

SPUREN DER KOLLISION WEST- UND OSTGONDWANAS – 15 JAHRE OSTAFRIKA-FORSCHUNG IN GRAZ

Eckart WALLBRECHER¹, Harald FRITZ¹, Christoph HAUZENBERGER¹,
Sospeter MUHONGO², Ali A. KHUDEIR³, Georg HOINKES¹, Jürgen LOIZENBAUER⁴,
Peter NEUMAYR⁵, Andreas BAUERNHOFER¹, Veronika TENCZER¹,
Aberra MOGESSIE¹, Martin BREGAR¹, Klaus PELZ⁶, Elliott M. MATHU⁷, Norbert OPIYO-
AKECH⁷, Urs KLOETZLI⁸, Robert D. DALLMEIER⁹ & Robert HANDLER¹⁰

¹ Institut für Erdwissenschaften, Karl Franzens Universität Graz, A-8010 Graz

² Department of Geologie, University of Dar Es Salaam, P.O.Box 352, Tansania

³ Department of Geology, University of Assiut, Ägypten

⁴ Geologic Technisches Büro für Geologie GmbH, Deutschlandsberg

⁵ Centre for Global Metallogeny, University of Western Australia, Perth, Australien

⁶ Institut für Geologie und Paläontologie Universität Stuttgart, Herdweg 51, D-70174 Stuttgart

⁷ Department of Geology, University of Nairobi, P.O.Box 30197, Nairobi, Kenia

⁸ Institut für Mineralogie & Kristallographie, Universität Wien, Geozentrum, Althanstr. 14, A1090 Wien

⁹ Department of Geology, University of Georgia, Athens, USA

¹⁰ Department of Geography, Geology and Mineralogy, Paris-Lodron University, A-5020 Salzburg

e-mail: Eckart.wallbrecher@kfunigraz.ac.at

Nach ersten Geländebegehungen anlässlich von Gastprofessuren an der Universität Assiut (Ägypten) in den Jahren 1989 bis 1992 (E. Wallbrecher, H. Fritz) arbeiten seit 1993 Mitglieder des Institutes Für Erdwissenschaften der Karl-Franzens-Universität Graz in Ägypten (FWF Projekt P09703-Geo) und in Kenia und Tansania (P12375-Geo und P1559-Geo). Diese Arbeiten haben das Ziel, die Entstehung des Superkontinentes Gondwana aus den Fragmenten West- und Ostgondwanas zu verstehen. Die Existenz Gondwanas während paläozoischer Zeit (von ca. 550 Ma bis ca. 250 Ma) ist gesichertes Erkenntnis. Die Konvergenz von Ost- und Westgondwana und damit die Schließung des "Mozambique-Ozeans" hat das Ostafrikanische Orogen gebildet, das aus dem Arabisch-Nubischen Schild im Norden und dem Mozambique Belt im Süden gebildet wird. Insgesamt erstreckt sich dieses Orogen von der Halbinsel Sinai bis in die Antarktis. In der panafricanischen Orogenese (ca. 700 – 550 Ma) kollidierten die westlichen Kratone Ostsahara, Tansania, Kalahari (Westgondwana) mit den Terranen Arabien, Somalia, Madagascar, Indien, Sri Lanka, Antarktis (Ostgondwana). Ein signifikanter Unterschied zwischen dem Arabisch-Nubischen Schild und dem Mozambique Belt ist ein sehr ausgedehntes Vorkommen juveniler ozeanischer Kruste in ersterem, verglichen mit sehr schmalen Linsen aus ophiolitischen Material, bzw. dessen gänzlichem Fehlen in letzterem.

1. Östliche Wüste, Ägypten (Arabisch-Nubischer Schild)

Für die Entwicklung des Arabisch-Nubischen Schildes wurde eine Krusten-Konsolidierung durch Akkretion von Inselbögen angenommen. Das Vorhandensein mehrfach deformierter kontinentaler Kruste wurde abgelehnt. Neuere Untersuchungen haben jedoch das Vorhandensein mehrerer metamorpher Dome aufgezeigt, die parallel zum NW-SE-Streichen des Panafricanischen Orogens ausgerichtet sind.

Unsere Arbeitsgruppe konnte neue geochronologische Daten (Pb/Pb-Evaporationsmethode an Einzelzirkonen und Ar⁴⁰/Ar³⁹-Datierungen an Amphibolen und Hellglimmern), sowie neue Daten über p-T-Pfade, Analyse von Flüssigkeitseinschlüssen und Strukturdaten (Foliation, Lineation, Gitterregelungen von Quarz, Strain-Analyse) gewinnen, die es uns erlauben, ein detaillierteres Modell der panafricanischen Entwicklung des nordöstlichen Randes Westgondwanas zu erstellen. Dieses Modell wurde für die östliche Wüste Ägyptens entwickelt, könnte aber auch auf größere Bereiche Nordostafrikas angewendet werden:

Um 800 Ma, begann ein Wilson- Zyklus mit dem Auseinanderbrechen des Superkontinentes Rodinia. Während der Bildung eines kontinentalen Grabens intrudierten Granitoide vom Typ

'Um Ba'nib (G. Meatiq), anschließend wurde juvenile ozeanische Kruste durch weitere Dehnung der Kontinentalen Kruste und Aufwölbung der Asthenosphäre gebildet. Reste der ältesten ozeanischen Kruste sind Amphibolite am Nordrand des G. Meatiq und amphibolitische Schollen im 'Um Ba'nib-Granit. Zu Beginn dieser Entwicklung entstanden auch Sedimentbecken mit quarz- und glimmerreichem terrestrischen Detritus.

Zwischen 660 und 640 Ma begann die panafrikanische Orogenese (s. str.) mit Konvergenz- und Kompressions-Tektonik; hierbei wurden marine und terrestrische Sedimente in einem Akkretionskeil gestapelt und bei fortschreitender Subduktion nach NW auf den 'Um-Ba'nib-Granit überschoben. Granit und Sedimente erlitten eine Metamorphose in der oberen Amphibolit-Fazies. Gleichzeitig wurden östlich des Kontinentalrandes vulkanische Inselbögen über der Subduktion gebildet. Während dieser prograden Metamorphose wurden H₂O-CO₂-reiche Fluide eingeschlossen, aus denen sich die p-T-Bedingungen während des Höhepunktes der Metamorphose ableiten lassen.

Von 640 bis 620 Ma stieg der amphibolitfazielle Kernkomplex bis zu einer Tiefe von ca. 10 km auf und Obduktion und Deckentransport des ozeanischen Materials begann. Die Überschiebung ozeanischen Krustenmaterials auf Metasedimente ist markiert durch den Beginn einer grünschiefer-faziellen Metamorphose, in deren Folge Mylonitisierung mit subhorizontaler Foliation und einem ausgeprägten SE-NW-Streckungslinear in den unterlagernden Metasedimenten und im Dach des Granit-Komplexes erfolgte. Eine große Zahl von Schersinn-Indikatoren weist auf einen SE-NW-Transport hin. Reste ophiolithischer Klippen wurden auf dem Dach des G.Meatiq-Doms gefunden.

Um 614 Ma zeigt die Intrusion synorogener Granite (Abu-Ziran-Granit im G. Meatiq) den Beginn einer Transpressions-Tektonik an, die auf eine schiefe Konvergenz zurückgeführt werden kann. Hierbei wurden große Mengen von Magmatiten gebildet (Im G. Sibai ca. 90% der Domstruktur) und der Aufstieg der metamorphen Dome (G. Meatiq, G. Sibai, G. Hafafit) begann. Da kein Hinweis auf Krustenverdickung vorliegt, ist der Aufstieg hauptsächlich durch Aufwölbung bei Kompression in E-W-Richtung und durch Intrusion von Plutonen zu erklären.

E-W-Kompression bewirkte auch steile sinistrale Strike-Slip-Scherzonen an den südwestlichen und nordöstlichen Rändern der Kernkomplexe (G. Meatiq, G. Sibai, G. Hafafit, G. Shlul, Wadi Beitan). Großräumig sind diese Scherzonen en-échélon angeordnet. Die südwestliche Scherzone zeigt generell sinistralen Versatz mit hohem Fluid-Durchfluß. der frühere dextrale Gefüge überprägt, die während des Deckentransportes gebildet wurden. Diese komplexe Entwicklung ist auf die Südwestränder der Dome beschränkt, wo ein Übergang von flacher mylonitischer Foliation in ein vertikale Position zu beobachten ist.

Um ca. 590 Ma bewirkte eine orogen-parallele Dehnung zusammen mit der Intrusion von Graniten flache Abschiebungen an den NW- und SE- Rändern, die ein Abrutschen des Deckenstapels beim Aufstieg der Dome anzeigen. Datierung von Hellglimmern aus Scherzonen und Abschiebungen zeigen, daß diese annähernd gleichzeitig zu dieser Zeit entstanden sind. Am SE-Rand des G. Meatiq intrudierten synorogene Granite in Dehnungsfugen, die sich in Riedel-Richtungen zu den Hauptscherzonen entwickelten. Während dieser Phase durchdrangen CO₂-(H₂O)-reiche Fluide die Kernkomplexe, die am Rande der Basement-Dome Karbonatisierung der Ophiolithe mit Talk- und Magnesit-Mineralisation bewirkte.

Letzte Ereignise sind Ablagerungen von molasse-ähnlichen Sedimenten in Subsidenzbecken längs der Orogenachse (Kareimbecken) bzw. als Pull-Apart- oder Vorlandbecken (Hammamatbecken).

2. Kenia und Tansania (Mozambique Belt)

Im Bezirk Voi in Sükenia können drei Struktureinheiten unterschieden werden: (1) Die östlichste Einheit (Östlicher Galana-Fluß) besteht aus flach gelagerten Metapeliten und Marmoren, die auf eine Herkunft von einem Kontinentalrand hinweisen. (2) Ein zentraler

Bereich (westlicher Galana-Fluß) besteht aus Metatonaliten und Amphiboliten mit Inselbogen- und/oder MOR-Herkunft und wenigen ultramafischen Linsen. Dieser Bereich enthält eine sehr deutlich entwickelte N-S-streichende Strike-Slip-Scherzone mit sinistralen Versatz, der eine Fortsetzung der Athi-Scherzone in Zentralkenia sein könnte. (3) Der westlichste Bereich (Taita Hills) enthält granulitfazielle Metapelite und Marmore, sowie Ultramafite. Er wird tektonisch durch flache Foliation und südwärts gerichtete Imbrikation charakterisiert. Er könnte von einem Akkretionskeil abgeleitet werden. Südwest gerichtete Imbrikation ist auch das Hauptmerkmal der Pare und Usambara-Berge in Nordtansania. Diese Beobachtungen könnten bedeuten, daß der östliche Rand Westgondwanas im Galana-Fluß-Profil liegen könnte und dieses damit eine bedeutende Suturezone enthält. Kontinentalrand-Sedimente können weiter nach Süden über die Uмба-Steppe (zwischen Mombasa und Tanga), den Wami-Fluß (nördlich Dar Es Salaam) bis in die Uluguru-Berge in Zentraltansania verfolgt werden. Strike-Slip-Scherzonen setzen sich bis in die Nähe von Morogoro fort.

In Zentral-Tansania ändert sich der tektonische Bau völlig: Hier sind die Strukturen geprägt von hochdeformierten Mylonitbändern. Schersinn-Indikatoren und Faltenvergenzen zeigen einen eindeutigen Top-nach-Westen-Transport an und damit einen Deckentransport in westlicher Richtung auf den Tansania-Kraton.

Neue Shrimp-Datierungen an Zirkonen des Uluguru-Anorthosit-Komplexes ergaben Protolithalter zwischen 900 und 800 Ma und eine metamorphe Überprägung bei 600 Ma. Dieses Protolithalter und eine sehr starke kontinentale Kontamination dieser Magmen ließe sich durch eine Intrusion in ein kontinentales Riftsystem während des Auseinanderbrechens Rodinias erklären. Im Gegensatz zur östlichen Wüste in Ägypten, wo die Konvergenz nur zu einer Ozean-Kontinent-Kollision führte, ist der Mozambique Belt in Südkenia und Tansania durch Kontinent-Kontinent-Kollision gebildet.

Reste von Inselbögen und MORB-Gesteine, die zumindest im Bezirk Voi zu finden sind, können Teil einer Suturezone sein. Ein ozeanischer Bereich (Mozambique-Ozean) wurde geschlossen zwischen einem östlichen passiven Kontinentalrand und einem westlichen aktiven Kontinentalrand, der dem Tansanischen Granulit-Gürtel entspricht. Während der Schließung wurden Teile eines Akkretionskeils nach SW transportiert.

Schiefe Konvergenz der Blöcke zeigt sich in der Schertektonik des Galana-Profiles. Das Alter der Konvergenz ist 530 - 580 Ma, datiert mit Sm-Nd-Gesamtgestein-Granat-Isochronen. Dies ist auch das Alter der Metamorphose-Höhepunktes.

Die Hauptstrukturen der panafrikanischen Orogenese bilden:

1.) Deckenstapel mit NE-SW-Transport in Südkenia und Nordtansania, die durch eine Platznahme der Decken unter hohen Temperaturen in einem tiefen Krustenniveau gekennzeichnet sind.

2.) Horizontaler Deckentransport in westliche Richtung auf den Kraton in Zentraltansania.

Da hier die Alter des Kratonrandes nicht überprägt sind, muß der Deckentransport hier unter relativ kalten Bedingungen erfolgt sein. Die Wurzel dieser Decken dürften im östlichen Zentraltansania oder noch weiter östlich liegen.

Die unterschiedliche Transportrichtung der Decken (S bis SW in den Taita Hills, den Pare und Usambara-Bergen und nach Westen im zentralen Bereich) wird durch die Form des Tansania-Kratons bestimmt.

3.) Die Alter im zentralen Granulitgürtel zeigen z.T. unterschiedliche panafrikanische Alter.

Der Grund hierfür dürfte in Scherzonen unterschiedlicher Größe zu suchen sein, die Blöcke unterschiedlichen Alters zusammenbringen. Solche Scherzonen sind gut entwickelt in den Pare Bergen, im Bereich des Mautia Hill und in Bereich zwischen Mikumi und Iringa.

4) Der westlich anschließende altproterozoische Usagan-Orogengürtel ist über weite Teile panafrikanisch metamorph überprägt. Diese Entwicklung konnte bisher bis zum Ruvumu-Fluß (Grenze nach Mozambique) beobachtet werden und wird Ziel weiterer Untersuchungen sein.