Gneise und charnockitische Granulite (Metavulkanite), — noritische Gabbros, — migmatitische Gneise mit Granateinschaltungen
Serie von Chiúre	<ul style="list-style-type: none"> — Orthoamphibolite, — Gneise, — Pyroxenite (Aktinotremolite, mit Talk und Serpentin), — Gneis (mit Glimmerschiefer, mit Graphit, Konglomeratgneisen und syenitischen Gneisen)
Serie von Morrola	<ul style="list-style-type: none"> — quarzcharnockitische Monzonite, — Metagabbros, — Plagioklasgneise mit Hypersthen, braune Hornblende; Granat, Biotit, — Ortholeptite, — Gneis-Leptit-Wechselagerungen, — Wechselagerungen von Gneisen und Glimmerschiefern und Zweiglimmergneisen (Granat, Turmalin), — alkalische Ortholeptite (alkalische Metamikrogranite)
Serie von Lúrio (i. e. S.)	<ul style="list-style-type: none"> — leptinitische Gneise, — Plagioklasgneise, charnockitische Granulite, — Gneise und Granulite, — migmatitische Gneise, — leukokrate Gneise
Serie von Monapo	<ul style="list-style-type: none"> — Pyroxenite, — Gneise und Granulite, — monzonitische Gneise, — Biotitgneise, — Granatbänke mit Sillimanit, Diopsid, Marmor und Nephelingneise

Tab. 5. Minerale der SE-Pegmatite

Euxenit	(Y, Ce, U, Pb, Ca) (Nb, Ta, Ti) ₂ (O, OH) ₄
Betafit	(U, Ca) ₂ (Ti, Nb, Ta) ₂ O ₆ (O, OH, F)
Fergusonit	Y [NbO ₄]
Monazit	Ce [PO ₄]
Xenotim	Y [PO ₄]
Ilmenit	FeTiO ₃
Rutil	TiO ₂
Anatas	TiO ₂
Magnetit	Fe ₃ O ₄
Granat	Mg ₃ Al ₂ [SiO ₄] ₃
Allanit	(Ca, Ce) ₂ (Fe ⁺⁺ , Fe ⁺⁺⁺) Al ₂ [O/OH/SiO ₄ /Si ₂ O ₇]
Zirkon	Zr [SiO ₄]

Tab. 6. Minerale der Komplexpegmatite

Niobit/Tantalit	(Fe, Mn) (Nb, Ta) ₂ O ₆
Mikrolith	(Ca, Na) ₂ (Ta, Nb) ₂ O ₆ (O, OH, F)
Stibiotantalit	SbTaO ₄
Bismutotantalit	BiTaO ₄
Ixiolith	(Ta, Nb, Sn, Mn, Fe) ₂ O ₄
Samarskit	(Y, U, Ca) (Nb, Fe ⁺⁺⁺) ₂ (O, OH) ₆
Spodumen	LiAl [Si ₂ O ₆]
Var.: Hiddenit und Kunzit	
Beryll	Al ₂ Be ₃ (Si ₆ O ₁₈)
Var.: Smaragd, Aquamarin, Morganit	
Turmalin	NaFe ₃ ⁺⁺ Al ₄ (OH) ₃₊₅ /(BO ₃) ₂ /Si ₆ O ₁₈]
Var.: u. a. Rubellit	
Wismut	Bi
Gahnit	Al ₂ ZnO ₄
Zirkon	Zr [SiO ₄]
Monazit	Ce [PO ₄]
Xenotim	Y [PO ₄]
Pucherit	BiVO ₄
Apatit	Ca ₅ [F/(PO ₄) ₃]
Topas	Al ₂ [F ₂ /SiO ₄]
Amblygonit	LiAl [(F, OH)/PO ₄]
Triplit	(Mn, Fe ⁺⁺⁺) ₂ [F/PO ₄]
Triploidit	(Mn, Fe ⁺⁺⁺) ₂ [OH/PO ₄]
Huraulith	(Mn, Fe ⁺⁺⁺) ₂ H ₂ [PO ₄] ₂ · 4H ₂ O
Pollucit	(Cs, Na) [AlSi ₂ O ₆] · H ₂ O _{<1}
Spessartin	Mn ₃ Al ₂ [SiO ₄] ₃
Fluorit	CaF ₂
Galenit	PbS
Hämatit	Fe ₂ O ₃
Scheelit	Ca [WO ₄]

Tab. 7. Produktion von Niob und Tantal (nach SMIRNOVA 1976)

	Niobkonzentrat		Tantalkonzentrat	
	1971	1972	1971	1972
Brasilien	6135	7666	210	213
Kanada	2068	2676	383	385
Nigeria	1379	1392	4	5
Moçambique	13	14	106	109
Zaire	57	58	57	59
Welt	9725	11884	825	839

Quarzkristalle von mehreren Tonnen Gewicht sind keine Seltenheit, sie sind durch eine Vielzahl von Flüssigkeitseinschlüssen charakterisiert und werden am Sonnenlicht trüb.

Aus Muiane ist der Fund eines Riesenberylls von 14 t bekannt. Während die Edelsteine durch Handklaubung gewonnen werden, erfolgt die Aufbereitung von Niobit, Tantalit und Mikrolith über Rinnenwäschen, Setzmaschinen, Herde und Magnetscheider.

Ein Vergleich der Produktionsziffern von Niob- und Tantalkonzentraten durch SMIRNOVA (1976) zeigt (Tab. 7), daß Moçambique zu den wichtigsten Lieferanten der Welt gehört und bei Tantalkonzentraten an der dritten Stelle liegt.

Karoo

Das Karroo tritt in Moçambique in zwei großen Becken und mehreren kleinen Flecken auf, die hauptsächlich durch Verwerfungen kontrolliert werden.

Das Hauptbecken (Sambesi-Furche) befindet sich am Rand des Simbabwe-Kratons, wo es einen großen konkaven Bogen von der Provinz Tete bis nach Espungabera

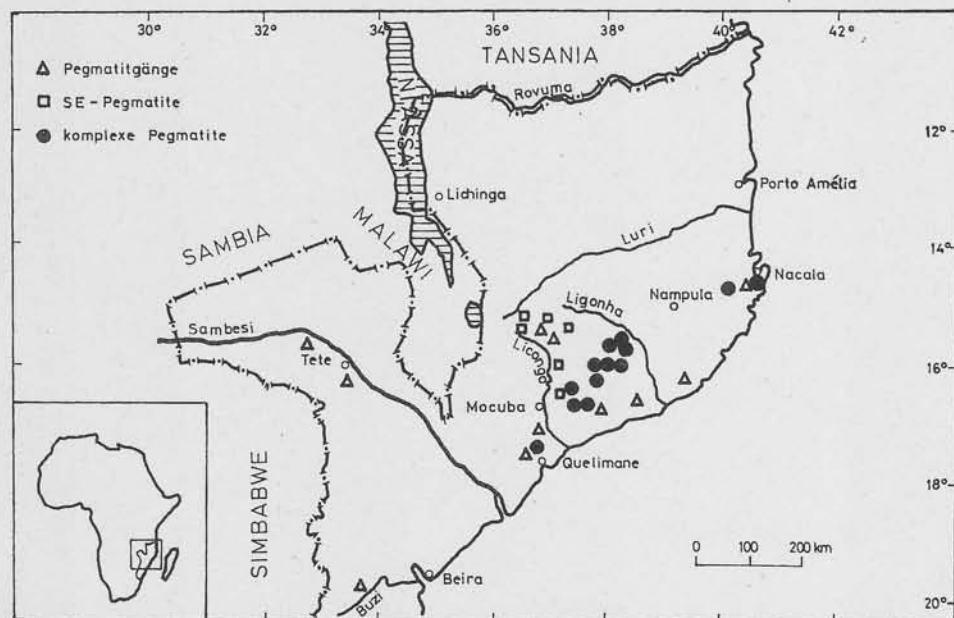


Abb. 6. Übersichtskarte der Pegmatitvorkommen Moçambiques (nach CORREIA, NEVES u. a. 1971)
1 - Pegmatitgänge, 2 - SE-Pegmatite, 3 - komplexe Pegmatite

bildet. Das zweite große Gebiet befindet sich im Norden des Landes, östlich des Niassa-Sees.

Das moçambiquanische Karroo läßt sich auf Grund fehlender Fossilien und unregelmäßiger Entwicklung der einzelnen Becken nicht so differenzieren wie das Karroo in Südafrika (Dwyka-, Ecce-, Baufort- und Stormberg-Serie).

In Moçambique wird nur unteres und oberes Karroo ausgehalten. Die Gruppe „undifferenziertes Karroo“ wurde lediglich dort eingeführt, wo ungenügende Untersuchungen vorliegen, wie das für die Gebiete Lago, Lugenda, Batonga und Espungabera zutrifft.

Das untere Karroo ist speziell im Gebiet des Sambesi entwickelt. Über der produktiven Serie liegen verschiedene Sandsteine, mittelkörnige Sandsteine, Mergel und Arkose-sandsteine. Die produktive Serie ist wegen ihrer Kohleführung von Bedeutung. Diese Serie ist durch Schiefer, Feldspatsandsteine, schwarze Tone, Kohlesandsteine und kohleführende Schiefer, in denen z. T. mehrere Kohleflöze enthalten sind, charakterisiert.

Das Alter der produktiven Serie ist durch Pflanzenreste (Glossopteris, Schizoneura, Estheria, Sphenopteris, Gangamopteris, Sphenophyllum und Sigillaria) gut belegt und entspricht der mittleren und oberen Ecce-Serie.

Im Becken von Moatize wird seit etwa 40 Jahren Steinkohle abgebaut. Das Becken befindet sich in einem tektonischen Graben, in dem die Schichten zu einer leichten Synklinale gefaltet sind. Die ganze Serie ist durch Störungen und Doleritgänge beansprucht. An den Doleritkontakten ist die Kohle z. T. verkockt. Im Becken von Moatize erreicht die produktive Serie eine Mächtigkeit von ca. 340 m. Sechs Kohleflöze sind bekannt, von denen die bedeutendsten die Flöze Grande Falesia, Bananeiras und Chipanga sind. Das Flöz Chipanga z. B. hat eine Mächtigkeit von 30 m mit mehreren Zwischenmitteln. Im Pfeilerkammerbau werden hier die untersten 4,5 m mit hohen Abbauverlusten abgebaut.

Über die Vorräte findet man sehr unterschiedliche Angaben. GOUVEIA (1974) gibt 350×10^6 t an. Es handelt sich um eine aschereiche Kohle mit 20% Asche, 18% volatilen Bestandteilen, 1% Schwefel und einem Wärmeverrat von 28,47 MJ/kg (6800 kcal/kg) (GOUVEIA 1974). Insgesamt werden die Kohlevorräte beiderseits des Sambesi mit 700×10^6 t beziffert.

Das obere Karroo ist neben der Sedimentation von Sandsteinen, Konglomeraten und Mergeln vor allem vulkanisch entwickelt. Diese Vulkanite (Rhyolithe, Tuffe, Ignimbrite und verschiedene Basalte) haben in den Gebieten der Flüsse Luia und Sambesi im Gebiet von Lupata—Dóa—Canxixe und in der Region Búzi—Libombos eine relativ weite Verbreitung. Insbesondere im Gebiet der Libombo-Berge sind die Rhyolithe, Tuffe und vulkanischen Gläser teilweise sehr tiefgehend verwittert und beherbergen Bentonitlagerstätten, die z. B. 50 km südwestlich von Maputo bei Boane abgebaut werden.

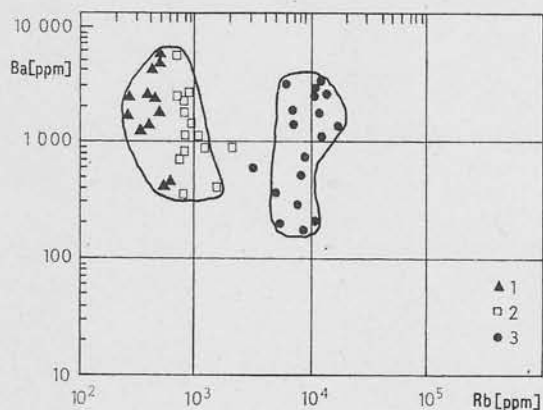


Abb. 7. Ba/Rb-Verhältnis in Perthiten der Pegmatite Moçambiques (nach CORREIA, NEVES u. a. 1971)

Mesozoisch-känozoisches Becken

Das mesozoisch-känozoische Becken erstreckt sich über das gesamte Litoral Moçambiques bis weit nach Süden. Die Mächtigkeit dieses Sedimentpaketes nimmt von W nach E zu und erreicht etwa 4000 m (BISHOPP 1966). Jurasedimente spielen nur eine untergeordnete Rolle, sie treten in der konglomeratischen Sandsteinformation von Tete, in den Kalken der Provinz Moçambique und der Provinz Capo Delgado und in den unteren Sandsteinen

von Lupata auf. Die Sedimente der Kreide sind ziemlich einheitlich entwickelt. Untere Kreide tritt nur ganz im Süden bei Maputo und im Norden auf. Insgesamt wird die Kreide in Moçambique durch folgende Einheiten repräsentiert:

- Kalksande der Formation Grudja (z. T. Glaukonitführung),
- Sandsteine und Konglomerate der Formation Sena,
- kalkige Sandsteine und Konglomerate,
- Megatrigonia Schwarz-Schichten (Sandsteine, Mergel, Kalke und tonige Schiefer),
- Maconde-Schichten (Neocom oder jünger, evtl. Apt), (Quarz-Feldspatsandsteine, die im E in marine Fazies übergehen),
- obere Lupata-Sandsteine (z. T. vulkanisch entwickelt).

Daneben wird sogenannte „undifferenzierte Kreide“ angegeben. Das sind jeweils Bereiche, die noch nicht genügend studiert sind.

Wie bereits erwähnt, nehmen die mesozoisch-känozoischen Bedeckungen nahezu 1/3 des Territoriums der Volksrepublik Moçambique ein. Sie werden als erdgashöflich eingeschätzt. Tatsächlich wurden von der „Moçambique Gulf Oil“ Ende der 60er Jahre drei Erdgasfelder in tonigen Sanden der Grudja-Formation gefunden. Das Erdgas enthält nach GOUVEIA (1974) 95,5% Methan und 1,7% Schwefel. Für das Gasfeld Pande werden Vorräte von $114 \times 10^9 \text{ m}^3$ angegeben, für Temane $3 \times 10^9 \text{ m}^3$ und für Búzi $4 \times 10^9 \text{ m}^3$. Die Erdgasförderung wurde bisher noch nicht aufgenommen.

Unmittelbar über der Grudja-Formation befindet sich Tertiär. Glaukonitische Sande, dolomitische Kalke und kalkige Sandsteine bilden an der Basis des Tertiärs die Cherringoma-Formation. Durch Nummuliten, Diskocyclina, Echinoiden, Bryozoen, Gastropoden und Kalkalgen kann die Folge Mittel- bis Obereozän zugeordnet werden. Darüber folgt eine Serie von kalkig-tonigen und kalkigen Sandsteinen, auf der die Sandsteine der Jofane-Formation aufliegen. Die obersten Bereiche des Tertiärs repräsentieren die Sandsteine der Mazamba-Formation, die vor allem im E-Teil der Urema Depression erhalten sind.

Die Sedimente des Quartärs sind durch sandige Aluvionen, Eluvionen, Dünen, Terrassen und lagunäre Kalke charakterisiert. Südlich der großen Pegmatitgebiete ist es in den Küstensedimenten zur Anreicherung von Ilmenit und Rutil gekommen. Die Küstendünen enthalten im Gebiet von Maganja da Costa und Noma 5–15% Schwerminerale. Die Konzentrate enthalten 78% Ilmenit, 13% Zirkon, 5% Monazit, 2% Rutil und 2% andere Minerale.

Rift-System und der damit im Zusammenhang stehende Vulkanismus

Die gesamte geologische Entwicklung Moçambiques seit dem unteren Jura ist außerordentlich stark geprägt von der Herausbildung des Rift-Systems und dem mit dieser Tektonik im Zusammenhang stehenden Vulkanismus, der zur Bildung von Alkaligesteinen und Karbonatiten führte.

Rift des unteren Jura

Das Rift des unteren Jura entspricht einem System von Brüchen, die zur Erhaltung der Karroo-Sedimente führten. Das sind vom Norden nach dem Süden die Strukturen vom Rio Messinga (am Niassa-See), des Rio Lugenda, die Region des Sambesi und von Espungabera.

Die Struktur Messinga mit ihren NE–SW streichenden Brüchen ordnet sich konkordant in alte Schwächezonen des präkambrischen Rumpfes ein, ebenso wie die NNE bis SSW streichenden Störungen im Gebiet des Lugenda Flusses. Auch die Sambesi-Furche mit ihren E–W bzw. NW–SE streichenden Störungen zeichnet alte Schwächezonen ab; sie wird im S-Teil durch die pleistozäne Zângué-Urema-Depression abgeschnitten.

Kretazisches Rift – die Alkaliprovinz von Chirua

Dem kretazischen Rift entsprechen vulkano-tektonische Strukturen, durch die Alkaligesteine und Karbonatite aufgestiegen sind. Es handelt sich um tiefe Brüche, die den Mantelbereich bzw. nephelinitische Magmen erreicht haben. Sowohl die Alkaligesteine als auch die Karbonatite sind jeweils im Kreuzungsbereich von NW–SE streichenden und N–S streichenden Strukturen aufgedrungen. Die Gesteine dieser Region werden zur Alkaliprovinz von Chirua zusammengefaßt. Dazu gehört der Gorongosa-Pluton an der Westseite der Urema-Depression mit tholeiitischen Gabbros, die mit granophyrischen Graniten assoziiert sind. Ferner gehören dazu syenitische und alkaligranitische Plutone am E-Rand der Chire-Depression, von denen der von Morrumbala und Derre die wichtigsten sind.

Die Hauptmasse der kretazischen Alkalilaven befindet sich in der Region von Lupata am Sambesi. Dieses Massiv aus mindestens vier verschiedenen Lavaströmen setzt sich aus analcitischen Phonolithen und Nephelin-Phonolithen, aus Trachyten, pyroklastischen Tuffen und olivinführenden Trachyten zusammen, die von Nephelin-Syeniten durchdrungen werden.

Die Hauptmenge der Karbonatite und agglomeratischen Schloten, wie die von Xiluvo, von Morrumbala, von Lupata, von Muambe und von Salambidué, befinden sich ebenfalls an den Flanken des Rift-Systems. Bei den Karbonatiten handelt es sich häufig um Ringsysteme, wie z. B. im Falle des Karbonatits von Xiluvo in der Nähe der Stadt Machada. Diese Ringstruktur mit etwa 4,5 km Durchmesser besteht aus einem zentralen Kern aus Karbonatit, aus einem Mantel vulkanischer Brekzien mit Fragmenten karbonatitischer Gesteine und einer sehr komplexen äußeren Zone von schiefrigen Quarz-Feldspatgesteinen, die von Trachyten durchdrungen werden.

Es treten aber auch gangförmig ausgebildete Karbonatite auf, wie bei Carinde am Berg Cone Negose. Die Gänge fallen vertikal ein und werden aus Karbonaten, Apatit, Mikroklin, Limonit und Pyrochlor gebildet. An den Karbonatiten wurden durch PUTZER (1970) radioaktive Anomalien und geringe Gehalte an Nb, Ta, Th, P und SE nachgewiesen. Es sei darauf hingewiesen, daß an ähnlichen Körpern in Kenia (Mrima Hill), Malawi (Chilwa) und Südafrika (Phalabora) Erzlagerstätten bekannt sind.

Ferner sind an die Alkaligesteine Fluoritmineralisationen gebunden. Es handelt sich zum einen um eingesprengten Fluorit in den Laven des Alkalikomplexes von Lupata und in den Karbonatiten von Inchope, von Xiluvo und des Berges Muambe. Zum anderen handelt es sich um Quarz-Fluorit-Gänge. Die wichtigsten Lagerstätten sind: Djanguire, Monte Domba und Lupata in der Provinz Tete und Canxixe und Dejalire im Gebiet Vila Pery, von denen nur Canxixe bebaut wird. GOUVEIA (1974) gibt folgende Vorräte an: Djalira 30000 t; Canxixe 150000 t und Djanguire 500000 t.

Pleistozänes Rift

Das pleistozäne Rift ist die Verlängerung des Ostafrikanischen Rifts nach Süden. Der größte Teil liegt auf dem Territorium von Malawi mit dem Rift von Chire, das sich nach Süden im Rift von Zángué-Urema fortsetzt. Während das Chire-Rift noch einen Verwerfungsbetrag von etwa 250 m aufweist, beträgt er im Urema-Rift nur 60 m (AFONSO 1976b). Das gesamte Rift-System ist noch heute tektonisch aktiv, was zahlreiche Beben in diesem Gebiet belegen.

Zusammenfassung

Auf der Grundlage einer Auswertung der Literatur, die in wesentlichen Teilen dankenswerterweise die Geologische Fakultät der Universität Maputo zur Verfügung stellte, wird ein Überblick über den derzeitigen Kenntnisstand der Geologie Moçambiques gegeben. Dabei wird der Versuch unternommen, die bisher bekannten Lagerstätten im Zusammenhang mit ihrem geologischen Rahmen zu behandeln.

Резюме

На основе анализа литературы, большая часть которой была любезно предоставлена геологическим факультетом Университета Мапуто, даётся обзор геологии Мозамбика в свете современных данных. При этом была сделана попытка рассмотреть известные на сегодняшний день месторождения в их взаимосвязи с геологическим обрамлением.

Summary

A review about the present knowledge of the geology of Moçambique is given; the review was elaborated by interpretation of the literature in essential parts made be available for the author by the geological faculty of the University of Maputo. On this occasion the attempt was made to treat the deposits known hitherto in connection with their geological frame.

Literatur

- AFONSO, R. S.: A geologia de Moçambique. — Imprensa Nacional de Moçambique, Maputo 1976.
 — Contribuição para o conhecimento da tectónica de Moçambique. — Empresa Moderna, Maputo 1976 (Direcção dos Serviços de Geologia e Minas).
 ANDRADE DE, A. FREIRE: Reconhecimento geológico dos territórios portugueses compreendidos entre Lourenço Marques e o rio Zambeze. — Rev. O. Pub. Min., Lisboa 1896.
 BÉHIER, J.: Minerais da Província de Moçambique. — Bol. Serv. Geol. Minas, Moçambique, 22 (1957).
 BISHOPP, D. W.: Explanatory note on the tectonic map of Southern Africa. — XII e. Cong. Geol. Intern., New Delhi, 1964. Comm. Scient. présentée à la Comm. Carte Geol. du Monde, Paris (1966) S. 95–96.
 BORGES, A.: Alluvions diverses et aurifères en particulier. — Congr. Internat. Mines. Metallurg. Géol. Appl. Bd. 2, Paris (1936) S. 1073–1074.
 CAHEN, L.: L'âge de la davidite de Mavúdzi (Tete). — Bol. dos Serv. Ind. Geol. Moçambique 24 (1957).
 CAHEN, L.; HOLMES, A.: Geocronologie Africaine — Résultats acquis au 1er Septembre, 1965. — Ass. Serv. Geol. Afr. Reunião de Nairobi Comp. R. et. Comm., (1955).
 COELHO, A. V.; PINTO, M. S.: O complexo gabro-anortositica de Tete. — Bol. Serv. Geol. Minas, Lourenço Marques, 35 (1960) S. 63–78.
 DAVIDSON, C. F.; BENETT, I. A.: The uranium deposits of the Tete district, Moçambique. — Mineral Mag., London 29 (1950) S. 291–303.
 FREITAS, A. J.: O estudo da geologia de Moçambique. — Bol. Soc. Est. Moçambique 99 (1956).
 — Notas sobre a geologia e sobre a industria, contendo esboço geológico na escala de 1:5.000.000, segundo elementos compilados por c. Freire de Andrade, 1928, e trabalhos de campo de a. J. Freitas e A. Borges, 1929 a 1933. Porto: Ex. Col. Port., 1934.
 GOUVEIA DA CUNHA, J. A.: Notícia explicativa, Carta de jazigos e ocorrencias minerais. — Serv. Geol. Minas, Lourenço Marques (1974).
 HOLMES, A.: The sequence of Pre-Cambrian orogenic belts in South and Central Africa. — Report of the eighteenth session. Int. Geol. Cong., Part XIV, Great Britain (1948).
 HUTCHINSON, R. W.; CLAUS, R. J.: Pegmatite deposits, Alto Ligonha, P. E. A. — Econ. Geol., Lancaster 11 (1956) S. 757–779.
 KNORRING O. VON: The mineralogical aspects of the pegmatites of Alto Ligonha area, Moçambique. — 6th. Ann. Rep. Inst. African Geol., Leeds (1962) S. 7–13.
 — Mineralogical and geochemical aspects of pegmatites from orogenic belts of equatorial and southern Africa. — African Magm. and Tectonics, Kennedy vol. (1970) S. 157–184.
 NEVES, J. M.; LOPES NUNES, J. E.; LUCAS, D. B.: Mineralogy and geochemistry of pegmatites from Mozambique (P. E. A.). — Rev. de Ciências Geol. Univ. de Maputo, Serie A 4 (1971) S. 1–11.
 NUNES, A. F.: Moçambique e os seus Minérios. — Bol. Soc. Est. Moçambique, Lourenço Marques 36 (1967) S. 152–153.
 — Subsídio para a história da geologia de Moçambique. — Doc. Moçamb. n. 93 a 96 (1958).
 PACHECO, J. T.: O sistema de rifts da Africa Oriental. — Agrup. Cient. Geol. Univ. Lisboa. Junt. Inv. Ult. Lisboa 1967.
 PUTZER, H.: Mineralische Rohstoffe in Moçambique. — Erzmetall, Stuttgart XXIII (1970) S. 327–336.
 REAL, F.: Geologica da bacia do Rio Zembéze (Moçambique). — Junta Investig. Ultramar. CDU 55 (679–02) Lisboa 1966. 183 S.
 SMIRNOVA, N.: Die seltenen Elemente auf dem kapitalistischen Weltmarkt. Teil II, Literaturüberblick. — Z. angew. Geol., Berlin 22 (1976) 11, S. 540 bis 544.
 SNEILING, N. J.; HAMILTON, E.; REX, D.; HORNUNG, G.; JOHNSON, R. L.; SLATER, D.; VAIL, J. R.: Âge determinations from the Mozambique and Zembezi orogenic Belts Central Africa. — Nature, London 201 (1966) 4918, S. 463–464.
 VAIL, J. R.; PINTO, M. S.: A série de Fingoé-Contruição para o estudo das rochas da série de Fingoé (Tete, Moçambique). — Bol. Serv. Geol. Minas, Lourenço Marques 33 (1966).