

documenta
naturae | no. 177

München 2009

**In Memoriam
Saidi (Samson) Kapilima
1953-2007**



Herausgegeben von Thomas Schlüter, Rolf Kohring und Christa Werner

DOCUMENTA NATURAE

Nr. 177

2009

ISBN: 978-3-86544-177-5

ISSN 0723-8428

**Herausgeber der Zeitschrift Documenta naturae im
Verlag (Publishing House) Documenta naturae - München (Munich)**

Dr. Hans-Joachim Gregor, Daxerstr. 21, D-82140 Olching
Dr. Heinz J. Unger, Nußbaumstraße 13, D-85435 Altenerding

Vertrieb: Dipl.-Ing. Herbert Goslowsky, Joh.-Seb.-Bach-Weg 2, 85238 Petershausen,
e-mail: goslowsky@documenta-naturae.de

Die Zeitschrift erscheint in zwangloser Folge mit Themen aus den Gebieten Geologie, Paläontologie (Lagerstättenkunde, Paläophytologie, Stratigraphie usw.), Botanik, Anthropologie, Domestikationsforschung, Vor- und Frühgeschichte u.a.

Die Zeitschrift ist Mitteilungsorgan der Paläobotanisch-Biostratigraphischen Arbeitsgruppe (PBA) im Heimatmuseum Günzburg

Die Sonderbände behandeln unterschiedliche Themen aus den Gebieten Kunst, antike Nahrungsmittel, Natur-Reiseführer oder sind Neuauflagen alter wissenschaftlicher Werke oder spezielle paläontologische Bestimmungsbände für ausgewählte Regionen.

Für die einzelnen Beiträge zeichnen die Autoren verantwortlich,
für die Gesamtgestaltung die Herausgeber.

©copyright 2009 Documenta Verlag. Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwendung außerhalb des Urheberrechtsgesetzes bedarf der Zustimmung des Verlages. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen jeder Art, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und für Einspeicherungen in elektronische Systeme.

Gestaltung und Layout: Juliane Gregor und Hans-Joachim Gregor

Umschlagbild: Saidi (Samson) Kapilima rechts und Gundolf Ernst links in Tansania
1987 (Foto: Thomas Schlüter)

www.palaeo-bavarian-geological-survey.de; www.documenta-naturae.de

München 2009

Contents

Contents and Editorial	1
T. SCHLÜTER, C. WERNER, W. ZILS and S. MUHONGO: Saidi (Samson) Kapilima (1953 – 2007)	3
T. SCHLÜTER and R. KOHRING: Auf der Suche nach den Anfängen: der Wirbeltierpaläontologe Robert Broom (1866 – 1951)	13
R. KOHRING and T. SCHLÜTER: Hans Reck (1886 – 1937): Zwischen Vulkanen und Fossilien	27
J. I. MATONDO: Computational Methods Used to Generate Information Required in Climate Change Studies in Swaziland	55
F. MANGASINI: Oldoinyo Lengai Geopark: Geotourism, Culture and Environment	67
S. KÜHN: Geita Gold Mine – a Review	75
T. SCHLÜTER and R. KOHRING: A Review of Trace Fossils in the Upper Cretaceous Flysch Sediments of Coastal SE-Tanzania	87
T. SCHLÜTER: Buchbesprechung – Book Review. Seilacher, Adolf (2007): Trace Fossil Analysis	115

Editorial

This volume of „*documenta naturae*“ contains a compilation of geoscientific papers dedicated to the memory of the late Saidi (Samson) Kapilima (1953 – 2007), who was an Associate Professor at the Department of Geology, University of Dar es Salaam, Tanzania. It is the aim of this publication and surely also in the sense of Saidi Kapilima to contribute to capacity building within the geoscientific community of Eastern and Southern Africa by exchange of knowledge and ideas, because the specialists who have contributed to this volume recognize the need to convey their messages to other specialists, and thus may also contribute to sustainable development of the African continent.

Th. Schlüter, August 2009

Saidi (Samson) Kapilima (1953 – 2007)

Thomas Schlueter, Christa Werner, Wolfgang Zils and Sospeter Muhongo

Abstract: Life and work of the Tanzanian geologist and palaeontologist Saidi (Samson) Kapilima (1953-2007) are described. After a Master of Science (M. Sc.) from Ile Ife, Nigeria, he received his doctorate (Dr. rer. nat.) at Technical University Berlin (TU-Berlin) in 1984 and returned then to the University of Dar es Salaam being promoted to Lecturer, in 1987 to Senior Lecturer, and in 2004 to Associate Professor. His scientific work concentrated on sediments and fossils of Mesozoic coastal Tanzania, but he was also engaged in environmental protection due to hydrocarbon exploration and exploitation off-shore at Songo Songo Island. He authored or co-authored about 30 scientific papers and was often requested to participate in scientific endeavours and projects initiated and carried out by geoscience researchers of developed countries (e. g. at Tendaguru and in Rukwa Rift Valley), thus contributing to sustainable development of the geosciences in Tanzania.

Zusammenfassung: Leben und Werk des tansanischen Geologen und Paläontologen Saidi (Samson) Kapilima (1953-2007) werden beschrieben. Nach seinem Master of Science (M. Sc.) an der Ile Ife Universität in Nigeria wurde er im Jahr 1984 an der Technischen Universität Berlin zum Dr. rer. nat. promoviert. Sein wissenschaftliches Werk umfasst etwa 30 Titel, in denen er sich vor allem verschiedenen Aspekten der Sedimentologie, Biostratigraphie und Paläontologie des tansanischen Küstenstreifens widmete, aber auch die erdgashaltigen Gesteine der Küste vorgelagerten Insel Songo Songo untersuchte und die Umweltverhältnisse während der Exploration bewertete. In seinen letzten Jahren war Saidi (Samson) Kapilima ein gesuchter Partner für geowissenschaftliche Projekte, die von Forschern aus westlichen Ländern in Tansania durchgeführt werden sollten (z.B. in Tendaguru und im Rukwa Rift Valley).

Address of the Authors:

Prof. Dr. Thomas Schlueter, Institut für Geowissenschaften, Universität Potsdam, Karl-Liebknecht-Straße 24, Haus 27, D-14476 Potsdam, oder von August 2009 an: Department of Geography, Environmental Sciences and Planning, University of Swaziland, Private Bag 4, Kwaluseni, Swaziland.

Email: thomas.schlueter2008@googlemail.com

Dr. Christa Werner und Wolfgang Zils, IAPG e.V., Nazarethkirchstraße 45, D-13347 Berlin, Germany.

Email: Zils.Werner@arcor.de

Prof. Dr. Sospeter M. Muhongo, ICSU Regional Office for Africa, P.O. Box 13252 Pretoria, 0028 South Africa.

Email: s.muhongo@icsu-africa.org

Introduction

Prof. Saidi (Samson) Kapilima died after a long illness on 25th July 2007 at the early age of 54 years. He was born on 15th March 1953 at the Tanzanian town of Kilwa – Kivinje, in a region then ruled by British administration as Tanganyika. Saidi Kapilima originated from the typical Swahili culture of the East African coastal region and entered after High School the University of Dar es Salaam where he obtained in the newly founded Department of Geology in 1977 a Bachelor of Science (B. Sc.). He became then a Tutorial Assistant at this institution.

In the same year he received a scholarship for a Master of Science (M. Sc.) in Applied Geology at the University of Ile Ife in Nigeria and completed the course work for it in 1978 (Plate 1, Fig. 1). Here he showed for the first time a keen interest in fossil invertebrates and micro-palaeontology that accompanied him for his entire career. He returned to Dar es Salaam and was then promoted to Assistant Lecturer in the Department of Geology. For sustainable academic development in this institution the German Academic Exchange Service (DAAD) had since the end-seventies sent lecturers there, among those Dr. Mario Fay, a sedimentologist, who strongly supported a doctoral scholarship for Saidi Kapilima in the field of stratigraphy and palaeontology of the Tanzanian hinterland of Dar es Salaam and Bagamoyo, to be completed at the Technical University of Berlin (West) at its Department of Geology and Palaeontology.

Fieldwork for his thesis was carried out from June to October 1981 under the guidance of Prof. Karl Werner Barthel (TU-Berlin), who was the official supervisor, but unfortunately and prematurely already died in October 1981. The supervision was then assigned to Prof. A. von Hillebrandt (TU-Berlin), and on 25th July 1984 Saidi Kapilima was promoted to the degree of Doctor rer. nat. from the Technical University (Plate 1, Fig. 2). The thesis („Stratigraphische und paläontologische Untersuchungen im Jura und der Kreide des tansanischen Küstenstreifens im Hinterland von Dar-es-Salaam und Bagamoyo“) was subsequently published as number 57 in the series of Berliner Geowissenschaftliche Abhandlungen. From that time he was deeply concerned with invertebrate fossils and stratigraphy of Cretaceous and Jurassic age in Tanzania, and has published a number of papers on this subject.

PLATE 1

Fig. 1: Academic celebration (M.Sc.) of Saidi Kapilima (left) at University of Ile Ife (Ife, Nigeria) in 1979 (Photograph kindly provided by his widow Mrs. Epiphania Mtumbuka).

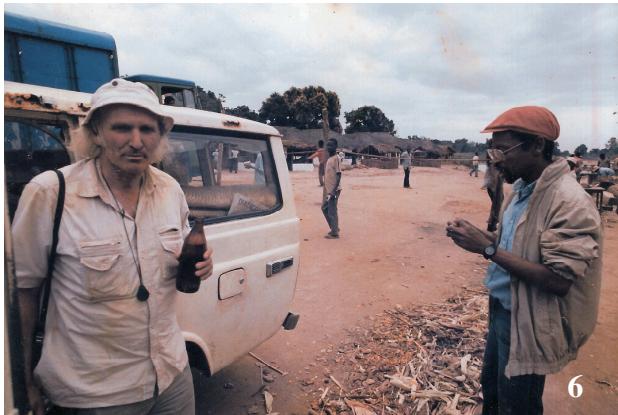
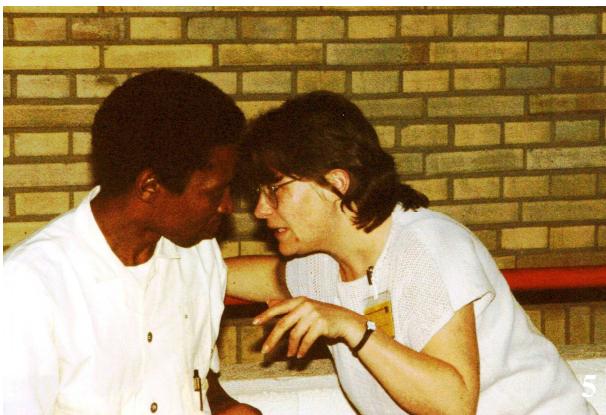
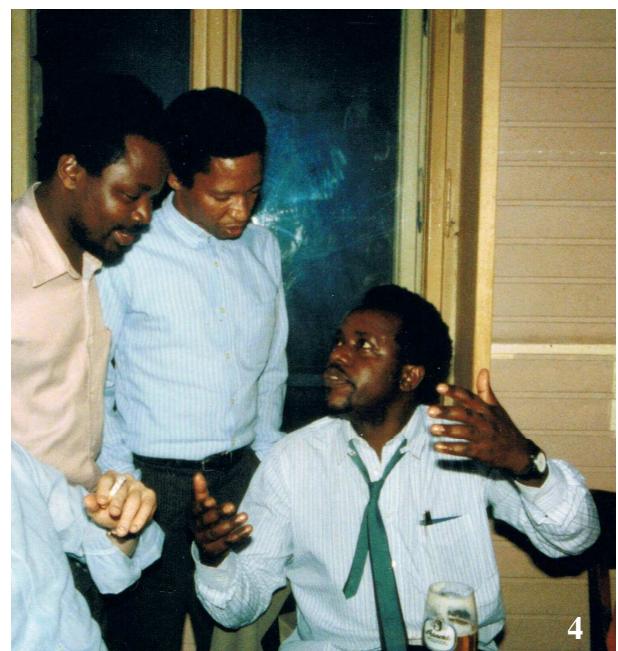
Fig. 2: Academic celebration (Dr. rer. nat.) of Saidi Kapilima (middle) at Technical University Berlin (Germany) in 1984; left Prof. Dr. Zeiss (Erlangen, Germany), right Prof. Dr. von Hillebrandt (TU-Berlin, Germany); (Photograph kindly provided by his widow Mrs. Epiphania Mtumbuka).

Fig. 3: Saidi Kapilima at Free University Berlin (Germany) in August 1987.

Fig. 4: Special meeting initiated by Prof. Gundolf Ernst (Free University Berlin) in August 1987; Saidi Kapilima (middle) with his Tanzanian DAAD colleagues M. Mutakyawa (left) and Sospeter Muhongo (right).

Fig. 5: Saidi Kapilima (left) and Christa Werner (right) during the “14th Colloquium on African Geology” held in August 1987 at TU-Berlin (Germany).

Fig. 6: Saidi Kapilima (left) and Prof. Gundolf Ernst (Free University Berlin) during fieldwork in the Kilwa Region, Tanzania, in August 1988 (Photograph kindly provided by Mrs. Epiphania Mtumbuka).

PLATE 1

Laboratory work for the thesis was largely done at TU-Berlin, but much help was also provided by Prof. A. Zeiss of Erlangen University, who especially placed his literature references at Saidi Kapilimas disposal. All samples and fossils described in the work are now housed in the Museum für Naturkunde of Humboldt University, Berlin. During his stay in Berlin from April 1980 to October 1984 Saidi Kapilima was accompanied by his wife Epiphania Mtumbuka, whom he had married already in 1977.

Work at University of Dar es Salaam

Back in Dar es Salaam in October 1984 he was then promoted to Lecturer, a position he was holding till 1987, when he became Senior Lecturer and obtained a research scholarship again at Technical University Berlin, and continued to work on Jurassic ammonites. Some fieldwork was carried out in the mid-eighties together with the well-known specialist of Jurassic ammonites, Prof. G. Westermann, of Hamilton University, Canada. He also closely cooperated with Dr. Manfred Gröschke (TU-Berlin), and together they investigated the Jurassic ammonites from the Mandawa and Mahokondo areas in southern Tanzania that were assumed to indicate marine stratigraphic equivalents to the more brackish or at least terrestrial influenced sediments of the famous Tendaguru deposits, where in the early 20th century the most important African dinosaurs were discovered. However, the political circumstances during this time were not very favourable for his scientific research ambitions, because the Berlin Wall barred immediate access to comparable fossils still stored since the German Tendaguru expedition (1909 – 1912) in the Museum für Naturkunde in East Berlin, but Dr. Herrmann Jäger, then curator in this institution provided help and access to the palaeontological department in the museum. The results of these investigations were only published in 1995, because Manfred Gröschke was from 1989 till 1992 working in Khartum in Sudan as DAAD-sponsored lecturer.

During a short research scholarship grant he came into close contact with Prof. Gundolf Ernst of Free University, Berlin (West), when during August 1987 the Special Research Project 69 of the Technical University of Berlin organized the 14th Colloquium on African Geology, where about 200 geoscientist from Africa, Europe and North America participated (Plate 1, Fig. 3, 4 and 5). Prof. Gundolf Ernst (1930-2002), a specialist in Cretaceous stratigraphy, had developed a keen interest in the Upper Cretaceous deposits in the Kilwa – Kivinje area in southeastern Tanzania, where new outcrops during road constructions were exposed in sections that are exceptional by containing a highly diverse ichnofauna not fitting into the depositional model derived from other palaeontological and general geological evidence there (see Schlüter and Kohring 2009, this volume). Subsequently and after return to Dar es Salaam, Saidi Kapilima, Gundolf Ernst and Thomas Schlüter, who was then a DAAD exchange lecturer at the Department of Geology at University of Dar es Salaam, organised field trips to southern Tanzania and profiled the Kilwa – Kivinje sections (Plate 1, Fig. 6, Plate 2, Fig. 1 and 2). In 1989 Saidi Kapilima obtained another short term research grant from Technical University Berlin.

In 1987 he was promoted to Senior Lecturer and became Head of Department in 1988, the latter position he was holding till 1994. This period was sometimes a bit difficult and a period of transition. The new building of the Department of Geology was with Finnish financial and personal aid already inaugurated in 1985, but step-by-step the Finnish cooperation slowed down and stopped finally in the early nineties. Similarly ended the permanent manpower aid provided by DAAD over the 1980s and CIM (till 1991), two German international development agencies. UNESCO funds that also had been given since the late 1970s in the frame of IGCP (International Geoscience Programme) to individual researchers at the Department of Geology could not

compensate the large-scale support from Finland and Germany, and it was difficult to attract other generous sponsors. A Master of Science (M. Sc.) degree by coursework and thesis was introduced in the late 1980s, but unfortunately in its early years this programme suffered from few applications and participants in its coursework.

Another problem may also be mentioned here: Optical and other instruments to be kept without physical damage in the department need obviously permanent storage under cold air conditions, what in the extreme tropical humid environment and during the frequent power cuts in Dar es Salaam was often not possible. The physical infrastructure of the Department of Geology was and still is in permanent thread of deterioration. Saidi Kapilima and all his successors were and are strongly confronted with the liability to fight against this deplorable state of affairs.

Only selective research projects were dealt with since the end-nineties, practically all in cooperation with geology departments in the 1st world, but nevertheless these projects were often quite successful and led to a largely increased manpower and personnel infrastructure in the department, when several Ph. D. candidates sent out to various foreign universities had come back with their degrees. Thus the nineties were a time of consolidation and transition, during which the Department of Geology had to find a new role as a transmitter and potential seller of ideas how to attract scientists from the 1st world for geoscientific research projects in Tanzania.

Saidi Kapilima was involved since the mid-nineties in environmental assessment of hydrocarbon exploration and exploitation of Songo Songo Island about 300 km southeast of Dar es Salaam, where large amounts of gas had been discovered and currently are still produced. He also contributed to the stratigraphic and structural mapping of this island.

Another project concentrated on the famous locality of Tendaguru near the town of Lindi in southeastern Tanzania, where in 2000 a German-sponsored expedition with participants mainly from the Museum für Naturkunde in Berlin investigated future research opportunities in the field, and where Saidi Kapilima was engaged as the local counter part and guide in this still today rather inaccessible area. Unfortunately the German research foundation (DFG) later stopped funding of this endeavour.

A new project in which he also fully participated was initiated by a group of American geoscientists and palaeontologists who analysed the Cretaceous and Paleogene Red Sandstone Group in the Rukwa Rift Basin and in the Songwe Valley in central southern Tanzania, where various fossil mammal bones and remains of other vertebrates and invertebrates were discovered. The research activities of this group are still ongoing

Merits

Saidi Kapilima's research and other academic activities suffered from a major setback caused by a car accident in February 1995, from which he never wholly recovered. In July 2004 he was promoted to Associate Professor (Plate 2, Fig. 3 and 4). Shortly before his death he converted from his original Moslem into Roman-Katholic belief and was baptized as Samson Kapilima (Plate 2, Fig. 6). He authored or co-authored about 30 geoscientific papers, mostly concentrating on sedimentology, biostratigraphy and palaeontology of Mesozoic coastal Tanzania. Additionally he was involved in the analysis of hydrocarbon-bearing sediments of Songo Songo Island and environmental protection during exploitation of this gas-bearing site. In his later years he was an highly esteemed partner for projects in Tanzania initiated by geoscientists in western

and developed countries, e. g. at Tendaguru and in the Rukwa Rift Valley (Plate 2, Fig. 5). He was a man of capacity of which the African continent is still in urgent need and will be remembered with affection and respect by his remaining colleagues and students, as well as by numerous friends both in Africa and outside. He is survived by his wife and four children.

List of Publications of Prof. Saidi (Samson) Kapilima

1984

Kapilima, S.: Stratigraphische und paläontologische Untersuchungen im Jura und der Kreide des tansanischen Küstenstreifens im Hinterland von Dar-Es-Salaam und Bagamoyo.- Berliner geowissenschaftliche Abhandlungen, A, **57**: 1-77; Berlin. (PhD Thesis)

1986

Kapilima, S.: Palaeogeography of Hinterland of Dar Es Salaam (Tanzania) during the Middle Jurassic.- Tanzania Journal of Science, **12**: 35-54; Dar es Salaam.

1989

Kapilima, S.: An outline of the Stratigraphy of the Jurassic and Lower Cretaceous Rocks in the Hinterland of Dar es Salaam.- Proceedings Symp. Two Decades Sci. Develepm. Tanzania 1965-1985: 101-112; Dar es Salaam.

1995

Gröschke, M. & Kapilima, S.: Ammoniten aus dem Septarienmergel (Kimmeridgium) des Mandawa-Mahokondo-Gebietes bei Nchia, Südtansania.- Berliner geowissenschaftliche Abhandlungen, E (Gundolf-Ernst-Festschrift) **16.2**: 645-661; Berlin.

PLATE 2

Fig. 1: Saidi Kapilima during fieldwork in Kilwa Region, August 1988.

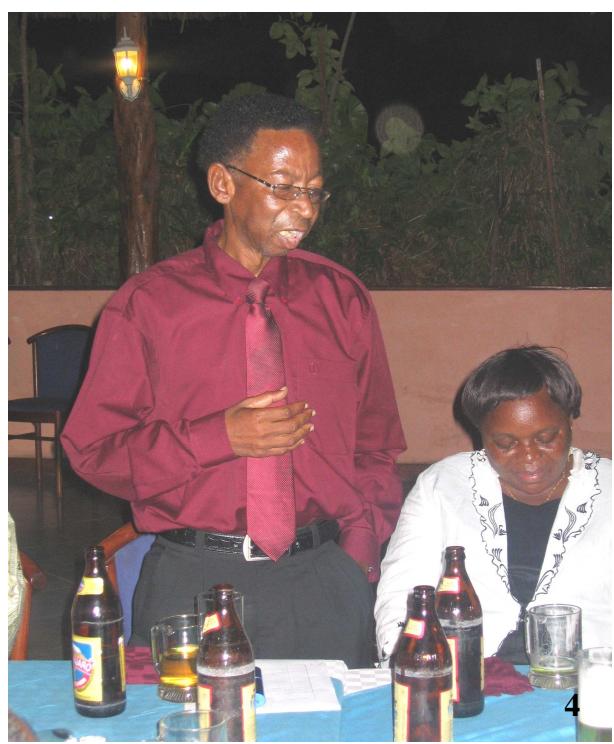
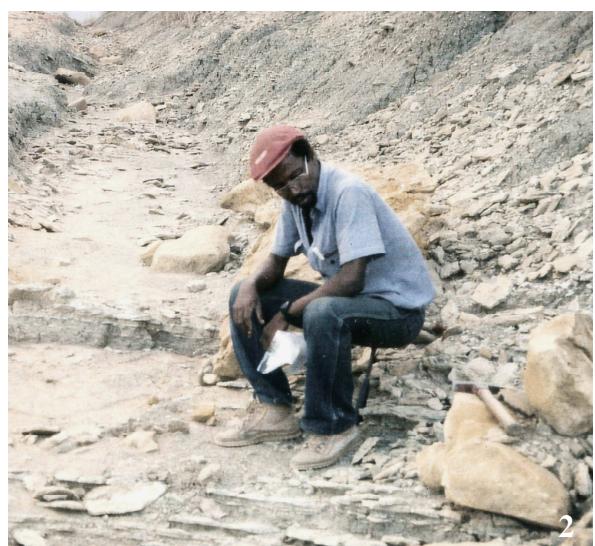
Fig. 2: Saidi Kapilima during fieldwork in Kilwa Region, August 1988.

Fig. 3: Saidi Kapilima (left) with Wolfgang Zils, President of IAPG e. V. at the Department of Geology at University of Dar es Salaam in January 2005.

Fig. 4: Saidi Kapilima with his wife Mrs. Epiphania Mtumbuka during celebration of New Year 2005 in January in Dar es Salaam

Fig. 5: Saidi Kapilima, most probably Dar es Salaam 1999 (Photograph kindly provided by his widow Mrs. Epiphania Mtumbuka).

Fig. 6: Baptising celebration of Samson (Saidi) Kapilima in June 2007 in Dar es Salaam (Photograph kindly provided by his widow Mrs. Epiphania Mtumbuka).



Kapilima, S., Mruma, A., Msindai, K. & Kinabo, C.: Surveying and Mapping of Songo Songo Island.- TPDC Consultancy Report. Geology Department, University of Dar es Salaam, Tanzania: 1-99; Dar es Salaam.

1996

Kapilima, S.: Review of Jurassic stratigraphy of coastal Tanzania.- Tanzania Geological Society (TGS), Annual General Conference, April 17-19, 1996; Dodoma.

1997

Kapilima, S.: Stratigraphical and Palaeontological Investigations of Lower to Middle Jurassic rocks of Tanzania. Geological Society of Tanzania (Dodoma).- Journal of the Geological Society **1**: 67-88; Dodoma.

Msindai, K.A & Kapilima, S.: Environmental and Geological Assessment of Songo Songo Island for the purpose of Exploitation of Hydrocarbons.- Proceedings of International Conference on small-scale mining in African countries (edited by Lars Landner), 125-140; Bromma, Sweden.

1998

Muhongo, S., Kapilima, S. & Mtoni, Y.: Geological development and mineral resources of the coastal basin of Tanzania.- Intergovernmental Oceanographic Commission, Workshop report, **165**: 209-215; Maputo.

1999

Kapilima, S & Msindai, K. A.: Facies Analysis of Limestones at Songo Songo Island, SE Tanzania.- Tanzania Journal of Science, **26**: 121-132, Dar es Salaam.

2001

Heinrich, W.-D., Bussert, R., Aberhan, M., Hampe, O., Kapilima, S., Schrank, E., Schultka, S., Maier, G., Msaky, E., Sames, B. & Chami, R.: The German-Tanzanian Tendaguru Expedition 2000.- Mitteilungen aus dem Museum für Naturkunde in Berlin, Geowissenschaftliche Reihe, **4**: 223-237; Berlin.

Kapilima, S. & Msindai, K.: Tectono-stratigraphical evolution of Songo Songo Island in southeast Tanzania with reference to the exploitation of hydrocarbons.- Proceedings of the 8th and 9th Regional Conference on the Geology of Kenya: 30-42; Nairobi.

2002

Kapilima, S.: Tectonic and sedimentary Evolution of the Coastal Basin of Tanzania during the Mesozoic times.- Tanzania Journal of Science. **26**: 121-132, Dar es Salaam.

Aberhan, M., Bussert, R., Heinrich, W.-D., Schrank, E., Schultka, S., Sames, B., Kriwet, J. & Kapilima, S.: Palaeoecology and depositional environments of the Tendaguru Beds (Late Jurassic to Early Cretaceous, Tanzania).- Mitteilungen aus dem Museum für Naturkunde in Berlin, Geowissenschaftliche Reihe, **5**: 19-44; Berlin.

2003

Kapilima, S.: Tectonic and sedimentary evolution of the coastal basin of Tanzania during the Mesozoic times.- *Tanzania Journal of Science*, **29 (1)**: 1-16; Dar es Salaam.

Kapilima, S.: Ammonite biostratigraphy of the Jurassic of Tanzania.- *Tanzania Journal of Science*, **29 (2)**: 27-34; Dar es Salaam.

Kapilima, S.: Bajocian ammonites from the Msata Hill (Lugoba Formation) in the hinterland of Dar es Salaam, Tanzania.- *Tanzania Journal of Science*, **29 (2)**: 35-42; Dar es Salaam.

2004

Kapilima, S.: Upper Cretaceous Foraminifera Biostratigraphy of the MitejaNangurukuru Section in Southeastern Tanzania. - submitted to TJS (2004).

Stevens, N. J., Gottfried, M. D., O'Connor, P. M., Roberts, E. M. & Kapilima, S. (2004): A new Paleogene fauna from the East African Rift, southwestern Tanzania.- *Journal of Vertebrate Paleontology*, **24 (suppl. 3)**:118A; Lawrence, Kansas.

Roberts, E. M., O'Connor, P. M., Gottfried, M. D., Stevens, N., Kapilima, S. & Ngasala, S.: Revised stratigraphy and age of the Red Sandstone Group in the Rukwa Rift Basin, Tanzania.- *Cretaceous Research*, **25**: 749-759; London.

2005

Roberts, E. M., Ngasala, S. Kapilima, S., O'Connor, P. M., Gottfried, M. D., Stevens, N. J. & Chami, R.: Stratigraphic and sedimentological analysis of the Red Sandstone Group in the Songwe Valley, Mbeya District.- *East African Rift System (EAR05): Geodynamics, environment, resources & sustainable development*, **Vol. 1**: 87-90.

O'Connor, P. M., Gottfried, M. D., Roberts, E. M., Ngasala, S., Stevens, N. J., Kapilima, S.& Chami, R.: New Cretaceous vertebrate fossil discoveries from the Red Sandstone Group, Rukwa Rift Basin, southwestern Tanzania.- *East African Rift System (EAR05): Geodynamics, environment, resources & sustainable development*. **Vol. 1**: 82-84.

Stevens, N. J., O'Connor, P. M., Gottfried, M. D., Roberts, E. M., Ngasala, S. & Kapilima, S.: New Paleogene mammals and other vertebrates from the Rukwa Rift Basin, southwestern Tanzania.- *Journal of Vertebrate Paleontology*, **25 (suppl. 3)**: 118A Lawrence, Kansas.

2006

O'Connor, P.M., Gottfried, M. D., Stevens, N. J., Roberts, E. M., Ngasala, S., Kapilima, S. & Chami, R.: A new vertebrate fauna from the Cretaceous Red Sandstone Group, Rukwa Rift Basin, Southwestern Tanzania.- *Journal of African Earth Sciences*, **44 (3)**: 277-288; London.

Stevens, N. J., O'Connor, P. M., Roberts, E. M., Gottfried, M. D., Ngasala, S, & Kapilima, S.: *Metaphiomys* from the Paleogene of Southwestern Tanzania.- *Journal of Paleontology*, **80(2)**: 407-410, Lawrence, Kansas.

2007

Feldmann, R. M., O'Connor, P. M., Stevens, N. J., Gottfried, M. D., Roberts, E. M., Ngasala, S., Rasmussen, E. L. & Kapilima, S.: A new freshwater crab (Decapoda: *Brachyura*: Potamonautidae) from the Paleogene of Tanzania, Africa.- Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie - Abhandlungen, **244** (1): 71-78; Stuttgart.

2008

Stevens, N. J., Gottfried, M. D., Roberts, E. M., Kapilima, S., Ngasala, S. & O'Connor, P. M.: Paleontological Exploration in Africa: A view from the Rukwa Rift Basin of Tanzania.- In: Fleagle, J. G. and Gilbert, C. C. (eds.): Elwyn Simons: A Search for Origins: 159-180, (Springer) New York.

in press

Feldmann, R., O'Connor, P. M., Stevens, N. J., Gottfried, M. D., Roberts, E. M., Ngasala, S., Rasmussen, E. L. & Kapilima, S. (in revision): First record of crayfish (Decapoda: Parastacidae) from the continental Africa (Paleogene: Tanzania).- Proceedings of the Royal Society of London, Series B; London.

Auf der Suche nach den Anfängen: der Wirbeltier-Paläontologe Robert Broom (1866-1951)

Thomas Schlüter und Rolf Kohring

Abstract: Life and work of the British-born vertebrate palaeontologist Robert Broom (1866-1951) is described. Grown-up in Scotland he studied natural sciences at Glasgow University and received his B. Sc. in 1887, but had collected specimens of various organisms already during childhood. In 1889 he became a medical doctor and worked in a Glasgow hospital till 1892, when he decided to migrate to Australia, in search for fossil mammal localities there. In Australia he also continued to work for his living as a medical doctor, but returned to Glasgow in 1896, stayed there for another year and departed then to South Africa where he again worked in his medical profession at various places. In 1903 he became professor in zoology and geology at Stellenbosch University near Cape Town and had thus the opportunity to investigate the nearby Permian Karoo localities for mammal-like reptiles. After conflicts with the university's administration he resigned in 1910 from this position and returned later to London, where he obtained for 1913 the Croonian lecturership and visited from 1913-1914 the USA, with the aim to analyze and compare at the AMNH in New York the material of mammal-like reptiles with his own findings from South Africa. Because his intended voluntary enrolment in the British army during WW 1 had been refused due to his advanced age, he returned in 1916 to South Africa and worked there as a medical doctor in the rural area of Griqualand till 1929, where he also served as mayor in the little town of Douglas. Eight years after official retirement age he became in 1934 a curator in the Transvaal Museum in Pretoria and could now more intensively investigate the karst caves in the vicinity of Pretoria for hominin remains. Being very successful by finding additional specimens of *Australopithecus africanus* („Mrs. Ples“) he was active in this field till his death and received further honours as for instance the famous Wollaston Medal of the London Geological Society in 1949.

Kurzfassung: Das Lebenswerk des in Schottland geborenen Wirbeltier-Paläontologen Robert Broom wird dargestellt und beschrieben. Nach Abschluss seines naturwissenschaftlichen Studiums an der Universität von Glasgow qualifizierte er sich weiter in der Medizin und arbeitete in diesem Beruf praktisch sein Leben lang als wichtigster Einkommensquelle für die Finanzierung seiner paläontologischen und weiteren Hobbys. Er lebte von 1892 bis 1896 in Australien, emigrierte dann nach Südafrika, wo er ebenfalls bis 1903 als Arzt arbeitete, aber schließlich an der Universität von Stellenbosch bei Kapstadt eine Professur für Zoologie und Geologie erhielt, die er jedoch nur bis 1910 bekleidete, als er dieses Amt im Streit mit der Universitäts-Verwaltung aufgab. Nach verschiedenen Aufenthalten in London und New York kehrte er schließlich 1916 nach Südafrika zurück, um dort als Landarzt in der Kleinstadt Douglas in Griqualand zu arbeiten, wo er zeitweise auch den Posten eines Bürgermeisters innehatte. Während all dieser Jahre hatte er sich vor allem mit den Ursprüngen der Säugetiere beschäftigt

und dazu die reichen oberpaläozoischen Ablagerungen in der Karoo untersucht. Seit Anfang der dreißiger Jahre beschäftigte ihn vor allem ein weiteres Thema, nämlich die Funde früher Hominiden in Transvaal bei Pretoria. Auch in diesem Bereich war er außerordentlich erfolgreich und entdeckte weiteres Material von *Australopithecus africanus* („Mrs. Ples“), das unsere Kenntnis zur frühen Geschichte des Menschen erheblich erweitert hat. Bis kurz vor seinem Tod war er aktiv tätig, und hat noch zahlreiche Ehrungen (u. a. die Wollaston Medaille der London Geological Society für seine Arbeiten entgegen nehmen können).

Anschrift der Autoren:

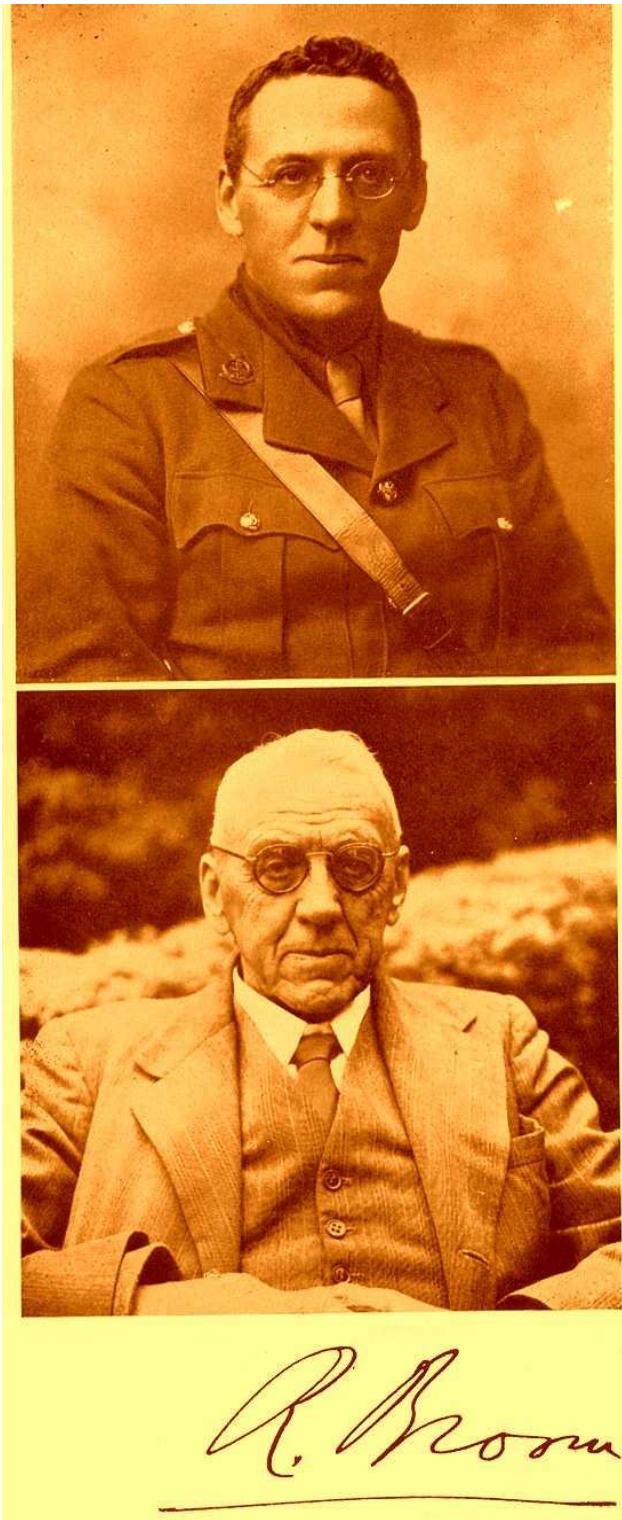
Prof. Dr. Thomas Schlueter, Universität Potsdam, Institut für Geowissenschaften, Karl-Liebknecht-Strasse 24, Haus 27, 14476, D - Potsdam, Deutschland or. Department of Geography, Environmental Science and Planning, University of Swaziland, Kwaluseni, Swaziland. Email: thomas.schlueter2008@googlemail.com
 Dr. Rolf Kohring, Institut für Geologische Wissenschaften, Fachrichtung Paläontologie, Freie Universität Berlin, Malteserstrasse 74-100, Haus D, D-12249 Berlin, Deutschland.
 Email: rkoehring@zedat.fu-berlin.de

Einleitung

In der Paläontologie können einige Vertreter dieses Faches recht ungewöhnliche Lebensläufe aufweisen, kuriose Angewohnheiten haben, die sie einigen Betrachtern außerhalb des Fachgebietes sogar als lächerliche Figuren erscheinen lassen mögen und schließlich als Gesamterscheinung einen ziemlich wunderlichen Eindruck hinterlassen. Diesem Bild eines vielbeachteten Exzentrikers kommt der schottische Wirbeltier-Paläontologe und Arzt Robert Broom besonders nahe. Einige Würdigungen (Roberts 1948, Smuts 1948) und Nachrufe (Dart 1951, v. Huene 1951, Hunt 1974, Romer 1951, Watson 1952) sowie ein Buch (Findlay 1972) skizzieren seine Bedeutung für die Wirbeltier-Paläontologie. Romer (1951) fasste die Persönlichkeit seines verehrten Kollegen folgendermaßen zusammen: „Broom was certainly a genius: a man of great brilliance, but not without defects“ und verglich ihn in dieser Hinsicht mit dem amerikanischen Wirbeltier-Paläontologen Edward D. Cope. Im folgenden Aufsatz sollen einige Lebensstationen dieses wichtigen und produktiven Wissenschaftlers dargestellt werden, der in seinem abwechslungsreichen, 84 Jahre währenden Leben zweimal die Frage nach der evolutiven Herkunft stellte, und dabei den Ursprung der Säugetiere und den des Menschen mit größtem Einsatz und Leidenschaft erforscht hat.

1866-1896: von Schottland nach Australien

Robert Broom (Abb. 1) kam am 30. November 1866 als zweiter Sohn von John Broom und dessen Frau Agnes Hunter Broom (geborene Shearer) im schottischen Paisley zur Welt. Sein Vater hatte seinen Lebensunterhalt zunächst als Musterzeichner für Textilien verdient, sich jedoch mit wechselndem Modegeschmack schließlich auf ein Geschäftsleben als Handelsvertreter umgestellt. Er ließ sich in Burnbridge, etwa auf halbem Wege zwischen Edinburgh und Glasgow nieder. Er war ein gebildeter Mann, Kenner der englischen Literatur und Malerei, Kunstkritiker, aber auch ein enthusiastischer Botaniker. Der junge Robert Broom war häufig kränkelnd, litt vor allem unter Bronchitis. Erst vom zehnten Lebensjahr an besuchte er regelmäßig eine Grundschule in Glasgow. Seine Interessen an den Naturwissenschaften war aber bereits zuvor, wohl auch unter dem Einfluß des Vaters, geweckt worden. Schon als Sechsjähriger begann der Junge am Strand von Millport alles zu sammeln, was er nur finden konnte und bewahrte die kostbaren Schätze, Muscheln, Krebse und kleine Fische, in Glasbehältern und Büchsen auf.



←Abb. 1: Robert Broom (1866-1951) in jungen (etwa 1900) und späten Jahren (1950).



Abb. 2: Mary Braid Baillie, die Broom 1893 geheiratet hatte.

Nachdem sein Vater Mitglied der Glasgow Natural History Society geworden war, erhielt die Familie häufig Besuch von Naturwissenschaftlern, unter anderem auch von Peter Cameron, einem damals bedeutenden Insektenforscher. Solche Begegnungen im häuslichen Kreise haben sicher einen großen Einfluß auf die folgende Entwicklung und naturwissenschaftlichen Interessen von Robert Broom ausgeübt. Im Alter von 17 Jahren wurde Broom Laborassistent des Chemieprofessors J. Ferguson an der Universität in Glasgow. Hier arbeitete er drei Jahre

lang und war schließlich verantwortlich für die Durchführung der meisten Analysen, mit denen dieses Labor von außerhalb beauftragt wurde. Zur gleichen Zeit begann er auch, den Gepflogenheiten der Zeit entsprechend, allgemeine Naturwissenschaften zu studieren und schloß seine Studien 1887, gerade 21 Jahre alt, mit dem Grad eines Bachelor of Science (B. Sc.) ab.

Seit 1885 war er zusätzlich im Fach Medizin eingeschrieben und wurde 1889 zum Arzt promoviert. Von 1886 bis 1888 diente er nebenbei der Glasgow Natural History Society als Assistant Secretary und zeichnete sich durch aktive Teilnahme in deren Sitzungen aus. Seine erste wissenschaftliche Arbeit mit dem Titel „On the volume of mixed liquids“ wurde von der Royal Society of Edinburgh als Publikation akzeptiert und erschien 1885. An der Glasgow University hörte er auch Vorlesungen bei Sir William Thomson, dem späteren Lord Kelvin, der das absolute Alter der Erde analog dem Abkühlungsverhalten einer erhitzten Eisenkugel abgeschätzt hatte.

Der amerikanische Wirbeltier-Paläontologe Alfred Sherwood Romer berichtete später von einem Gespräch, das er mit dem englischen Botaniker Bower geführt hatte, und in dem dieser zu berichten wußte, dass Broom der brillanteste Student gewesen sei, den er je hatte, denselben aber leider nicht für die Botanik gewinnen konnte (Romer 1951). Brooms eigentliche Interessen wandten sich nämlich schon damals den Säugetieren und ihrem Ursprung zu, vermutlich inspiriert durch den Anatomen Prof. John Cleland.

Nach seinem Studium begann Robert Broom gemäß seinem erlernten Beruf zunächst als Geburtshelfer im Glasgow Maternity Hospital zu arbeiten. Die Furcht vor der Tuberkulose jedoch, deren Ausbruch in seiner Familie vielleicht genetisch prädisponiert war, veranlaßte ihn 1892, nach Australien auszureisen. Eine wichtige Rolle für diesen Standort dürften aber sicher auch die auf diesem Kontinent lebenden Marsupialier und Monotrematen gespielt haben, deren Anatomie er studieren wollte. An der Ostküste, in kleineren Städten der Provinz Queensland, vor allem aber in Taralga in New South Wales, praktizierte er die kommenden vier Jahre als Arzt, wobei offensichtlich noch Zeit genug für Untersuchungen urtümlicher Beutel- und Kloakentiere übrigblieb. Schon in dieser Zeit publizierte er fleißig. Seine erste rein paläontologische Arbeit datiert aus dem Jahr 1895 und behandelt den Fund eines fossilen Säugetieres, das der rezenten Gattung *Hypsiprymnus* nahesteht. Romer (1951) berichtete von diesem Erstlingswerk, dass der Herausgeber des English Journal of Anatomy von einem etablierten australischen Professor ein Manuskript über die Anatomie einiger Beuteltiere erhalten hatte. In der gleichen Post kam irgendwo aus dem australischen Busch eine viel bessere Arbeit über das gleiche Thema von einem gänzlich Unbekannten - sein Name war Robert Broom.

Fossilien sammelte Broom nun insbesondere in den Wombeyan Caves, obwohl ihm diese Tätigkeit eigentlich von der Provinzialregierung untersagt worden war. Nur wenig von diesem Material verblieb in Australien, das meiste hat er später in England zur Deckung seines Lebensunterhalts verkauft. Seine wissenschaftliche Schaffenskraft setzte zu diesem Zeitpunkt voll ein; er publizierte von nun an bis zu seinem Tode 1951 in jedem Jahr etliche Arbeiten (allein 1913 beispielsweise 35!), insgesamt 443 nach der Zählung von Watson (1952), „half a thousand titles“ laut Romer (1951). Auch seine Begegnungen mit vielen führenden australischen Biologen und Paläontologen, Haswell, Wilson, Elliot Smith, J. P. Hill, Martin und Fletcher, datieren aus dieser Periode. In Sydney heiratete Broom 1893 Mary Braid Baillie (Abb. 2), eine ein Jahr jüngere Schottin aus Almond, die er schon seit seinem 15. Lebensjahr

kannte, und die ihm nach Australien gefolgt war. Drei Kinder (zwei Söhne, 1911 und 1925, sowie eine Tochter, 1912, geboren) wurden während dieser Ehe adoptiert.

1896 kehrten die Brooms nach vier australischen Jahren nach Schottland zurück. Der eigentliche Grund für ihre Heimkehr ist nicht bekannt, mag aber vielleicht auf das gespannte Verhältnis zu den australischen Behörden wegen seiner Sammelleidenschaft von Wirbeltier-Fossilien zurückzuführen sein, wo er sich ständig an der Grenze zur Illegalität bewegt und diese gelegentlich überschritten hatte. Broom besuchte seinen alten Vater und pflegte wissenschaftliche Kontakte zu Sir William Turner und Johnston Symmington aus Belfast. Dieser hatte ebenso wie Broom am Jacobson'schen Organ im Nasenbereich ursprünglicher Säugetiere gearbeitet. In London traf Broom die Anatomen und Paläontologen Howes, Henry Woodward und Arthur Smith Woodward. Die Therapsiden aus der südafrikanischen Karoo, die er im British Museum in London sah, überzeugten ihn rasch, dass mit Hilfe dieser Fossilien erheblich mehr Erkenntnisse über den Ursprung der Säugetiere erlangt werden könnten als durch die embryologischen, anatomischen und paläontologischen Arbeiten, die er bisher an den australischen Beuteltieren durchgeführt hatte. Wohl aus diesem Grund beschloss er, sich nach Südafrika zu begeben, wo er im Januar 1897 in Cape Town ankam. Er war nun 30 Jahre alt.

In Südafrika: die Fossilien der Karoo

Da ihm hier keine ausreichenden finanziellen Mittel für seine paläontologischen Forschungen zur Verfügung standen, musste er sich wieder in seinem angestammten Beruf als Arzt in Little Namaqualand an der Westküste Südafrikas betätigen. In Port Nolloth und einige Monate später in Garies begann er, sich für moderne Chrysochloriden (Goldmulle, kleine, maulwurfähnliche Insektenfresser) zu interessieren, von denen er später einige neue Arten beschrieb, zum Beispiel den Wüstengoldmull *Eremitalpa granti* Broom 1907, der mit 8 cm Körperlänge der kleinste Goldmull ist. Nach einem weiteren Kurzaufenthalt in England sah er 1898 in Port Elizabeth an der Südostküste Südafrikas erstmals einige der im nahen Karoobecken gesammelten Fossilien und eröffnete dort spontan seine Praxis. Auch hier hielt er es lediglich 14 Monate aus, denn die Karoo-Serien streichen nicht direkt bei Port Elizabeth aus, womit seinen Aktivitäten im Gelände eine natürliche Grenze gesetzt worden war. Er zog deshalb zu Beginn des Jahres 1900 nach Pearson an der Grenze der Distrikte Somerset East und Graaff-Reinet und wurde dort Landarzt. Bald darauf konnte er Karoo-Fossilien in großer Stückzahl sammeln. Auch den Britisch-Burischen Krieg von 1899 bis 1902 erlebte und überlebte er dort. So wurden beispielsweise seine Pferde bei einem Durchzug Pearstons beschlagnahmt; sein Banksafe, versteckt unter den Dielen seines Wohnzimmers, wurde jedoch zum Glück nicht gefunden. 1901 wurde Broom zum Korrespondierenden Mitglied der Zoological Society of London ernannt. Davor war er bereits in die entsprechende Position der Linnean Society of New South Wales in Australien gewählt worden.

Seit seinen ersten Funden von Therapsiden in der Karoo hatte er auch damit begonnen, diese zu zeichnen, zu beschreiben und mit den bislang bekannten Exemplaren im Museum von Cape Town zu vergleichen. Das Resultat waren zwei neue Arten der Dicynodontia und ein neuer Vertreter der Theriodontia (*Ictidosuchus primaevus*), der der Wurzel der Säugetiere offensichtlich sehr nahe steht. Obwohl sich Brooms Praxis inzwischen gut entwickelt hatte, beschloss er 1903, eine Stelle als Professor für Zoologie und Geologie an der außerordentlich konservativ geführten Stellenbosch University unweit von Cape Town zu akzeptieren, die sein jährliches Einkommen zwar praktisch halbierte, dafür aber mehr Zeit zur Erforschung der Karoo-Fauna ermöglichte. Fast sieben wissenschaftlich äußerst fruchtbare Jahre verbrachte er

in Stellenbosch, während der die Anzahl der bis dahin bekannten fossilen Reptiltaxa der Karoo von ihm mehr als verdoppelt werden konnte. Auch die Systematik dieser Tiergruppe forstete er gründlich durch und errichtete eine neue Ordnung für die frühen carnivoren Formen. Zusätzlich zu seiner Position als akademischer Lehrer war er deshalb zum Kurator ehrenhalber für fossile Wirbeltiere im South African Museum in Cape Town ernannt worden. Damit einhergehend war ihm auch ein Freifahrtschein für alle Fahrten der südafrikanischen staatlichen Eisenbahn ausgestellt worden, um die Aufsammlungen und den Abtransport der Fossilien besser bewerkstelligen zu können. Allerdings wurde ihm 1909 dieses Privileg nach einem Regierungswechsel wieder abgenommen, mit der lapidaren Begründung, die neue Regierung sei an Fossilien nicht interessiert.

Zwei Publikationen über das Jacobson'sche Organ beim Ameisenbär brachten ihm zusätzlichen Ärger mit dem Direktor des Museums in Cape Town ein, weil Broom angeblich ohne dessen Erlaubnis einen schon enthäuteten und danach weggeworfenen Leichnam eines Ameisenbären illegal für seine Untersuchungen verwendet hätte. Broom kündigte daraufhin sofort seine beiden Positionen an der Universität und am Museum und begab sich erst einmal nach London, um im British Museum das dort vorhandene Karoo-Material zu studieren. In London traf er in dieser Zeit auch den bekannten amerikanischen Wirbeltier-Paläontologen Henry Fairfield Osborn (1857-1935), der ihn spontan nach New York einlud. Broom verbrachte insgesamt nur eine Woche in den Sammlungen des American Museum of Natural History (AMNH), wobei er Tag und Nacht an den unterpermischen Pelycosauroiern aus Texas arbeitete. Schon Edward D. Cope hatte vermutet, dass diese mit den säugetierähnlichen Reptilien Südafrikas näher verwandt seien. Baur und Case hatten die texanischen Fossilien jedoch in die Verwandtschaft der neuseeländischen Brückenechse *Sphenodon* gestellt. Broom gelang der überzeugende Nachweis, dass die amerikanischen Pelycosauroi morphologisch und systematisch den südafrikanischen Formen sehr nahe stehen. Die 1910 im Bulletin des AMNH veröffentlichte Arbeit gilt als eine der wichtigsten Publikationen von Robert Broom, u.a. auch wegen der darin neu eingeführten Klassifikation der Reptilien, die in weiten Teilen auch heute noch verwendet wird.

Der Ärger der Zurückweisung und Schikanierung durch die südafrikanischen Regierungsbehörden wirkte jedoch noch nach. Broom begann nach seiner Rückkehr in Südafrika mit privaten Aufsammlungen der Karoo-Fossilien, die er dann zur Deckung seines Lebensunterhaltes häufig verkaufte, vor allem an die großen Museen in den USA. Daneben eröffnete er erneut eine Landarzt-Praxis, zuerst in Bezuidenhout Valley, danach in Germiston und schließlich bei Springs am Witwatersrand. Die 1912 erfolgte Nachricht der Ernennung zum Croonian Lecturer für das kommende Jahr durch die Royal Society of London nahm er zum Anlaß, sich wiederum fast ausschließlich der Aufsammlung von Karoo-Fossilien zu widmen. Broom verschiffte seine Sammlung nach New York, hielt danach in London die Croonian-Vorlesungen und kehrte nach New York zurück, wo er sich über ein halbes Jahr lang, vom Juni 1913 bis Januar 1914, aufhielt, um das amerikanische Typenmaterial mit seinen Sammlungen zu vergleichen. Außerdem widmete er sich der Präparation und Montierung der von ihm an das Museum verkauften Fossilien. Dieser Aufenthalt beeindruckte ihn auch in privater Hinsicht.

Er ließ später oft verlauten, dass er in den USA sehr viel eher akzeptiert und besser behandelt worden sei als in England, Australien oder gar Südafrika. Dazu beigetragen haben sicherlich auch die vielen anregenden wissenschaftlichen Diskussionen mit Paläontologen, Anatomen und Zoologen, darunter H. F. Osborn, W. D. Matthew, W. Granger, B. Brown, W. K.

Gregory, H. Morgan, E. B. Wilson und vielen anderen. Von New York aus begab er sich nach Schottland und widmete sich dort über sechs Monate der Vertiefung seiner medizinischen Kenntnisse, vor allem in der Chirurgie. Kurz vor seinem erneut geplanten Aufbruch nach Südafrika brach der Erste Weltkrieg aus. Broom blieb deshalb vorerst in England und ließ sich als Facharzt für Hals, Nasen und Ohren in einer Londoner Klinik einstellen, wo er etwa ein Jahr lang arbeitete. Vor allem bei Nasenoperationen war er tätig. In seiner Freizeit stattete er dem British Museum längere Besuche ab. Seine Bewerbung 1915 für den aktiven Dienst der Armee in Übersee scheiterte auf Grund seines fortgeschrittenen Alters. Daraufhin kehrte der inzwischen fast Fünfzigjährige 1916 nach Südafrika zurück. Von 1917 bis 1929 praktizierte er erneut als privater Arzt in Douglas in Griqualand West, zeitweise unterbrochen durch den Versuch, sich als Versicherungsagent zu betätigen. Da in dieser Gegend keine für ihn interessanten Fossilien zu finden waren, unternahm er zum Teil längere Exkursionen in das mehr als 500 km entfernte Karoo-Becken, um dort zu sammeln. In Douglas, wo er für einige Jahre auch das Amt des Bürgermeisters bekleidete, erwachte sein Interesse an der Anthropologie, anfangs insbesondere für die verwandtschaftlichen Beziehungen der Ureinwohner dieses Teils von Afrika. Eine größere Zusammenstellung und Sammlung von Buschmannschädeln aus dem Raum Douglas führte ihn zu der Erkenntnis, dass ursprünglich eine weitere eigenständige Rasse dort gelebt haben müsse, die er als „Korana“ bezeichnete. Seine rezent-anthropologischen Arbeiten sind sicher die schon damals - und heute wohl noch stärker - angezweifelten Publikationen. Sie müssen wohl unter dem Einfluß eines intellektuellen Substrats des prä-Apartheid-Staates Südafrika gesehen und bewertet werden.

1928 wurde Broom von der Royal Society of London mit einer ihrer beiden Medaillen für sein Werk über fossile Reptilien und den Ursprung der Säugetiere ausgezeichnet. Dieser Besuch in England wurde mit einem kürzeren Aufenthalt in den USA verbunden. Anschließend kehrte er nach Südafrika zurück, nachdem ein seit 1928 aufgetretenes Asthma-leiden sich weitgehend gebessert hatte. Mit Unterstützung des Carnegie Trust stand ihm genügend Zeit zur Verfügung, im Verlauf etwa eines Jahres ein Buch über die südafrikanischen säugerähnlichen Reptilien zu verfassen („The mammal-like reptiles of South Africa and the origin of mammals“, 1932 veröffentlicht). Daneben schrieb er in dieser Periode zwei weitere Bücher, eines über „The origin of the human skeleton“ (1930) und ein weiteres über „The coming of man - was it accident or design?“ (1933). Von 1931 an musste er hauptsächlich aus finanziellen Gründen erneut als Landarzt praktizieren, und zwar in verschiedenen Regionen Südafrikas, zuletzt in Maquassi in Transvaal. Erst im August 1934, als er bereits 68 Jahre alt war, wurde er auf Betreiben von General Jan Christian Smuts, dem Premierminister Südafrikas, sowie von J.H. Hofmeyer, dem damaligen Erziehungs- und Innenminister, acht Jahre nach der ansonsten üblichen Pensionierung als Kurator für fossile Wirbeltiere und für Anthropologie im Transvaal Museum in Pretoria eingestellt. Wie schon 30 Jahre zuvor in Cape Town setzte er anfangs alles daran, eine gute Sammlung im Museum zusammenzustellen, vor allem aus selbst aufgesammeltem Material.

„Mrs. Ples“ und die Paläoanthropologie

Seine paläontologischen Interessen hatten sich inzwischen von den Karoo-Reptilien mehr und mehr auf das Tier-Mensch-Übergangsfeld verlagert. Die zahlreichen Karsthöhlen in Transvaal stellen ein großes Potenzial pleistozäner Fossilien dar, und es gelang Broom im Verlauf nur weniger Wochen, in diesen Höhlen fast ein Dutzend Reste fossiler Säugetiere zu finden, darunter Teile eines außerordentlich großen Pavians. Eines Tages besuchten ihn zwei Studenten von Raymond Dart, einem Arztkollegen, und berichteten von einer interessanten Höhle in Sterkfontein, in der sie einige fossile Affenreste gefunden hatten. Dadurch anregt,

suchte Broom im August 1936 unverzüglich die genannte Höhle in Sterkfontein bei Krugersdorp auf. Dort gelang ihm schon bald - es war der 14. August 1936 - der Fund eines gut erhaltenen Schädelrestes eines Australopithecinen, dem er den Namen *Plesianthropus transvaalensis* gab; der Gattungsname verweist darauf, dass Broom glaubte, dieser Fund stehe phylogenetisch „nahe am Menschen“. Bekannt geworden ist das Exemplar unter dem Spitznamen „Mrs. Ples“, obgleich nicht ausgeschlossen wird, dass es auch ein „Mr. Ples“ sein kann. Die Reste eines möglichen Schädelkamms sind nämlich mitsamt der Matrix von Broom persönlich wegpräpariert worden (F. Thackeray, pers. Mitt.) und fanden sich später in einer Kiste.

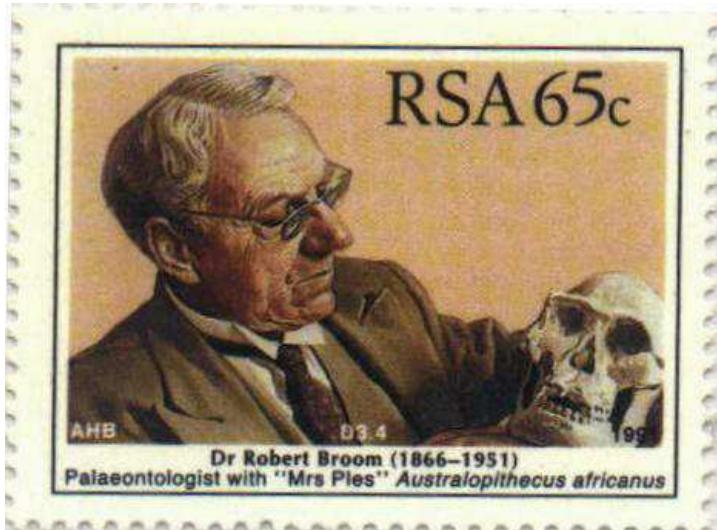


Abb. 3: Robert Broom und Mrs. Ples: auf einer südafrikanischen Briefmarke.

Die nahe Verwandtschaft von „Mrs. Ples“ zum sogenannten „Kind von Taung“, also *Australopithecus africanus*, das 1924 von Dart bei Taung in Transvaal entdeckt worden war, hatte Broom durchaus erkannt, daher wird das Exemplar heute auch zu dieser Art gestellt.

Im Umkreis von etwa 50 km von Pretoria ließ er von da ab keine bekannte Höhle unbeobachtet, und nur etwa 3,5 km von Sterkfontein entfernt, bei Kromdraai, fand er 1938 einen weiteren, noch besser erhaltenen Schädel eines ausgewachsenen Australopithecinen sowie den Unterkiefer eines jugendlichen Exemplars und einige weitere hominide Knochen von Schulter, Fuß und Zehen. Als weitere wichtige Lokalität erwies sich schließlich Swartkrans. Über seine paläoanthropologischen Resultate berichtete er 1937 auf dem Kongress „On Early Man“ in Philadelphia und versäumte es nicht, auf dieser Reise seine Ansichten über den Ursprung und die Fossilgeschichte des Menschen bei Gastvorlesungen an mehreren amerikanischen Universitäten zu erläutern.

Während des Zweiten Weltkrieges war Robert Broom vornehmlich damit beschäftigt, gemeinsam mit G. W. H. Schepers eine Monographie über die südafrikanischen Australopithecinen zu verfassen, die dann 1946 unter dem Titel „The South African Fossil Ape-Men - the Australopithecinae“ erschien. Auch nach seinem achtzigsten Geburtstag im November desselben Jahres führte er seine Forschungen unbeirrt fort, darin moralisch und materiell vor allem durch General Smuts unterstützt. Im Januar 1947 begab er sich nach Nairobi, um dort an der ersten Konferenz „Pan African Congress on Prehistory“ teilzunehmen, wo er auch auf Louis Leakey traf. Broom war Vizepräsident dieser Tagung. Von dieser Tagung ist eine

interessante Anekdote überliefert, die sich bei Cole (1975: 153) wiederfindet: „Do you know what worries me most about Nairobi?“ said Dr Broom. „The cocktail habit. Why strong, healthy young men and women need stimulants is beyond me. It makes me despair of Kenya. It’s a greater menace than the Indian problem.“ [...] Robert Broom was in his eightieth year but was far more energetic than many people half his age.“ In Ostafrika wurden ihm einige der dortigen pleistozänen Wirbeltier-Lagerstätten vorgeführt. In dieser Zeit entwickelte sich zwischen Robert Broom und der Historical Monuments Commission der südafrikanischen Regierung ein heftiger Konflikt, weil diese ihm vorschreiben wollte, dass die Höhlen ohne staatliche Erlaubnis nicht mehr nach Fossilien durchsucht werden dürften, ähnlich wie er es von den australischen Wombeyan Caves noch in unangenehmer Erinnerung hatte. Broom hielt sich - natürlich - nicht an dieses Verbot und begann erneut mit Grabungen, zunächst bei Kromdraai und später bei Sterkfontein, wo er noch im Jahr 1947 einen fast kompletten Schädel eines Australopithecinen, weitere Schädelreste sowie ein gut erhaltenes Becken fand (Abb. 4). Erst Ende 1947 hatte er wieder die offizielle Erlaubnis, dort weiter zu arbeiten.

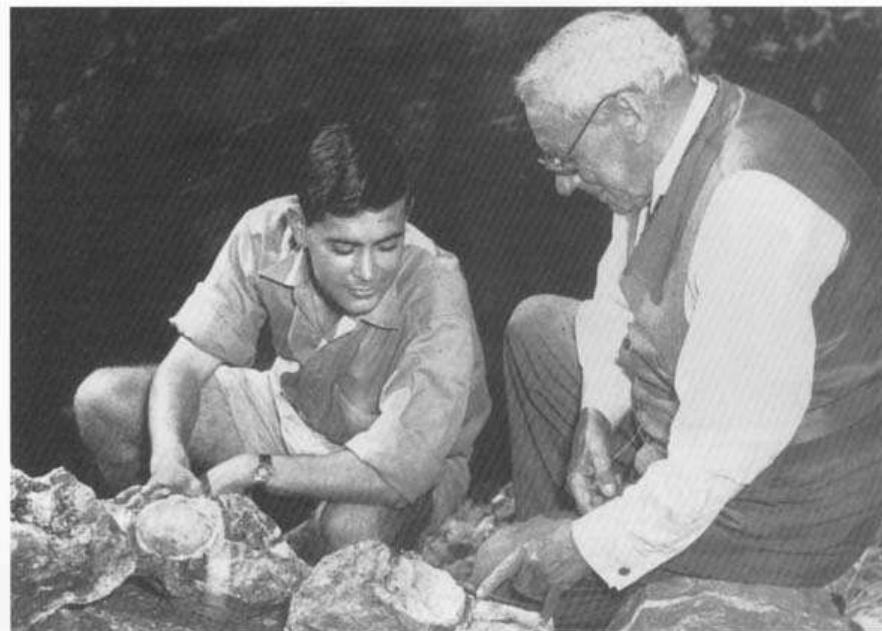


Abb. 4: Robert Broom und John T. Robertson (April 1947) an dem Fundort von „Mrs. Ples“.

Seine Untersuchungen setzte er bis 1948 fort. Die Geological Society of London zeichnete ihn 1949 mit der Wollaston Medaille aus, und es war erwartet worden, dass er persönlich zum Empfang anreisen würde. Da es jedoch für den vorgesehenen Zeitpunkt keine direkte Schiffspassage nach London gab, schiffte er sich nach New York ein und verband diese Reise mit etlichen öffentlichen Vorlesungen in Städten der amerikanischen Ostküste. Von New York aus flog er dann nach London und kam am 27. April auf dem Flughafen an, nur zwei Stunden vor Beginn der feierlichen Übergabe der Medaille. Es folgten 12 weitere öffentliche Vorträge in England, Schottland und den Niederlanden. Anfang Juni 1949 flog er zurück nach Südafrika.

Schon bald nach seiner Rückkehr entwickelte sich erneut ein Rückfall seines Asthmaleidens; er war im zweiten Halbjahr 1949 überwiegend schwer krank. In dieser Zeit schrieb er dennoch eine Monographie über die *Plesianthropus*-Funde sowie ein kleineres, populärwissen-

schaftliches Werk, betitelt „Finding the missing link“, das vor allem technische Details seiner Ausgrabungen in den Höhlen Südafrikas schildert. Am 31. Oktober desselben Jahres wurde in der Eintrittshalle des Transvaal Museums in Pretoria ihm zu Ehren eine Bronzebüste Brooms, geschaffen von Elsa Djomba, enthüllt, zu der er anwesend war und eine Grußadresse verlesen konnte.

Auch im Jahr 1950 fuhr er noch damit fort, wissenschaftlich zu publizieren, obwohl er zunehmend schwächer wurde. Robert Broom starb am 6. April 1951. Die Legendenbildung um seine Personen weiß zu berichten, dass seine letzte Äußerung jene gewesen sei, eine Monographie über Australopithecinen mit den Worten abzuschließen: „Now that's finished...and so am I“. Eine Odyssee hatte ihr Ende gefunden (Abb. 5).

Robert Broom: „a lovable human being“

Broom war, wie schon erwähnt, ein außerordentlich produktiver Wissenschaftler, der in seinen etwa 450 Veröffentlichungen 550 verschiedene Arten beschrieben hat, darunter fast die Hälfte aus dem ausgestorbenen Taxon Anomodontia (Watson 1952). Die meisten Zeichnungen in diesen Arbeiten stammen von ihm selbst (Abb. 2). Typisch ist der fahrlässige, rasch hingeworfene Stil, dadurch stets unverkennbar und charakteristisch. Die überwiegende Anzahl seiner Themen und seine Hauptinteressen lassen sich grob in die beiden Bereiche „südafrikanische Karoo und ihre Wirbeltiere unter besonderer Berücksichtigung des Reptil-Säger-Überganges“ und „paläoanthropologische Funde in Südafrika“ gliedern, wobei er sich seit der Jahrhundertwende bis 1930 eher für die erste Thematik begeisterte, seit dem Beginn der dreißiger Jahre sein Interesse jedoch mehr der Paläoanthropologie zuwandte.

Auf beiden Gebieten hat er wissenschaftliche Revolutionen vollzogen und zu Paradigmenwechseln beigetragen. Ohne sein Zutun wären unsere heutigen Kenntnisse zur Evolution im Reptil-Säger-Übergangsfeld und der frühen Hominiden weitaus geringer. Daneben aber publizierte er in vielen anderen Gebieten, zum Beispiel in Philatelie. Auch an Ehrungen hat es ihm zu Lebzeiten nicht gefehlt, außer der schon erwähnten Wollaston Medaille erhielt er fünf Ehrendoktorate und wurde Korrespondierendes oder Ehrenmitglied diverser wissenschaftlicher Gesellschaften.

In seiner Autobiographie erinnerte sich der amerikanische Wirbeltier-Paläontologe Edwin Colbert an einen Besuch 1934 in London bei Sir Arthur Keith (es ging um die Besichtigung der berüchtigten Piltdown-Funde, die damals noch nicht als Fälschung erkannt worden waren): „Well I do remember that afternoon. Robert Broom, the brilliant and erratic paleontologist from South Africa was there. Keith and Broom provided a study in contrast; Keith, tall and dignified and almost aloof, Broom a dark-skinned gnome-like man clad in a dark suit and wearing a shirt with a wing collar as he always did, whether in his office, at a public gathering, or out in the field under the rays of a fierce sun....“ (Colbert 1989). Robert Broom repräsentierte so im persönlichen Auftreten eine schillernde Persönlichkeit, „colorful“ (Romer 1951), die in gutem viktorianischen Stil auch die Geländetätigkeiten immer im dunklen Anzug begann, die aufgefundenen Fossilien dann aber häufig in die Kleidungsstücke einwickeln musste und entsprechenddürftig bekleidet den Heimweg antrat: „More fossils, more heat, more clothes to be discarded - not only his vest but eventually his shirt and tie and finally everything including his underwear. Only his shoes remained to protect him against the stony ground....“ (Colbert 1989: 344).



Abb. 5: Robert Broom.

Aber seine exzessive und dynamische Produktivität forderte ihren Preis. Romer (1951) hat beklagt, dass Broom stets viel zu ungeduldig war, um alle notwendigen Details zu erforschen, er hätte viele neue Arten und Gattungen auf zu wenig sicherem Grund aufgestellt. Das empfanden auch bereits zeitgenössische Kollegen. So schrieb der Paläoanthropologe Franz Wiedenreich (damals in Peking) am 3. November 1938 an seinen Kollegen Ralph von Koenigswald (damals in Bandung) in einem Brief: „*Australopithecus* oder *Paranthropus* oder *Plesianthropus* - Broom erfindet für jeden neuen und etwas abweichend aussehenden Zahn ein neues Genus. Wieviele ‘Genera’ hat *Sinanthropus*?“ (Brief im Senckenberg-Museum, Archiv G. H. R. von Koenigswald, AvK 10-27). Und der Südafrikaner Brink, in einer Arbeit „On *Bauria cynops* Broom“ (1963), erwähnte, dass Broom 1913 in New York das zweite Skelett dieses Tieres bearbeiten wollte und sofort daran ging, das Stück am Morgen zu reinigen und zu präparieren, um es noch am selben Nachmittag zu beschreiben. Andererseits, so Romer (1951) weiter, konnte Broom aber auch an einem Schädel bestimmte Nähte sehen, die gewöhnliche Sterbliche nicht sehen konnten. Nach der Entfernung des Sediments waren die Nähte stets genau dort, wo Broom sie sah - oder vermutete.

Selbst in seinem Leben angefeindet und attackiert, setzte Broom sich gern und oft für andere Wissenschaftler ein, die ebenfalls kritisiert wurden, zum Beispiel in den 40er Jahren für Louis Leakey (Morell 1996), dessen Alterseinstufungen einiger Fossilien vom geologischen Standpunkt aus als falsch bezeichnet worden waren. Romer (1951) beschrieb Broom als „warm and lovable human“. Und Colbert (1989: 192) fügt hinzu: „He was an outrageous person; one never knew what he would say or what he would do. One thing he did do was to pursue the ladies - to such an extent that our librarians had a rule never to go into the stacks alone with Broom. They accompanied him in pairs. It can fairly be said that life was always interesting when Dr. Broom was around.“

Aus wissenschaftshistorischer Sicht ist vielleicht das bemerkenswerteste an Robert Broom, dass er - genau genommen - die meiste Zeit seines langen Lebens seine wichtigen paläontologischen Arbeiten eigentlich als Amateur ausführte und seinen Hauptberuf quasi nur nebenbei, zur finanziellen Absicherung, betrieb, um sich ganz dem Ursprung der Säugetiere und der Herkunft des Menschen zuwenden zu können. Bis ins hohe Alter hinein widmete er sein Leben einzig diesem Ziel. Robert Broom kann so nicht nur als einer der wichtigsten Wirbeltier-Paläontologen gezählt werden, sondern in seinem Engagement und der Hingabe gerade heute ein großes Vorbild sein.

Das Original von „Mrs. Ples“ wird heute übrigens im Transvaal Museum in Pretoria aufbewahrt, zusammen mit anderen wichtigen Funden, die Broom gemacht hat, in einem speziellen, gut abgesichterten Raum, der selbstverständlich den Namen „Broom Room“ trägt. Gutgemachte Kunststoff-Abgüsse von „Mrs. Ples“ (und anderer Wirbeltierreste aus der Karoo) sind heute in Pretoria am Transvaal-Museum sowie an Verkaufsständen nahe der Eingänge zu den berühmten Höhlen zu erwerben. Aktuelle Preise und Angebote sind zu erfragen bei Dr. Francis Thackeray, Transvaal Museum, P.O.Box 413, Pretoria 0001, South Africa (email: thack@nfi.co.za).

Publikationen

Eine weitgehend vollständige Liste seiner Publikationen (etwa 450) findet sich bei Watson (1952) sowie mit Anmerkungen bei Findlay (1972).

Dank

Wir danken Christine Hertler (Senckenberg-Museum) und Francis Thackeray (Transvaal Museum, Pretoria, Südafrika) für einige Informationen und Hinweise.

Literatur

- Brink, A. S. (1963): On *Bauria cynops* Broom.- Palaeontologia africana, **8**: 39-56; Johannesburg.
- Broom, R. (1937): On the palate, occiput and hind foot of *Bauria cynops* Broom.- American Museum Novitates, **946**: 1-6; New York.
- Broom, R. (1949): The Ape-Men.- Scientific American, **832**: 1-6; San Francisco.
- Colbert, E. (1989): Digging into the past.- 1-456; (Dembner Books) New York.
- Cole, S. (1975): Leakey's Luck. The life of Louis Seymour Leakey 1903-1972.- 1-448; William Collins Sons & Co Ltd; London.
- Dart, R. A. (1951): Robert Broom - his life and work.- South African Journal of Science, **48**(1): 3-19; Johannesburg.
- Findlay, G. H. (1972): Broom, palaeontologist and physician, 1866-1951, a biography, appreciation and bibliography.- Balkema Cape Town.
- Huene, F. von (1951): Zum Tode von Dr. R. Broom in Pretoria.- N. Jb. Geol. Paläont., Mh., **1951**(9): 283-284; Stuttgart.
- Hunt, G. S. (1974): Dr. Robert Broom, Taralga.- Helictite, **12**: 31-52.
- Kohring, R. & Schlüter, Th. (2004): Große Paläontologen: Robert Broom (1866-1951).- Fossilien, **1/03**: 28-31; Korb.

- Morell, V. (1996): Ancestral passions. The Leakey family and the quest for humankind's beginning.- 1-638 (Touchstone) New York.
- Roberts, A. (1948): Historical account of Dr. Robert Broom and his labours in the interest of science.- Spec. Publ. Roy. Soc. South Africa (Robert Broom Commemorative Volume, A.L. du Toit, Edit.): 5-15; Cape Town.
- Romer, A. S. (1951): Robert Broom (1866-1951).- News Bull. S.V.P., **32**: 30-31
- Smuts, J. C. (1948): Robert Broom.- Spec. Publ. Roy. Soc. South Africa (Robert Broom Commemorative Volume, A. L. du Toit, Edit.): 1-4; Cape Town.
- Watson, D. M. S. (1952): Robert Broom 1866-1951.- Obituary Notices of Fellows of the Royal Society, **8**: 36-70; London.

Hans Reck (1886 – 1937): Zwischen Vulkanen und Fossilien

Rolf Kohring und Thomas Schlüter

Abstract: Life and work of the German geologist and palaeontologist Hans Reck (1886-1937) is described. In 1910 he received his doctorate at the University of Munich for a thesis on volcanic activities of Iceland. In 1912 he married Ina von Grumkow (1872-1942), later a famous writer, and became executive manager of the excavations initiated by the Naturkunde-Museum Berlin at the Tendaguru Hill near Lindi, southeastern Tanzania (then Deutsch-Ostafrika). After the 1913 field campaign Reck travelled to the Olduvai Gorge (now one of the most famous palaeoanthropological sites) and discovered in 1914 a morphologically modern human skeleton (OH1) assumed to be about 1,000,000 years old on the basis of stratigraphical evidence. Later the skull of the skeleton was radiometrically identified as being only 17.000 years old.

After WWI Reck became Professor at the Museum of Natural History in Berlin and concentrated his work on volcanological events, but accompanied in 1931 the famous palaeoanthropologist Louis Leakey to Olduvai, where they jointly excavated various bones and specimens of Palaeolithic stone tools. After early retirement Reck died during another expedition in 1937 in Lourenço Marques (Mozambique) due to heart failure.

Kurzfassung: Das Leben und Werk des deutschen Geologen und Paläontologen Hans Reck (1886-1937) wird beschrieben. 1910 wurde er an der Münchener Universität mit einer Arbeit über vulkanische Aktivitäten auf Island promoviert. 1912 heiratete er Ina von Grumbkow (1872-1942), die später eine bekannte Schriftstellerin wurde und die gemeinsam mit ihm die Ausgrabungen des Berliner Naturkunde-Museums am Tendaguru Hill bei Lindi, SE Tansania (dem damaligen Deutsch-Ostafrika) leitete. Nach der Kampagne von 1913 reiste Reck in die Olduvai-Schlucht (heute eine der berühmtesten paläoanthropologischen Fundstellen) und entdeckte 1914 ein morphologisch modern anmutendes menschliches Skelett (OH1), das aber nach der stratigraphischen Situation etwa eine Million Jahre sein mußte. Später ergab sich durch radiometrische Methoden ein Alter von lediglich 17.000 Jahren.

Nach dem Ende des Ersten Weltkrieges wurde Reck Professor am Berliner Naturkundemuseum und konzentrierte sich mehr auf seine vulkanologischen Interessen. 1931 begleitete Hans Reck den berühmten Paläoanthropologen Louis Leakey nach Olduvai, wo sie gemeinsam Knochen und paläolithische Steinwerkzeuge fanden. Nach seiner frühzeitigen Pensionierung reiste Reck erneut nach Afrika und starb 1937 in Lourenço Marques (Mosambik) an den Folgen eines Herzleidens.

Anschrift der Autoren:

Dr. Rolf Kohring, Institut für Geologische Wissenschaften, Fachrichtung Paläontologie, Freie Universität Berlin, Malteserstrasse 74-100, Haus D, D-12249 Berlin, Deutschland.

Email: rkoehring@zedat.fu-berlin.de

Prof. Dr. Thomas Schlueter, Universität Potsdam, Institut für Geowissenschaften, Karl-Liebknecht-Strasse 24, Haus 27, 14476, D - Potsdam, Deutschland, oder: Department of Geography, Environmental Sciences and Planning, University of Swaziland, Private Bag 4, Kwaluseni, Swaziland.

Email: thomas.schlueter2008@googlemail.com

Einleitung

Die hier vorgelegte biographische Skizze ist der Versuch, Leben und Werk eines ungewöhnlichen deutschen Geowissenschaftlers des 20. Jahrhunderts darzustellen. Hans Reck ist für Geologen einer der wichtigsten Vulkanologen, der sich sowohl in der aktiven Forschung betätigte, aber auch die zeitaufwändige Arbeit als Herausgeber einer geowissenschaftlichen Zeitschrift nicht scheute. Viele Jahre lang betreute er die renommierte „Zeitschrift für Vulkanologie“. Um so erstaunlicher ist es, dass er darüber hinaus auch zahlreiche paläontologische und sedimentologische Arbeiten über Ostafrika verfasste, und schon als junger Mann im Alter von nur 26 Jahren organisatorisch in Ostafrika die letzte von vier „Tendaguru-Expeditionen“ des Berliner Naturkunde-Museum leitete. Aber auch der Privatmann Hans Reck erscheint außergewöhnlich. So war er mit der aus einem alten pommerschen Adelsgeschlecht stammenden Schriftstellerin Viktorine Helene Natalie, genannt Ina von Grumbkow verheiratet, die vierzehn Jahre älter als er war – eine gewiss seltene Konstellation für die willhelminische Zeit. Manches aus seinem Leben erscheint rückblickend rätselhaft. So kann auch diese Skizze nur ein vorsichtiger Versuch sein, das facettenreiche Leben dieses Menschen zu porträtieren.

Hans Reck wird Geologe

Hans Gottfried Reck (Abb. 1) wurde am 24. Januar 1886 in Würzburg als Sohn einer Offiziersfamilie geboren. Über Kindheit und Jugend ist uns nichts bekanntgeworden. Nach dem Abitur studierte Hans Reck an den Universitäten von München, Berlin und London die damals noch getrennten Fächer Geologie und Paläontologie. 1910 wurde er bei Wilhelm von Branca in München promoviert. Auch Branca (1844-1928) war ein außergewöhnlich vielseitiger Geowissenschaftler, der neben paläontologischen ebenfalls viele vulkanologische Arbeiten verfasst hatte. Mit seiner 1915 erschienenen Arbeit „Schutz den geologischen Naturdenkmälern“ wirkt Branca wie ein Vorläufer der in unserer Zeit eingerichteten Geotope und des modernen Geoökotourismus. Der Artnamen des größten im Berliner Naturkundemuseum aufgestellten Dinosauriers, *Brachiosaurus brancai*, erinnert noch heute an ihn. Wilhelm von Branca gelang es jedenfalls, Hans Reck sowohl für paläontologische wie auch für vulkanologische Fragestellungen zu begeistern. Der Titel von Recks Doktorarbeit lautete kurz und prägnant „Isländische Masseneruptionen“ (Reck 1910).

Dabei hatte gerade diese Arbeit eine dramatische Vorgeschichte, denn die wissenschaftliche Vorarbeit dazu hatte Hans Reck schon zwei Jahre früher geleistet, nachdem der 1902 promovierte Geologe Walther von Knebel, während einer Island-Expedition auf ungeklärte Weise verschwunden war. Von Branca hatte daraufhin Hans Reck, zusammen mit der Verlobten von Knebel's, Ina von Grumbkow (Abb. 2), in das zentrale Hochland Islands entsandt, um das Schicksal von Knebel's und des mit ihm ebenfalls verschwundenen Malers Max Rudloff zu klären, während der dritte Teilnehmer dieser Expedition, der Student Hans Spethmann, laut eigener Aussage zum Zeitpunkt des möglichen Unglücks meilenweit von beiden entfernt war. Spethmann hatte angegeben, dass von Knebel und Rudloff wahrscheinlich in einem Kratersee ertrunken seien, konnte aber etliche Ungereimtheiten in ihrem Verschwinden nicht befriedigend erklären.



Abb. 1: Hans Reck (aus Sapper 1938)



Abb. 2: Ina von Grumbkow (aus Schroeder 1995)

Schroeder (1995) beschreibt die Situation, wie sie vielleicht von Ina von Grumbkow selbst gesehen wurde: „Es ist das Jahr 1907. Ina von Grumbkow ist 35 Jahre alt, von strengem Äußeren. Ihr spitz zulaufendes Kinn und die hervorstehenden Gesichtsknochen gelten keineswegs als schön, und nun endlich hat sie einen Mann gefunden, mit dem sie sich verlobt. Walther von Knebel, der bekannte Berliner Geologe, will sie heiraten. Aber erst später, wenn er zurück ist aus Island.“

So drang nach Knebels mysteriösem Verschwinden vor allem Ina von Grumbkow darauf, die Reise in die isländische Vulkanwelt zu unternehmen, gemeinsam mit Hans Reck. Nachdem sie aus Island den Nachlass erhalten hatte, begann im Juni 1908 die Reise zu der fernen nordischen Insel. Von Reykjavik aus startete die Kolonne von Hans und Ina mit 28 Pferden, Proviant aus hunderten von Konserven und Zelten, sowie der wissenschaftlichen Ausrüstung. Es begann ein langer Weg durch die isländische Einsamkeit. Wochenlang in nördlicher Richtung unterwegs, täglich 10 Stunden und mehr im Sattel, oft durch reißende Gletscherbäche, tauchte schließlich das Gebirge Dyngjufjöll mit dem großen Zentralkrater Askja am Horizont auf. 50 km² misst der Krater, sein größter See darin heißt heute Knebelsee und ist 11 km² groß. In einem Gewaltmarsch wurde der See umrundet, aber keinerlei Spuren der beiden Verschollenen gefunden. Hans Reck nutzte den Aufenthalt für geomorphologisch-vulkanologische Forschungen, die sich später in seiner Dissertation niederschlagen sollten. In seinen Arbeiten über isländische Masseneruptionen, Vulkanspalten, vulkanische Horstgebirge und Erhebungskrater brachte er viele neue Gedanken in die wissenschaftlichen Diskussionen mit seinen Kollegen ein.

Im Herbst 1908 kehrten Hans Reck und Ina von Grumbkow zurück nach Deutschland. Beide trafen sich auch weiterhin häufig und arbeiteten zusammen die gemeinsamen Erlebnisse auf. Hans Reck nahm sich die begonnenen Island-Manuskripte Walther von Knebel's vor, bearbeitete und ergänzte diese, und in Co-Autorschaft mit dem verstorbenen Kollegen erschien im Jahre 1912 schließlich das Buch: „Island. Eine naturwissenschaftliche Studie“ (Knebel 1912). Wäh-

renddessen verfasste Ina von Grumbkow ein eigenes Werk mit dem Titel „Isafold. Reisebilder aus Island“, das erstmals im Jahre 1909 publiziert und fast 100 Jahre später neu aufgelegt wurde (Malinowski 2006; siehe auch Schroeder 1995 und Mohr et al. 2008).

Am 9. Februar 1912 heirateten Ina von Grumbkow und Hans Reck. Sie war zwar 14 Jahre älter als er, aber inwieweit diese für damalige Verhältnisse eher unkonventionelle Konstellation für Gerüchte und Diskussionen sorgte, ist unbekannt, dürfte aber diese beiden ungewöhnlichen Menschen vermutlich auch nicht weiter gestört haben.

Assistenz in Berlin: der Weg nach Afrika

Nachdem Hans Reck im Alter von 24 Jahren in München promoviert worden war, wurde er als Assistent am Naturkunde-Museum in Berlin eingestellt. Hier hatte er sich umgehend auf eine neue Aufgabe vorzubereiten: Er wurde seines außerordentlichen Organisationstalentes wegen als Grabungsleiter der bereits seit 1909 im Gange befindlichen Tendaguru-Expedition des Naturkunde-Museums bestellt. Die Fossilienlagerstätte Tendaguru befindet sich etwa 40 km nordwestlich der Hafenstadt Lindi in Tansania (damals Deutsch-Ostafrika) und war erst einige Jahre zuvor von dem Ingenieur und Prospektor W. B. Sattler entdeckt worden, der als damaliger Leiter des Granat-Abbaus der Lindi-Schürfgesellschaft am Tendaguru-Hügel auf riesige, versteinerte Beinknochen gestoßen war, die ihm bei seinen örtlichen Erkundungen den Weg versperrten. Der erste Paläontologe vor Ort war dann im Jahre 1907 Eberhard Fraas, der auch die ersten Ausgrabungen vornahm und anhand einer riesigen Extremität die neue Gattung *Gigantosaurus* beschrieb (vergl. Maier 2003). Wilhelm von Branca war mittlerweile Direktor am Naturkunde-Museum in Berlin, setzte daraufhin alles daran, am Tendaguru-Hügel Ausgrabungen im großen Stil durchzuführen (siehe auch Gross & Schultze 2004).

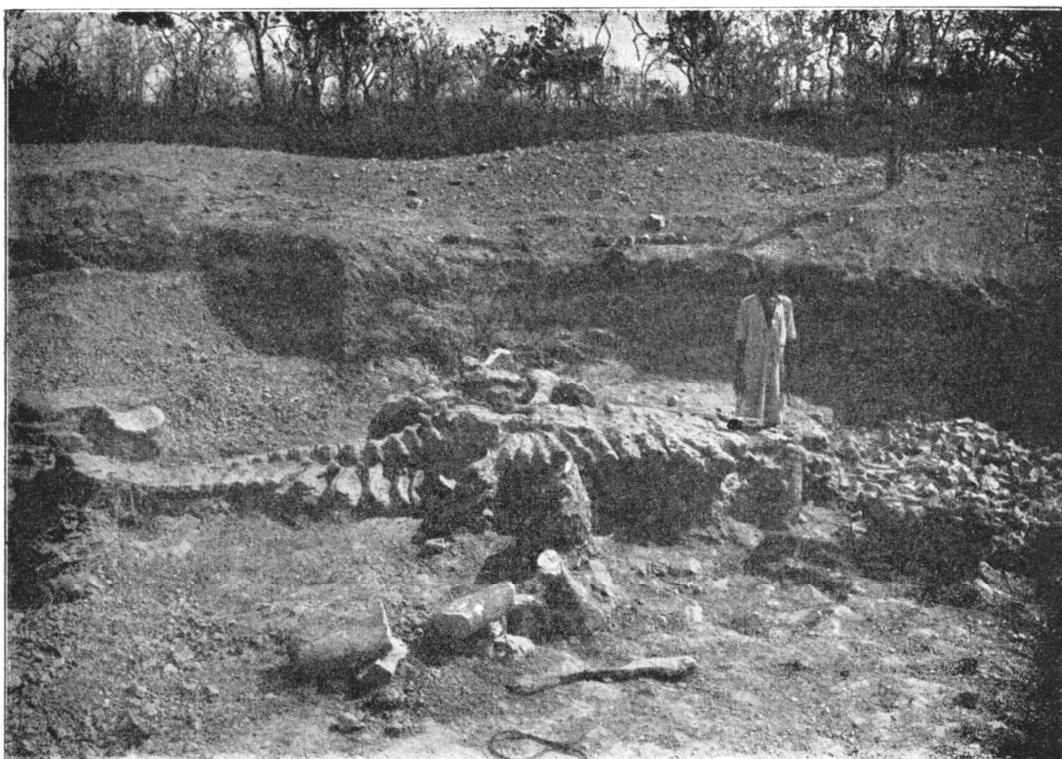


Abb. 3: Dinosaurierfund in Tendaguru (aus Reck 1933)

Dieses kostspielige Unternehmen musste jedoch weitgehend privat finanziert werden, da der preußische Staat – ähnlich wie sein Nachfolger heute – zu größter Sparsamkeit angehalten war. Es gelang Wilhelm von Branca jedoch, etliche private Sponsoren zu finden, und somit die Tendaguru-Grabung auf den Weg zu bringen. Die Leitung der Grabung lag im Jahre 1909 bei Werner Janensch, 1910 bei Edwin Hennig, 1911 bei Hans von Staff und schließlich 1912 bei Hans Reck (Abb. 3). So traf Hans Reck mit seiner Frau Ina Anfang Mai 1912 in Dar es Salaam ein und verbrachte zunächst einige Tage auf der von W. B. Sattler geleiteten Farm in Mikesse, um sich dort landeskundlich vorzubereiten. Am 23. Mai begab er sich nach Lindi an der südlichen Küste, wo die Regenzeit in diesem Jahr noch voll im Gange war, sodass er nach beschwerlichem Fußmarsch die vorjährigen Ausgrabungen am Tendaguru fast vollständig überwuchert vorfand. Erst Anfang Juni konnten die Arbeiten fortgesetzt werden und begannen mit dem Wiederaufbau des Camps.

Insgesamt standen den Recks für die Bergung der Knochen und sonstigen Ausgrabungen maximal bis zu 150 einheimische Arbeitskräfte zur Verfügung, die aus den Dörfern der Umgebung und von Lindi, der nächst größeren Hafenstadt, rekrutiert wurden. Zuerst mussten die von Janensch, Hennig und von Staff in den Jahren zuvor errichteten Hütten niedergebrannt werden, da sich darin Insekten, Schlangen und sogar ein toter Leopard befanden. Nach dem Bau einer neuen Bambushütte, die am 12. Juni 1912 fertig gestellt war, widmeten sich Hans und Ina Reck nun den Ausgrabungen. Die Routinearbeiten der Einheimischen begannen nach dem von Hans Reck ausgearbeiteten Plan jeden Tag um 6.30 Uhr morgens und endeten in der Zeit der größten Hitze, etwa gegen 3.00 Uhr nachmittags. Hans Reck blieb normalerweise noch bis zum Abend tätig und war vor allem mit der Sichtung seiner Feldnotizen und der Überprüfung der Ausrüstung oft bis spät in die Nacht beschäftigt. Tatkräftig unterstützt wurde er während der gesamten Zeit von seiner Frau Ina, die sich vor allem um die Korrespondenz und Logistik des Nachschubs von Lindi zum Camp kümmerte.

Nach etwa einem Monat intensiver Grabungen beschloss Hans Reck, die Umgebung der Fundstelle geologisch zu untersuchen und überließ die weiteren paläontologischen Arbeiten vor Ort weitgehend Ina und dem erfahrenen einheimischen Vorarbeiter Boheti. Hans Reck unternahm bis Mitte 1912 mehrere Exkursionen zum Makonde-Plateau und dem ausgetrockneten Flusslauf des Lukuledi River in südlicher Richtung, die schließlich in akutem Fieber endeten und seine Rückführung zum Tendaguru-Camp erforderlich machten. Nach seiner Erholung widmete sich Hans Reck wieder mehr den Ausgrabungen, die noch bis zum Januar des folgenden Jahres andauerten und insgesamt 15- bis 20000 Skelettelemente neben zahllosen Invertebraten-Fossilien und den geologischen Aufzeichnungen erbrachten. Die nach Dar es Salaam und von dort nach Berlin gebrachten Knochen wurden zusammen mit den schon zuvor ausgegraben in den zwanziger und dreißiger Jahren präpariert, zusammengesetzt und schließlich als mehr oder weniger komplette Skelette im Museum für Naturkunde in der Invalidenstraße in Berlin aufgestellt, wo sie bis heute die wohl wichtigsten Ausstellungsstücke darstellen.

Seit Anfang 1913 hatte Hans Reck mit den Vorbereitungen für die von ihm geplante zentralafrikanische Expedition begonnen, deren erstes Ziel eine 1200 km lange, geologische Profilaufnahme von der Küste der Kolonie bis zum Tanganyika-See war. Auch hier bestritten private Sponsoren einen großen Teil der Kosten. Die koloniale Administration half ihm mit der Bereitstellung eines eigenen Eisenbahnwaggons, der an jeder beliebigen Station der Strecke des zu diesem Zeitpunkt fertig gestellten deutsch-ostafrikanischen Eisenbahnnetzes angehalten werden konnte, um dort jeweils mit Probenmaterial beladen zu werden. Die Feldarbeiten für den Abschnitt von Tanga nach Moshi dauerten von Anfang August bis Mitte September 1913. Danach begann der Fußmarsch von Moshi über Arusha in die Serengeti zur Olduvai-Schlucht, wo der

deutsche Erforscher der Schlafkrankheit und Amateurentomologe Wilhelm Kattwinkel im Jahre 1911 während einer privaten Safari zahlreiche, offensichtlich pleistozäne Wirbeltierfossilien aufgesammelt und dann nach München geschafft hatte.

Hans Reck erreichte Olduvai Ende September 1913 und blieb dort etwa 3 ½ Monate. Die von ihm aufgestellte stratigraphische Abfolge der dortigen Schichten in fünf verschiedene Einheiten ist im Prinzip noch heute gültig (vergl. Ashley 2009). Zusätzlich wurden von ihm mehr als 700 fossile Knochen gesammelt und verpackt. Unter diesen befand sich auch eine neue Art der Gattung *Elephas*, die von Dietrich (1915) unter dem Namen „*Elephas antiquus recki*“ beschrieben wurde, und die inzwischen als eigene Art *E. recki* mit wenigstens fünf Unterarten geführt wird (Todd 2001).

Der Nachweis dieser Gattung in Afrika ist insofern interessant, weil *Elephas* heute auf den asiatischen Raum beschränkt ist, der rezente Afrikanische Elefant dagegen zur Gattung *Loxodonta* gestellt wird. Diese biogeographische Besonderheit war bereits W. O. Dietrich¹ aufgefallen, denn „...mein Kollege Dr. Dietrich, damals schon Fachmann für ausgestorbene Elefanten, ging kopfschüttelnd im Hause herum – wie wohl dieser neue, mitteldiluviale Elefant nach Oldoway kam, der so gar nichts mit dem heutigen afrikanischen Elefanten zu tun hatte, dessen Heimat vielmehr auch auf – Asien wies?“ (Reck 1933: 189).

Ein „Urmensch“ wird gefunden

Kurz vor seiner Abreise Anfang 1914 gelang Hans Reck der Fund eines vollständigen menschlichen Skeletts – offensichtlich eines *Homo sapiens* – in Olduvai, das von ihm als OH1 (Abb. 4) bezeichnet wurde und dem oberen Bed II der stratigraphischen Abfolge von Olduvai entstammte, was einem Alter zwischen 800000 und 1,5 Millionen Jahren entsprechen sollte (vergl. Ashley et al. 2009). Eine derart weit zurückreichende Datierung eines ersichtlichen *Homo sapiens* war jedoch schon damals stark umstritten, woran sich auch in den nächsten Jahrzehnten nichts änderte (z. B. Boswell 1932).

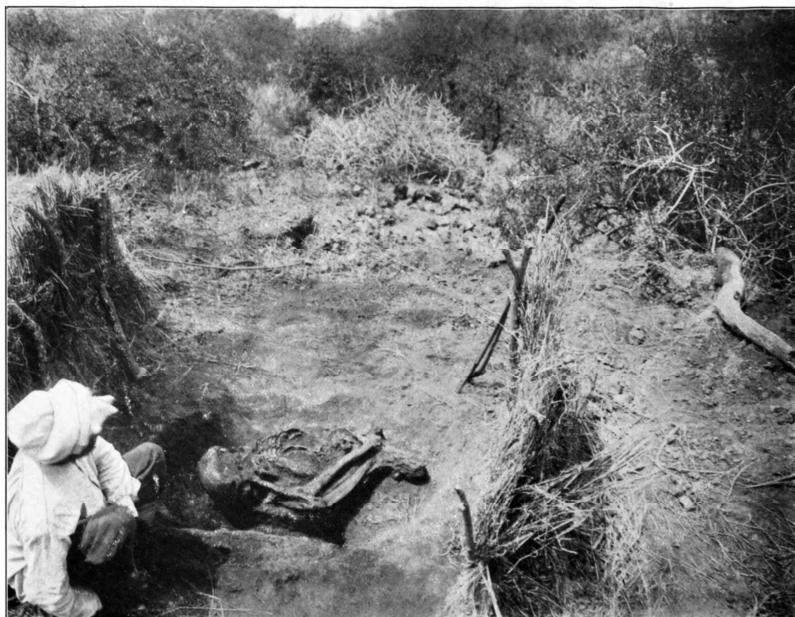


Abb. 4: Skelett von OH1 (aus Reck 1933)

1 Wilhelm Otto Dietrich (1881-1964) deutscher Paläontologe (vergl. STAESCHE 1964).

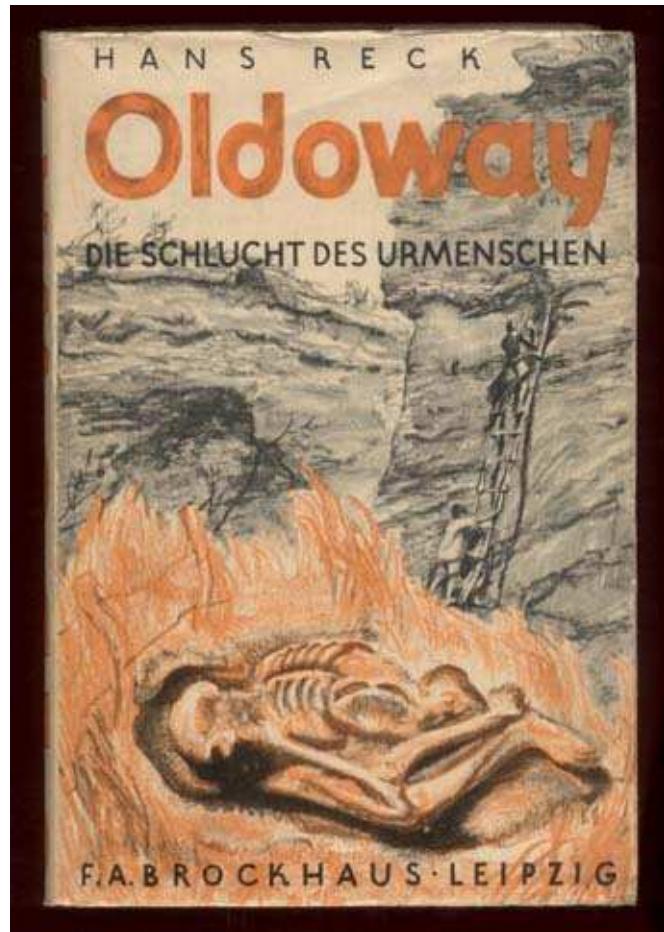


Abb. 5: Der Umschlag von „Oldoway - Die Schlucht des Urmenschen“ von Hans Reck (1933)

Die nächste Phase seiner zentralafrikanischen Expedition bestand darin, die stratigraphischen und vulkanologischen Strukturen in der Umgebung von Olduvai zu untersuchen, was sich bis Ende Januar 1914 erstreckte. Im Februar kehrte Hans Reck nach Berlin zurück, um dort von zahlreichen Wissenschaftlern und Laien willkommen zu werden, die vor allem Interesse an dem menschlichen Skelett von Olduvai zeigten. In seinem Buch „Oldoway, die Schlucht des Urmenschen“, das 1933 erschien (Abb. 5), beschrieb Hans Reck die eigenartige Stimmung, die ein entsprechender Fund heute in den Print- und elektronischen Medien - wenn auch vielleicht auf andere Weise - auch noch auslösen könnte:

„Am nächsten Tage brachte die Presse den ersten Aufsatz, den ich noch im Zuge, von Marseille kommend, geschrieben hatte, und sehe noch heute das Bild vor mir, wie am Potsdamer Platz die Zeitungsverkäufer ausriefen: ‚Lokalanzeiger! Der Fund des ältesten Menschen‘, ‚Nachtausgabe! Der diluviale Mensch Deutsch-Ostafrikas!‘ Von da ab war es um meine Ruhe geschehen. [...] Der folgende Morgen schon lehrte das unwiderleglich: Vor meinem Arbeitszimmer warteten die ersten Berichterstatter: Einer löste den anderen ab.“

Ende März 1914 hielt Reck einen gut besuchten Vortrag vor der Gesellschaft Naturforschender Freunde in Berlin und präsentierte Anfang Mai das inzwischen präparierte Skelett bei einem weiteren Vortrag den Besuchern der Gesellschaft. Schon damals wurde die Diskrepanz erörtert, dass das Skelett zwar eindeutig in pleistozäne Sedimente eingebettet war, andererseits morphologisch aber so modern wirkte, dass eine nachträgliche Intrusion als wahrscheinlicher zu gelten hatte. Aber auch die anderen Funde in Olduvai schienen so sensationell zu sein, dass von ver-

schiedenen Seiten Anstrengungen unternommen wurden, um weitere Ausgrabungen dort vorzunehmen, u. a. von Prof. Georg Gürich, dem Direktor des Geologisch-Mineralogischen Institutes der Hamburger Universität. Erst sechs Jahrzehnte später ergab sich durch radiometrische Untersuchungen an der University of California ein tatsächliches Alter des Skelettes von nur 17550 ± 1000 Jahren (Protsch 1974). Geologische Analysen der darüber liegenden Erdschicht zeigten weiterhin, dass dieses Skelett offenbar beerdigte wurde, was seine - im Prinzip ja recht ungewöhnliche - Vollständigkeit problemlos erklärte (Morell 1995).

Allerdings spielt das Skelett OH1 in der Literatur (resp. noch mehr im Internet) bis heute eine große Rolle, weil nach Ansicht der Kreationisten damit bewiesen wäre, dass neben affenähnlichen Vorfahren zeitgleich moderne Menschen heutiger Prägung in Afrika gelebt haben müssen. Bedauerlicherweise wird die 1974 erfolgte Datierung kontrovers diskutiert, weil dem damaligen Autor inzwischen massive Fälschungen bei seinen Altersdatierungen nachgewiesen werden konnten (siehe Kohring et al. 2004, Kohring & Schlüter, in press). Eine radiometrische Neudatierung von OH1 wäre also außerordentlich wünschenswert. Leider ist in den Wirren des Zweiten Weltkrieges das postcraniale Skelett verloren gegangen, so dass heute nur noch der Schädel vorhanden ist.

Weitere Expeditionen nach Deutsch-Ost-Afrika – der Erste Weltkrieg

Wenige Wochen nach diesen aufregenden Tagen verließ Hans Reck Berlin wiederum mit dem Ziel Ostafrika. Seine offizielle Aufgabe bestand nun darin, eine Ausstellung über die Fossilien von Tendaguru in Dar es Salaam vorzubereiten, deren Eröffnung für den 15. August 1914 geplant war. Zuvor hatte Hans Reck sich in Berlin noch die Erlaubnis von Branca's eingeholt, die dünnwandigen Knochen der von 1911 bis 1913 gesammelten Flugsaurier zurück nach Afrika zu bringen, die seine Frau Ina mittlerweile unter vielen Mühen präpariert hatte. Hans Reck wollte diese Knochen in Dar es Salaam beschreiben, aber alle Pläne kamen durch den plötzlichen Kriegsausbruch Anfang August 1914 zu einem bitteren Ende. Deutsch-Ostafrika war praktisch vom Mutterland abgeschnitten und einer vielfachen Übermacht britischer Streitkräfte zu Lande und zur See konfrontiert. Hans Reck meldete sich als Freiwilliger und verblieb im Norden der Kolonie bei der Verteidigung von Ufiome. Hier entdeckte er im Juni 1915 eine weitere Lagerstätte pleistozäner Fossilien am Minjonjo-Hügel etwa 10 km südlich vom Lager Tarangiri.

Im April 1915 war Hans Reck von der Leitung der deutschen Schutztruppe dazu bestellt worden, ein Patrouillenkorps bestehend aus zwei deutschen Offizieren, 10 afrikanischen Soldaten sowie etlichen Trägern zu befehligen, dessen Aufgabe darin bestand, beim Stamm der einheimischen Wagogo Aufstände gegen die Massai zu schüren. In gleicher Weise sorgte sich Reck aber auch um das Schicksal seiner am Tendaguru-Hügel ausgegrabenen Flugsaurier-Knochen, die einzige bekannten Pterosaurierreste aus Afrika. Sie deshalb vielleicht einzugraben oder in irgendeinem Dorf zurückzulassen, schien ihm zu risikoreich, und so bat er den ihm befreundeten Schweizer Ingenieur F. G. Rikli, der an der Konstruktion der zentralafrikanischen Eisenbahnlinie beteiligt gewesen war, die Knochen sowie seine Feldnotizen im Fall einer Ausreise für Rikli in die Schweiz zu bringen, was dann auf abenteuerliche Weise auch so geschah. Rikli und seine Familie begaben sich mit den Knochen und Reck's Notizen im Gepäck zum Victoria-See, und von dort aus nach Mombasa. Der britische Zoll in Mombasa untersuchte Rikli's Gepäck – insbesondere die Flugsaurier-Knochen und Notizen – genauestens, wodurch sich die Abreise verzögerte.

Schließlich wurde es den Riklis gestattet, Mombasa in Richtung Frankreich zu verlassen, aber auf einem Schiff über Kapstadt. Bei der Ankunft in Marseille wurde Rikli jedoch wiederum von den Behörden observiert, sodass die Familie erst $4 \frac{1}{2}$ Monate nach Aufbruch aus Tabora in der

Schweiz anlangte. Die für den Transport der Knochen und Notizen von Rikli aufgebrachte Summe von 1651 Schweizer Franken bezahlte Hans Reck nach seiner Rückkehr nach Berlin erst einmal aus eigener Tasche. Dieses Geld wurde ihm aber später vom Museum rückerstattet. Hans Reck beschrieb die Flugsaurier-Knochen erst 1931 im Detail und ordnete sie einer Art der Gattung *Rhamphorhynchus* und drei der Gattung *Pterodactylus* zu. Diese Bestimmung wurde mehrfach überprüft, und es wird heute angenommen, dass die aufgefundenen Knochen wegen fehlender diagnostischer Merkmale nur einer validen Art zugeschrieben werden können, dem neu errichteten Pterodactyloiden *Tendaguripterus recki* Unwin & Heinrich, 1999.

Nachdem der Befehlshaber der Schutztruppe in Deutsch-Ostafrika, Paul von Lettow-Vorbeck, sich im November 1917 dazu entschieden hatte, mit knapp 300 Deutschen sowie etwa 2000 Askaris und 3000 Trägern den Rovuma-Fluss im Süden der Kolonie zu überschreiten und nach Mozambique einzudringen (Lettow-Vorbeck 1920), blieb Hans Reck aus Krankheitsgründen zurück und wurde von den alliierten Truppen als Kriegsgefangener nach Dar es Salaam und später von dort aus nach Ägypten gebracht, um in einem Lager südlich von Kairo interniert zu werden. Nach dem Ende des Krieges wurde Ina Reck in Dar es Salaam acht Monate interniert und reiste, etwa im Juli 1919, nach Berlin zurück. Sie schrieb über diese Zeit: „Mit den Engländern war ein neues Gespenst über uns gekommen, die Unfreiheit. Acht lange Monate hielten sie uns eingesperrt. Doch es kam der Tag, an dem auch für uns ein Dampfer auf der Reede lag vor Daressalam's Palmenstrand. Und wie man im Frieden Vieh, im Kriege Mannschaftstransporte über die See geschickt hatte, so pferchte man jetzt achtlos 300 deutsche Frauen und Kinder ins Verdeck dieses Schiffes. Dann Hamburg, und dann, nach 30stündiger Fahrt, Berlin. Das war meine Heimkehr“ (aus Schroeder 1995).

Im Oktober 1919 wurde es schließlich auch Hans Reck gestattet, nach Berlin zurückzukehren. Da die genauen Lebenswege von Hans und Ina Reck nicht ganz geklärt sind, ist es etwas problematisch, herauszufinden, wie lange beide während dieser Zeit voneinander getrennt waren. Es müßten jedoch mindestens zwei Jahre gewesen sein. Das wilhelminische Deutschland hatte aufgehört zu existieren. Nach Ausrufung der Republik begann ein allgemeines soziales und politisches Chaos, das sich erst allmählich wieder legte. Hans Reck fuhr fort am Museum der Friedrich-Wilhelm-Universität (der heutigen Humboldt-Universität) zu arbeiten und wurde an ihr schließlich im Jahre 1920 zum außerplanmäßigen Professor ernannt (Gross & Schultze 2004).

Vulkanologische Arbeiten und Rückblicke auf Ostafrika

Zwischen 1915 und 1921 hatte Reck nicht publizieren können, was wohl in erster Linie auf die Wirren des Ersten Weltkrieges zurückzuführen sein dürfte. In der Nachkriegszeit konzentrierte sich Reck zu Beginn wieder mehr auf seine vulkanologischen Interessen, wobei er sich allerdings zunächst einigen afrikanischen Vulkanerscheinungen widmete, etwa dem Oldoinyo L'Engai in Deutsch-Ostafrika, den weltweit einzigen aktiven karbonatischen Vulkan. Reck hatte ihn während der Afrikaexpedition 1913 bestiegen, es war erst die insgesamt dritte Besteigung des Berges.

Auch dem Kamerunberg in der ehemaligen deutschen Kolonie Kamerun widmete er sich mit großem Interesse. Weiterhin beschäftigte Hans Reck sich in diesen Jahren auch mit dem süddeutschen tertiären Hegauvulkanismus. Sein 1923 veröffentlichtes, etwa 250 Seiten umfassendes Buch „Die Hegau-Vulkane“ zeugt davon. Neben seinen Arbeiten in Afrika hat ihn besonders seit der zweiten Hälfte der 20er Jahre der aktive Vulkanismus im Mittelmeerraum beschäftigt. Vor allem der geologischen Geschichte und den Ausbrüchen der Insel Santorin (Thera) im Ionischen Meer galt sein bevorzugtes Interesse. Die Santorin-Ausbrüche erforschte er teils selbst, teils in

Zusammenarbeit mit deutschen und griechischen Fachkollegen. Seine griechischen Mitarbeiter Georgalas und Liatsikas haben ihm dabei ein Denkmal gesetzt, indem sie eine während des Ausbruchs von 1925 entstandene Quellkuppe als „Reckkuppe“ tauften (Sapper 1938, siehe auch Paraskevopoulos 1956). Über die Santorin-Ausbrüche der späten 20er Jahre hat Hans Reck nicht nur zahlreiche Einzelarbeiten verfaßt (vornehmlich in der „Zeitschrift für Vulkanologie“ veröffentlicht), sondern sich 1936 durch die Herausgabe eines dreibändigen Werkes mit dem Titel „Santorin - Der Werdegang eines Inselvulkans und sein Ausbruch 1925-1928“ große Verdienste erworben. Referierend hat Reck in dieser Zeit in zahlreichen Artikeln aber auch über die Vulkane der Insel La Palma, von Kamtschatka, den Ätna und Vesuv, Stromboli und den Krakatau berichtet.

Die paläontologischen Arbeiten über das ostafrikanische Material führte er parallel weiter und beschrieb zum Beispiel 1928 den Bovid *Pelorovis oldowayensis* (vergl. Gentry 1967). Seit Anfang der zwanziger Jahre waren aber auch die Feldarbeiten am Tendaguru-Hügel fortgesetzt worden, allerdings jetzt unter britischer Leitung und in kleinerem Maßstab, die Reck aber aus der Ferne durchaus aufmerksam verfolgte (z. B. Reck 1925). Unter den Neuankömmlingen befand sich auch der in Kenia geborene Louis Leakey (1902-1972), der später wegen seiner paläoanthropologischen Funde Berühmtheit erlangen sollte (Cole 1975). 1925 erhielt Leakey von der Universität Cambridge finanzielle Unterstützung, um in europäischen Museen Studien an neolithischen Pfeilspitzen aufzunehmen. Natürlich hatte Leakey auch von dem umstrittenen Skelettfund OH1 eines *Homo sapiens* in Olduvai gehört, und beschloss, sich damit näher zu beschäftigen. Bereits 1925 besuchte der junge Leakey seinen Kollegen Reck in Berlin, um sich das Skelett anzusehen, leider war dieses in jenen Tagen nach München ausgeliehen (Cole 1975). Ein halbes Jahrzehnt später hatte Leakey die Idee, mit Hans Reck eine gemeinsame Expedition nach Olduvai durchzuführen. „So stand es um Oldoway, als eines Tages im Winter des Jahres 1930 die Tür meines Arbeitszimmers aufging und L. S. B. Leakey hereintrat“ erinnerte sich Hans Reck (Reck 1933: 200 ff.). Es entwickelte sich basierend auf den gemeinsamen Interessen und trotz der bestehenden politischen Differenzen ein intensives freundschaftliches Verhältnis, das soweit ging, dass Reck seinen jüngeren Kollegen seinen „treuen Freund“ nannte (Reck 1933: 9). Interessanterweise verwendete Reck in seinen Publikationen allerdings noch in den 20er und 30er Jahren den (damals politisch sicher nur noch in Deutschland korrekten) Begriff „Deutsch-Ostafrika“, beispielsweise 1933 in seinem Buch (Abb. 5) „Oldoway die Schlucht des Urmenschen. Die Entdeckung des altsteinzeitlichen Menschen in Deutsch-Ostafrika.“²

Leakey war davon überzeugt, dass das aus Bed II entstammende Skelett jüngeren Datums sei, und dies mag ein Grund gewesen sein, Hans Reck zu bitten, ihn nach Olduvai zu begleiten. Außerdem nahmen an dieser Expedition A. Tindell Hopwood³, ein Spezialist fossiler Säugetiere, sowie Vivian Fuchs⁴, der spätere Antarktisforscher, und die Geologen Sir Edmund Teale⁵ und Donald MacInnes teil (Abb. 6). Leakey holte Hans Reck in Mombasa ab, und Ende September 1931 machte sich die Gruppe von Nairobi aus auf den Weg nach Olduvai, zum ersten Mal mit vier geländegängigen motorgetriebenen Fahrzeugen. Nach vielen Schwierigkeiten unterwegs und bei der Errichtung eines Camps in Olduvai gelangen diesen enthusiastischen Forschern aber doch noch etliche Erfolge.

2 In der Arbeit von RECK & MOSTERZ (1930) über den Kilimandjaro findet sich im Text sogar noch der Begriff „Kaiser Wilhelm-Spitze“.

3 Arthur Tindell Hopwood (1897-1969)

4 Vivian Ernest Fuchs (1909-1999) (Laws 2001)

5 Edmund Oswald Teale (1874-1971)



Abb. 6: In Olduvai 1931, von links nach rechts: Vivian Fuchs, A. Tindell Hopwood, Sir Edmund Teale, Louis Leakey, Hans Reck und Donald MacInnes (aus Cole 1975)

Vor allem für Hans Reck war es ein bewegender Augenblick, nach so langer Zeit wieder in Olduvai zu sein. Leakey beschrieb die Szenerie: „As we drew near, Professor Reck could hardly hide the emotion he was feeling at once returning to the scene of his very great scientific discoveries. [...] Now that he was practically within sight of the Gorge once more, and, as the geologist of the expedition, was about to have every opportunity to complete his work, he was visibly moved, so I made him change places with Dr. Hopwood (who was travelling in the car with me while Professor Reck was in one of the lorries with Captain Hewlett), and I took him on ahead so that he might have the honour of being the first of our party to set foot on the banks of the gorge“ (Leakey 1966: 287 f.).

Vor allem die Aufsammlung zahlreicher Steinwerkzeuge sei zu erwähnen, da mit diesen erstmalig der Begriff der Olduvai Culture (= Oldowan) als der ältesten Werkzeugkultur manifestiert wurde. Hans Reck hatte diese bei seiner Expedition 1913 offensichtlich übersehen, weil er davon ausging, dass solche aus Flint angefertigt sein müssten, und ein anderes Material wie beispielsweise die in Olduvai häufigen Basalte dafür nicht in Frage kämen. Diese Art von „Betriebsblindheit“ ist von Cole (1975) erwähnt worden. Fossile Reste der ausgestorbenen ElefantenGattung *Deinotherium* wurden ebenfalls aufgefunden – verwandte Formen kannte man bislang nur aus älteren miozänen Abfolgen in Europa. Abgesehen davon wurde jedoch die von Hans Reck angenommene stratigraphische Position des 1913 aufgefundenen menschlichen Skeletts OH1 von der Gruppe – auch vom skeptischen Leakey – erst einmal bestätigt, und dieses damit als frühes Pleistozän eingestuft. Insgesamt mehr als 100 Kisten voller Fossilien wurden bis Ende November 1931 verpackt und nach Nairobi versandt.

Bereits Anfang 1932 fuhr Hans Reck erneut nach Afrika, diesmal nach Südafrika, um dort während einer 2 ½ -monatigen Expedition permische Wirbeltierfossilien in den Karoo-Ablagerungen Natales zu sammeln. Von dort brachte er 60 bis 70 gut erhaltene Schädel und etwa ein Dutzend

nahezu vollständiger Skelette mit, insgesamt in einem Gewicht von 2,3 Tonnen. Die Funde bestanden überwiegend aus pflanzenfressenden Pareiasauriden sowie wenigen karnivoren Arten.

Die letzten Jahre

1935 wurde Hans Reck am Museum für Naturkunde in Berlin frühzeitig pensioniert. Gründe dafür, den 49-jährigen Professor vorzeitig in den Ruhestand zu schicken, sind nur schwer auszumachen. Begibt man sich auf Spurensuche, so lassen die wenigen bislang vorliegenden Informationen immerhin drei verschiedene Möglichkeiten zu.

Zunächst wären zeitgeschichtliche Aspekte denkbar, denn nach der Machtergreifung 1933 wurden vom nationalsozialistischen Regime viele unerwünschte Akademiker aus Universitäten und anderen Institutionen entfernt. Da Hans Reck aber weder jüdischer Herkunft war, noch keine seiner bekannten Äußerungen auf eine oppositionelle Haltung deutet – seine Herkunft aus einer Offiziersfamilie lässt ein eher konservatives Milieu vermuten – scheint dieser Aspekt recht unwahrscheinlich, zumal eine „Frühpensionierung“ etwas anderes ist als eine Zwangspensionierung oder gar eine Entlassung. Was sich aus einigen autobiographischen Angaben (z. B. aus Recks Buch: „Oldoway die Schlucht des Urmenschen“) über seine Weltanschauungen ableiten lässt, erscheint eher widersprüchlich. Bisweilen wirkt seine Sprache nach heutigen Maßstäben politisch äußerst unkorrekt. So charakterisiert er seine schwarzen Mitarbeiter, die er bereits in den ersten Expeditionen angeheuert hatte, folgendermaßen: „Sie sind vergnügt, lachen und scherzen wie große Kinder. Alle die braven Kerle, die schon jahrelang mit mir durch dick und dünn überall in der Kolonie herumgezogen sind, freuen sich auf neues Essen und neue Weiber – denn darauf konzentriert sich nun einmal das ganze Lebensinteresse jedes Negers“ (Reck 1933: 16-17).

Allein diese beiden Sätze sind derart kolonialistisch, rassistisch und sexistisch, dass nach heutigen Maßstäben die politische Position des Urhebers ziemlich eindeutig wäre, aber eben nur nach heutigen Maßstäben. Es ist die Sprache des wilhelminischen Kaiserreichs, in dem solche Vorstellungen eher unbefangen und mit vermeintlichem Humor tradiert wurden. Er selbst sah sich als „alten deutschen Kolonialafrikaner“ (Reck 1933: 253). Wie sehr Hans Reck aber durchaus zu differenzieren wußte, ergibt sich aus einer anderen Stelle des genannten Buches, in dem er zwar mit einem gewissen Stolz ein Gedicht zitiert, welches - nach seinem Vortrag im März 1914 über das Skelett OH1 - in der Danziger Zeitung stand, und dessen beiden letzten Absätze lauten:

„Dieser stolze Traum hat nun ein Ende
Denn in Afrika fand bei subtilen
Forschungen den Vetter, den fossilen
Kürzlich der Berliner Assistente.“

Sollte über Wolken der Erschaffer
Wirklich so ad absurdum führen?
Nach dem Fund ist nicht mehr dran zu röhren:
Unser Ahnherr, Freunde – war ein Kaffer!“

Diesem Schluß, der das ganze Entsetzen des anonymen Gedichtschreibers über eine afrikanische Herkunft ausdrückt, begegnet Reck jedoch mit einer vorsichtigen Objektivierung dieser Tatsache: „Doch gerade dieser ‚Kaffer‘ oder, um nun wieder zum Ernst zurückzukehren, die negroide Abstammung dieses Oldowaymenschen begegnete bald ernsten Zweifeln.“ (Reck 1933:

188). In seinem Weltbild wäre ihm die vermeintliche afrikanische Abkunft möglicherweise auch nicht recht gewesen.

Allerdings finden sich in diesem Buch auch wissenschaftspolitische Vorstellungen, die den nationalsozialistischen Ansichten vollkommen widersprachen, wenn er etwa über die Zusammenarbeit mit dem britischen Paläoanthropologen Louis Leakey schreibt: „In diesem Sinne war sie ein neuer Anfang und zugleich Vorbild des Geistes freundschaftlicher, wissenschaftlicher Zusammenarbeit, deren übernationales Wesen keinen besseren praktischen Ausdruck finden konnte als in der neidlosen Teilung der wissenschaftlichen Ergebnisse. Auf dieser Grundlage nationaler Einzelarbeit in internationaler Interessengemeinschaft kann unter den heutigen Verhältnissen deutsche Arbeit vielleicht am ehesten ihren alten Wirkungskreis in der weiten Welt wieder ausfüllen [...]“ (Reck 1933: 10). Der nationalsozialistischen Vorstellung von Wissenschaft, die immerhin so etwas absurdes wie eine „Deutsche Physik“ erfunden hatte, konnten diese Worte sicher nicht gefallen.

Das gute Verhältnis zu Louis Leakey drückte sich noch in einem anderen gemeinsamen Projekt aus. Leakey hatte 1936 in England sein Buch „Stone Age Africa“ veröffentlicht, und Hans Reck entschloss sich, das Buch ins Deutsche zu übersetzen, es erschien erst nach Recks Tod unter dem Titel „Steinzeit-Afrika. Ein Umriß der Vorgeschichte in Afrika“ (Leakey 1938). Und auch sein Umgang mit Fachkollegen war ganz offenkundig immer vorurteilsfrei – deren politische Ansichten schienen keinen Einfluss auf seine Vorstellungen auszuüben. So arbeitete er etwa mit dem Santorinforscher und „Individualanarchisten“ Friedrich Dobe (siehe Nowicki 1995) zusammen, publizierte aber andererseits auch gemeinsam mit dem Paläontologen Ludwig Kohl-Larsen (1884-1969) (z. B. Reck & Kohl-Larsen 1936), der bereits 1931 in die NSDAP eingetreten war und heute als überzeugter Nationalsozialist gilt. Interessant ist auch, dass der jüdische Zoologe Ernst Schwarz (vergl. Heuer 1988: 55) bei der Bearbeitung des ostafrikanischen fossilen Antilopenmaterials mit *Phenacotragus recki*⁶ seinen Kollegen Reck beeindruckte (Schwarz 1932). Ernst Schwarz war am 1. Dezember 1889 in Frankfurt am Main geboren, studierte in München Zoologie und war dann am Naturhistorischen Museum in Frankfurt und am Zoologischen Museum in Berlin tätig. Aus der sicheren Position eines Professors in Greifswald verließ er jedoch 1933 Deutschland und siedelte erst nach England, dann in die USA über, wo er am 23. September 1961 starb. Ein anderer Zoologe, mit dem Hans Reck sogar gemeinsam publiziert hatte, Hermann Pohle, „der aus seiner Aversion gegen die neuen Machthaber keinen Hehl machte, wurde im August 1933 nach einer Denunziation eines Kollegen am Zoologischen Museum ohne Gehalts- und Pensionsansprüche aus dem Dienst entlassen, weil er für seine Mutter und seinen Großvater keinen ‚Ariernachweis‘ erbringen konnte“ (Hutterer 2001). Waren Hans Reck solche Kontakte zu vom nationalsozialistischen Regime unerwünschten Kollegen vielleicht zum Verhängnis geworden? Ein politischer Hintergrund seiner frühzeitigen Pensionierung ist also möglich, aber bislang nicht nachweisbar.

Naheliegender ist vielleicht der schlechte Gesundheitszustand von Reck gewesen, der diese Frühpensionierung notwendig machte. Sapper (1938: 227) erwähnt ausdrücklich den „angeborenen Herzfehler“, und hat dieses „Herzleiden“ auch für Recks frühzeitigen Tod verantwortlich gemacht. Bereits während der Oldovai-Expedition 1931 mit Louis Leakey hatte dieser festgestellt, dass Reck ein schwaches Herz besaß (Cole 1975: 124). Unverständlich bleibt daher, warum sich der herzkranke Frühpensionär schon bald auf eine strapaziöse Reise begeben hat, denn im September 1936 schiffte sich Hans Reck zu einer weiteren Forschungsexpedition nach Afrika ein.

6 heute *Antidorcas recki* (Schwarz 1932); vergl. HARRIS (1991).

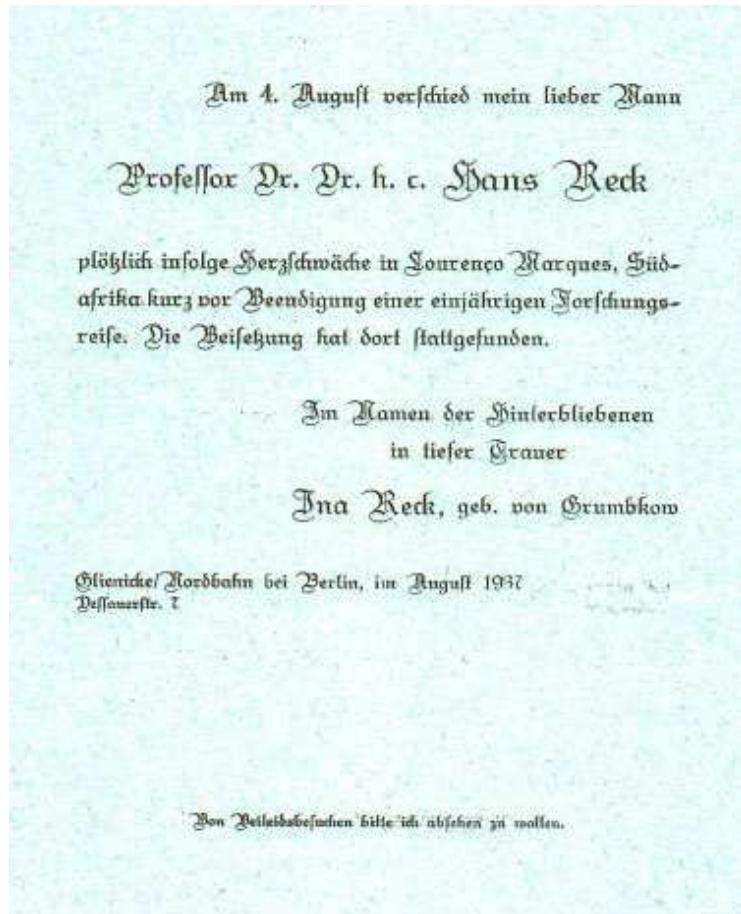


Abb. 7: Todesanzeige Hans Reck.

Schließlich bietet sich eine dritte Variante an. In den 30er Jahren war Ina von Grumbkow polizeilich in Berlin-Hermsdorf gemeldet⁷, im Friedrichsthaler Weg 19. Dort steht noch heute ein prachtvolles altes Gebäude mit großem verglasten Erker und darüber befindlichem Balkon. Ein zeitgenössisches Bild ließ sich zwar nicht auffinden, insgesamt spiegelte das Haus aber vermutlich auch damals ein gutbürgerliches und wohlhabendes Ambiente wider, das sich von den wirtschaftlichen Krisen der frühen 30er Jahre abhob. Mit dem Jahr 1937 jedoch war Ina in Glienicker/Nordbahn in der Dessauer Straße 7 (heute August-Bebel-Straße), nur wenige Kilometer von Hermsdorf entfernt, gemeldet. Hier hatte das Ehepaar Reck schon seit längerem ein Grundstück besessen. Auf einer glazialmorphologischen Erhebung des Barnim steht heute, von Kiefern umrahmt, ein recht großes Haus, zu dem eine vielstufige Treppe hinaufführt. Dieses Haus entstand 1936 und wurde „teilweise erweitert und umgebaut. Aber es ist - trotz der Veränderungen im Laufe der Jahrzehnte - noch das damals errichtete Haus.“⁸

Bei der Todesanzeige (Abb. 7), die etwas ungenau mit „im August 1937“ datiert ist, wird als Adresse bereits die Dessauer Straße in Glienicker angegeben, das heißt, dass Ina Reck den Wohnungswchsel während der Afrikareise ihres Mannes unternommen hatte. Diese letzte Reise führte ihn zunächst zu den Vulkanen der Insel La Palma, dann nach Kamerun, zu den Karoo-Lagerstätten in Südafrika, wobei er einige ernsthafte Herzattacken bekam (Cole 1975) und

7 www.maerkische-landsitze.de

8 Email von Anna-Sophia Werz an Rolf Kohring (29. Juni 2009)

schließlich nach Lorentz-Marques (dem heutigen Maputo) in Mosambik, wo er am 4. August 1937 seiner Krankheit plötzlich erlag. Ursprünglich hatte er sogar geplant, sich von dort aus in das nunmehrige Tanganyika zu begeben, um am Lake Eyasi Kohl-Larsen's Ausgrabungen prähistorischer Hominiden zu untersuchen (Hopwood 1937).

Ganz offensichtlich hatte Hans Reck also eine ziemlich lange Reise vorgehabt (er betonte in einem Brief das „Riesenprogramm“, welches er sich vorgenommen hatte), während seine Frau Ina in Berlin verblieb und sich schließlich in das neuerrichtete Haus am Stadtrand zurückzog. In einem Brief während seiner letzten Reise erwähnte Reck einmal „Frauchens Vorliebe zur Einsiedelei, wenn ich nicht da bin.“⁹ Hatte Hans Reck seine Frühpensionierung also vielleicht selbst initiiert, um noch möglichst viel Zeit in Afrika, als „alter deutscher Kolonialafrikaner“ zu verbringen?

Für alle drei Möglichkeiten, Recks Frühpensionierung zu deuten, gibt es – wenn auch jeweils nur schwache – Argumente. Fest steht nur, dass Hans Reck trotz gesundheitlicher Probleme eine auch nach heutigen Verhältnissen recht strapaziöse Afrikareise unternommen hat, die nicht nach Wochen oder Monaten, sondern nach Jahren bemessen war.

Ausklang

Hans Reck war ein ausgesprochen vielseitiger Mensch. Zeitgenossen beschreiben ihn als großgewachsen, von der Sprache und seinem Verhalten her als typisch bajuwarisch, und von besonderer geistiger Regsamkeit. Trotz seines angeborenen Herzfehlers besaß er eine außerordentliche Energie, die es ihm gestattete, große Strapazen über eine lange Zeit durchzuhalten. Er war ein guter Klavierspieler und Sammler arabischer Kunstgegenstände, die er auch während seiner Forschungsreisen erwarb. So schrieb er in einem Brief aus dem südafrikanischen Durban: „In Zanzibar habe ich wieder prachtvolles altes arabisches Silber in den Pfandhäusern zusammengekauft. Sie werden staunen, wenn ich Ihnen das zeige. Das scheint mir für Deutschland z. Zt. die einzige sichere Kapitalanlage zu sein, denn das können sie einem doch wenigstens nicht wegsteuern.“¹⁰

Insgesamt sind etwa 150 Veröffentlichungen von ihm erschienen - darunter mehrere umfangreiche Bücher - die von Karl Sapper zusammen mit einem kurzen Nachruf in der Zeitschrift für Vulkanologie zusammengestellt wurden. Etwa die Hälfte davon, nämlich 74, behandeln vulkanologische Phänomene, während etwa 50 Arbeiten sich mit den Themen Tendaguru und Olduvai befassen. Dieses schriftliche Gesamtwerk ist in 27 Jahren entstanden, wobei bedingt durch den Ersten Weltkrieg die Jahre 1916-1920 abzuziehen wären, d. h., dass Reck dementsprechend etwa sieben Arbeiten pro Jahr veröffentlicht hat. Selbst seine Buchbesprechungen sind bisweilen als eigenständige Publikationen anzusehen, wie etwa das Referat zu Hans Stilles Buch „Grundfragen der vergleichenden Tektonik“, das er in der Zeitschrift für Vulkanologie auf 14 Seiten kritisch bewertet. Während Recks Arbeiten stets in einer objektiven klaren Sprache verfasst sind, entwickelte er in eher populärwissenschaftlichem Kontext einen sehr expressiven, bildlichen Ton, wenn er etwa zum Thema Geothermie von den „Kraftquellen aus der Tiefe der Erde“ spricht, „Aus der Vorzeit des innerafrikanischen Wildes“ berichtet oder „Die Dampffelder der Toskana“ beschreibt.

Recks vulkanologischen Forschungen sind heute vermutlich mehr von historischem Interesse, da sich diese Fachrichtung jetzt eher petrologisch orientiert. Dem Schriftenverzeichnis ist zu ent-

9 Brief von Hans Reck an B. Lentz (17. Juni 1937) Samml. U.Todtenhaupt, Berlin.

10 Brief von Hans Reck an B. Lentz (20. Januar 1932), Samml. U. Todtenhaupt, Berlin.

nehmen, dass sein Interesse vor allem Vulkanausbrüchen und deren dynamischen Abläufen galt. Besonders die griechische Insel Santorin war in den zwanziger Jahren ein bevorzugtes Thema seiner Arbeiten. So erklärt sich auch, dass noch kurz vor seinem Tod Hans Reck nicht nur die Ehrendoktorwürde der Universität Athen erhielt, sondern auch einen ehrenden Orden vom griechischen König Georg II (1890-1947) (Sapper 1938).¹¹

Seine Arbeiten über Santorin besitzen noch heute einen großen Stellenwert. So heißt es bei Druitt et. a. (1999: VII): "The 1936 study of Santorini geology by H. Reck was also a very significant contribution to volcanology and developed a stratigraphy that is still the basis for modern studies". Recks Autorität auf diesem Gebiet wird aber auch dadurch unter Beweis gestellt, dass er von 1923 bis kurz vor seinem Tode Mitherausgeber der „Zeitschrift für Vulkanologie“ war. Im Juni 1937, zwei Monate vor seinem Tod, schrieb Hans Reck an den Vulkanologen Friedrich Dobe: „Bei der Zeitschrift für Vulkanologie haben sich auch - ohne dass mir vorher das Geringste mitgeteilt wurde - grundlegende Veränderungen vollzogen, welche mich nach fast 20jähriger Schriftleitung veranlasst haben, mit dem Abschluss des laufenden Bandes aus der Redaktion auszuscheiden. Bin gespannt, wie das nun weiter gehen wird - ich sehe nicht sehr hoffnungsfroh in die Zukunft der Zeitschrift.“¹²

Der deutsche Vulkanoge Frank Möckel schrieb: „Hans Reck war ein bedeutender Geologe und seine herausragenden Leistungen liegen auf dem Gebiet der Vulkanologie und der Paläontologie. Zu seiner Zeit steckte die Vulkanologie noch in den (Klein)-Kinder-Schuhen. Also ganz am Anfang. Und wie so oft in den Naturwissenschaften wurde erst einmal nur beobachtet und beschrieben. Man könnte sagen, es war Vulkanografie... Sicher kann man die Untersuchungsergebnisse von Hans Reck nicht mit den Forschungsergebnissen der heutigen ‚high-tech‘-Vulkanologie vergleichen. Das wäre auch unfair. Aber zu seiner Zeit hat er wirklich viel bewegt und angestoßen. Lange war er ja auch für die ‚Zeitschrift für Vulkanologie‘ zuständig. Hier hat er hervorragende Arbeit geleistet. Ohne seine Forschung wäre die moderne Vulkanologie heute bestimmt weniger weit. Er hat sich zwar nicht nur mit dem Oldoinyo Lengai beschäftigt, aber für mich war diese Forschungstätigkeit schon bedeutungsvoll. Der O. L. wurde von den Europäern erst sehr spät entdeckt (um 1883). Durch H. Reck kamen erste grundlegende Erkenntnisse zustande. Doch hat zu dieser Zeit kein Mensch verstanden, was das Besondere am Lengai ist. Magmatologische, petrologische und petrogenetische, mineralogische und vulkanologische Zusammenhänge konnte H. Reck nicht herstellen. Das war erst ab ca. 1960 möglich und heute wird in der Vulkanforschung mit allen zur Verfügung stehenden Mitteln untersucht und geforscht (Isotopenuntersuchungen, Rasterelektronenmikroskop, Elektronenstrahlmikrosonde, computergestützte Auswertung von Satellitenaufnahmen, usw.). Diese Möglichkeiten gab es einfach zu Lebzeiten von H. Reck noch nicht. Trotzdem müssen seine Forschungsleistungen insgesamt und speziell den Lengai betreffend hoch gewürdigt werden. Hans Reck lieferte einen geschichtlich frühen Einblick in die extreme Komplexität vulkanischer Prozesse.“¹³

11 In einem Brief an Friedrich Dobe schrieb Reck im Juni 1937: „...die Griechen haben sich sogar soweit angestrengt mich zum Dr. h.c. der Athener Universität zu ernennen!“ Da dies im Zusammenhang mit der Hundertjahrfeier der Athener Universität gestanden hat (ANONYMOUS 1937a), diese aber im Mai 1837 gegründet wurde, konnte Hans Reck diese Ehrung nicht persönlich entgegennehmen, da er sich zu dieser Zeit, also Mai 1937, irgendwo in Afrika aufhielt.

12 Brief von Hans Reck an Friedrich Dobe (18. Juni 1937), Geologen-Archiv Freiburg/Brsg. Tatsächlich wurde das Erscheinen der Zeitschrift für Vulkanologie 1938 eingestellt.

13 Email von F.Möckel an R.Kohring, Juni 2009

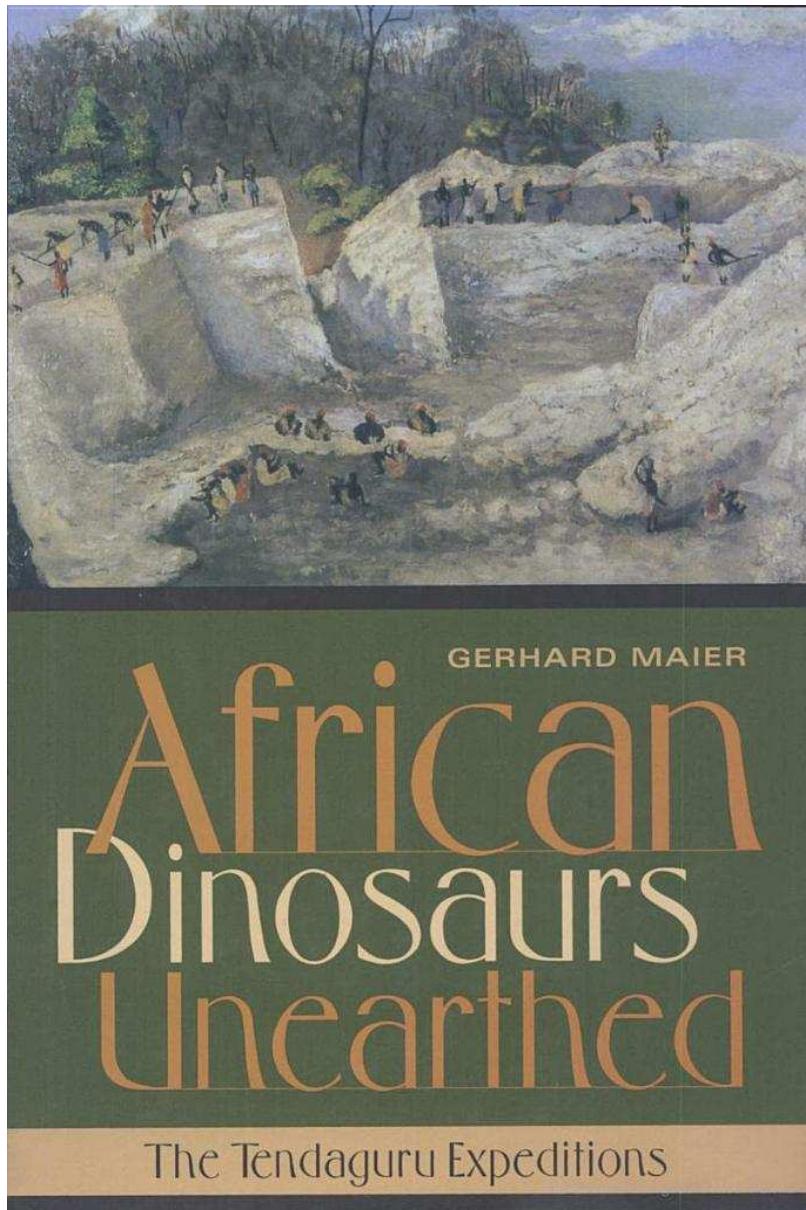


Abb. 8: Umschlag des Buches “African Dinosaurs Unearthed” von G. Maier (2003), der obere Abschnitt ist eine Reproduktion eines Aquarells von Ina Reck aus dem Jahr 1912, die einheimische Arbeiter bei den Ausgrabungen zeigt.

Paläontologisch sind vor allem seine Arbeiten am Tendaguru-Hügel und in der Olduvai-Schlucht bemerkenswert, wo er sich jeweils als großer Organisator hervortat. Die Bedeutung der pleistozänen Fundstelle Olduvai hat er früh erkannt, obwohl die von ihm erfolgte Alterseinstufung des 1914 gefundenen menschlichen Skeletts OH1 falsch war, und er aus politischen Gründen seine Grabungen dort nur noch einmal kurz im Jahre 1931 aufnehmen konnte. Andere – vor allem die Leakeys – haben seine Arbeiten dort mit größerem Erfolg fortgesetzt.



Ina Reck stand Zeit ihres Lebens im Schatten von Hans Reck. Dabei dürfte ihre Leistung bei der Organisation der Tendaguru-Expeditionen sehr wichtig gewesen sein. Darüber hinaus war sie auch künstlerisch aktiv und hat sowohl das Islandbuch von W. von Knebel (1912) mit eindrucks-

vollen Aquarellen ausgestattet als auch die afrikanischen Ausgrabungen aufmerksam beobachtet und gemalt. Eines ihrer Bilder ist auf dem Titelblatt von Maier (2003) reproduziert (Abb. 8).

Das Ende von Ina beschrieb Schroeder (1995) so: „Zwei Männer nur hatte Ina Reck in ihrem Leben wirklich geliebt, und beide liegen am jeweils anderen Ende der Welt begraben: Walther von Knebel im isländischen Vulkansee und Hans Reck unter der brennend heißen afrikanischen Sonne. Ina Reck, so ist überliefert, lebte noch fünf Jahre in ihrem Haus, wo sie – geistesabwesend, abweisend und verwirrt, den Rest ihrer Tage mit dem unablässigen Stricken schwarzer Pullover zugebracht haben soll. Sie starb am 30. Januar 1942, vermutlich an Krebs.

Ihr Nachlass ist verschollen.

Wo sie begraben liegt, weiß niemand.“

Dank

Wir danken Herrn Dr. G. Kreft (Frankfurt/M.), Herrn Dr. R. Hutterer (Bonn, Museum Alexander Koenig), Herrn M. Lenarz (Jüdisches Museum, Frankfurt/M.), Herrn Frank Möckel (Wilkau-Hasslau), Frau Anna-Sophia Werz (Glienicke/Nordbahn) und Herrn Gerhardt vom Heimatmuseum Reinickendorf (Berlin) für einige Hinweise.

Literatur

- Anonymous (1932): Erste Ergebnisse der Forschungen von Prof. Hans Reck in Afrika.- Naturforscher, 9: 156-157.
- Anonymous (1937a): Hans Reck †.- Geologische Rundschau, 28/5: 455; Berlin.
- Anonymous (1937b): [Obituary of] Hans Reck. L'Anthrop., 47: 649-650.
- Anonymous (2007): Reck, Hans.- in: Vierhaus, R. (Hrsg.): Deutsche biographische Enzyklopädie, 8: 225-226; 2. überarb. u. erw. Ausg; Saur K. G. Verlag.
- Ashley, G. M., Tactikos, J. C. & Owen, R. B. (2009): Hominin use of springs and wetlands: Palaeoclimate and archaeological records from Olduvai Gorge (~ 1.79-1.74 Ma).- Palaeogeography, Palaeolimnology, Palaeoecology, 272: 1-16; Amsterdam.
- Becker, K. (1983): In memoriam Hermann Pohle.- Sitzber. Ges. Naturf. Freunde Berlin (N. F.) 23: 5-12; Berlin.
- Boswell, P. G. H. (1932): The Oldoway Human Skeleton. - Nature (August 13) 130: 237-238.
- Cole, S. (1975): Leakey's Luck. The life of Louis Seymour Leakey 1903-1972.- 1-448; William Collins Sons & Co Ltd; London.
- Dietrich, W. O. (1915): Elephas antiquus recki n. f. aus dem Diluvium Deutsch-Ostafrikas. - Archiv für Biontologie, 4: 1-80; Berlin.
- Druitt, T. H., Davies, M. S., Edwards, L., Sparks, R. S. J., Mellors, R. M., Pyle, D. M., Lanphere, M. & Barreirio, B. (1999): Santorini Volcano.- Geological Society Special Memoir, 19: 1-165; London.
- Gentry, A. W. 1967. Pelorovis oldowayensis Reck, an extinct bovid from East Africa.- Bulletin of the British Museum (Natural History), Geology, 14: 243-299; London.
- Gross, W. & Schultze, H.-P. (2004): Zur Geschichte der Geowissenschaften im Museum für Naturkunde zu Berlin. Teil 6: Geschichte des Geologisch-Paläontologischen Instituts und Museums der Universität Berlin 1910-2004.- Mitteilungen aus dem Museum für Naturkunde in Berlin, Geowissenschaftliche Reihe, 7: 5-43; Berlin.
- Grumbkow, I. v. (1909): Isafold. Reisebilder aus Island. - 202 S.; Reimer Verlag (Berlin) [2006 neu herausgegeben von Marion Malinowski, LiteraturWissenschaft.de, Marburg].
- Harris, J. M. (1991): Family Bovidae.- Koobi Fora Research Project: The Fossil Ungulates: Geology, Fossil Artiodactyls, and Palaeoenvironments, 3:139-320.
- Heuer, R. (1988) (Hrsg): Bibliographia Judaica. Verzeichnis jüdischer Autoren deutscher Sprache. Band 3: S-Z. Frankfurt - New York: Campus.

- Hopwood, A. T. (1937): Prof. Hans Reck.- Nature, 140: 351; London.
- Hutterer, R. (2001): Berlin und die Deutsche Gesellschaft für Säugetierkunde.- Bongo, 31: 97-120; Berlin.
- Knebel, W. v. (1912): Island, eine naturwissenschaftliche Studie. - 290 S., 28 Tafeln und 1 Faltkarte im Anhang (Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung) Stuttgart [„Nach einem begonnenen Manuskript, Notizen und Bildern des Verstorbenen bearbeitet, fortgeführt und herausgegeben von Dr. Hans Reck“].
- Kohring, R., Pint, A. & Schlüter, T. (2004): Anmerkungen zu Hans Reck (1886-1937): ein subfossiles Menschenknochen und seine Wirkung auf den Kreationismus.- Geobiologie. 74. Jahrestagung Paläont. Ges. Göttingen, 2.-8. Oktober 2004, Kurzfassungen Vorträge Poster, 131-132; Göttingen.
- Kohring, R. & Schlüter, Th. (in press): Grosse Paläontologen – Hans Reck (1886-1937).- Fossilien.
- Laws, R. M. (2001): Sir Vivian Ernest Fuchs. 11 February 1908-11 November 1999.- Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society, Vol. 47: 205-222; London.
- Leakey, L. S. B. (1936): Stone Age Africa. An Outline of Prehistory in Africa.- 218 S., Humphrey Milford; Oxford University Press.
- Leakey, L. S. B. (1938): Steinzeit-Afrika. Ein Umriß der Vorgeschichte in Afrika.- [Übersetzt von Hans Reck] 211 Seiten, 28 Abbildungen & 14 Taf., E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung Stuttgart
- Leakey, L. S. B. (1966): White African – An Early Autobiography.- 1-316; Schenckmann Publ. Company, Cambridge, Massachusetts.
- Lettow-Vorbeck, P.-E. (1920).- Heia Safari! - Deutschlands Kampf in Ostafrika. - 1-282; (Hase & Koehler) Leipzig.
- Maier, G. (2003): African Dinosaurs Unearthed.- I-XI, 1-381; (Indiana University Press) Bloomington und Indianapolis.
- Malinowski, M. (2006)(Hrsg.): Ina von Grumbkow: Ísaafold. Reisebilder aus Island.- 202 S.; LiteraturWissenschaft.de, Marburg.
- Mohr, B., Enning, A., Geißler, Y. & Klingspor, N. (2008): Ina Reck. Forschungsreisende zwischen Island und Afrika.- Museums Journal, 2008, Heft IV: 52-54; Berlin.
- Morell, V. (1995): Ancestral Passions: The Leakey Family and the Quest for Humankind's Beginnings.- (Simon & Schuster) New York, London, Toronto, Tokyo und Singapore.
- Nowicki, H. (1995): Von Max Stirner zur gegenwärtigen antipädagogischen Diskussion.- Diplomarbeit FB Erziehungswissenschaften der Univ. Dortmund, 118 S; Dortmund.
- Paraskevopoulos, G. M. (1956): Über den Chemismus und die provinzialen Verhältnisse der tertiären und quartären Ergußgesteine des ägäischen Raumes und der benachbarten Gebiete.- Tschermaks mineralogische und petrographische Mitteilungen, 3. F., 6: 13–72, Wien
- Protsch, R. (1974): The age and stratigraphic position of Olduvai hominid I. - Journal of Human Evolution, 3: 379-385; Amsterdam.
- Reck, H. (1910): Isländische Masseneruptionen.- Dissertation, 1-106 (C. Fischer) Jena.
- Reck, H. (1911): 4. Bericht über die Ausgrabungen und Ergebnisse der Tendaguru-Expedition (Grabungsperiode 1911).- Sitzungsberichte der Gesellschaft Naturforschender Freunde Berlin, 1911 (8): 385-397; Berlin.
- Reck, H. (1914): Erste vorläufige Mitteilung über den Fund eines fossilen Menschenknochen aus Zentralafrika.- Sitzungsberichte der Gesellschaft Naturforschender Freunde Berlin, 1914 (3): 81-95; Berlin.
- Reck, H. (1925): Die britische Tendaguru-Expedition 1924.- Afrika-Nachrichten, 1: 3-4.

- Reck, H. (1928): *Pelorovis oldowayensis nov. gen. nov. sp.-* In: Reck, H. (Hrsg.): Wissenschaftliche Ergebnisse der Oldoway-Expedition 1913.- Neue Folge Heft 3: 55–68; Verlag Gebr. Borntraeger; Leipzig.
- Reck, H. (1931): Die deutschostafrikanischen Flugsaurier.- Zentralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie 1931: 321-336; Stuttgart.
- Reck, H. (1933): Oldoway die Schlucht des Urmenschen. Die Entdeckung des altsteinzeitlichen Menschen in Deutsch-Ostafrika.- 307 Seiten mit 1 Karte, 2 Rundbildern und 74 Abb., F. A. Brockhaus; Leipzig.
- Reck, H. & Kohl-Larsen, L. (1936): Erster Überblick über die jungdiluviale Tier- und Menschenfunde Dr. Kohl-Larsen's im nordöstlichen Teil des Njarasa-Grabens (Ostafrika) und die geologischen Verhältnisse des Fundgebietes.- Geologische Rundschau, 27 (5): 401-441; Berlin.
- Reck, I. [= Ina von Grumbkow] (1924): Mit der Tendaguru-Expedition im Süden von Deutsch-Ostafrika.- 1 – 73, 4 Abb; Dietrich Reimer, Berlin.
- Sapper, K. (1938): Hans Reck †.- Zeitschrift für Vulkanologie 17: 225-232; Berlin.
- Schroeder, F. (1995): Die Eisumschlüngene – Spurensuche in Island.- 1-160; Lundi Press Verlag, Eichstätt.
- Schwarz, E. (1932): Neue diluviale Antilopen aus Ostafrika.- Zentralblatt f. Min., Geol. und Pal., 1932, Abt. B, No. 1: 1-4; Stuttgart.
- Staesche, K. (1964): Wilhelm Otto Dietrich 1881-1964.- Jahresberichte und Mitteilungen des oberrheinischen geologischen Vereins, N. F., 46: XXII-XXIV; Stuttgart.
- Todd, N. E. (2001): African *Elephas recki*: time, space and taxonomy.- In: The World of Elephants - Proceedings, International Congress, Rome 2001: 693-697.
- Unwin, D. & Heinrich, W.-D. (1999): On a pterosaur jaw remain from the Late Jurassic of Tendaguru, East Africa.- Mitteilungen aus dem Museum für Naturkunde Berlin, Geowissenschaftliche Reihe, 2: 121-134; Berlin.

Schriftenverzeichnis von Hans Reck

Vorbemerkung: Das einzige uns bekannte Schriftenverzeichnis von Hans Reck findet sich in dem Nachruf, den Karl Sapper (1866-1945) in der „Zeitschrift für Vulkanologie“ veröffentlicht hat. Bei näherer Prüfung zeigte sich, dass es nicht nur unvollständig ist, sondern dass die Zitate recht dürftig dargestellt sind, so fehlen Seitenzahlen, Abbildungshinweise etc. In vielen Fällen war es uns möglich, nicht nur weitere Zitate einzufügen, sondern viele bereits vorhandene durch bibliographische Angaben zu ergänzen. Dennoch fehlen von einigen Zitaten noch zahlreiche Informationen, sodass auch das vorliegende Verzeichnis unvollständig ist.

1910

- Reck, H.: Isländische Masseneruptionen.- [Dissertation] Geologische und paläontologische Abhandlungen, Neue Folge Band IX, Heft 2: 1-106, mit 9 Tafeln und 9 Textfiguren. Gustav Fischer, Jena.
- Reck, H.: Das vulkanische Horstgebirge Dyngjufjöll mit den Einbruchskalderen der Askja und des Knebelsees sowie dem Rudloffkrater in Zentralisland.- Abh. II, Anhang zu den Abhandlungen der königlichen preussischen Akademie der Wissenschaften, 1910: 1-99; Berlin.
- Reck, H.: Ein Beitrag zur Spaltenfrage der Vulkane.- Centralblatt f. Min., Geol. und Pal., 1910, No. 6: 166-169, 1 Abb.
- Reck, H.: Führer durch die geologisch-palaeontologischen Schausammlungen des Museums für Naturkunde in Berlin.- Berlin.
- Reck, H.: Über Erhebungskrater.- Zeitschrift der deutschen Geol. Gesellschaft. (Monatsberichte), 62: 292-313, 9 Abb.; Hannover.

Reck, H.: Die Ausgrabungen fossiler Riesentiere in Deutsch-Ostafrika.- Umschau, XIV: 1041-1044, 3 Figs.; Frankfurt/M.

Reck, H.: Bericht über den weiteren Verlauf der Tendaguru-Expedition.- Sitzungsberichte der Gesellschaft Naturforschender Freunde Berlin, 1910: 372-375; Berlin.

1911

Reck, H.: Vierter Bericht über die Ausgrabungen und Ergebnisse der Tendaguru-Expedition (Grabungsperiode 1911).- Sitzungsberichte der Gesellschaft Naturforschender Freunde Berlin, 1911 (8): 385-397; Berlin.

Reck, H.: Glazialgeologische Studien über die rezenten und diluvialen Gletschergebiete Islands.- Zeitschrift für Gletscherkunde 5: 241-297; Wien.

Reck, H.: Fissureless volcanoes.- Geol. Magazine, Vol. VIII: 59-63; London.

Staff, H. v. & Reck, H.: Über die Lebensweise der Trilobiten.- Sitzungsberichte der Gesellschaft Naturforschender Freunde Berlin, 1911: 130-146; Berlin.

Staff, H. v. & Reck, H.: Die Lebensweise der Zweischaler des Solnhofener lithographischen Schiefers.- Sitzungsberichte der Gesellschaft Naturforschender Freunde Berlin, 1911: 157-175; Berlin.

Reck, H.: Die Geologie Islands in ihrer Bedeutung für Fragen der allgemeinen Geologie.- Geol. Rundschau, 1911: 302-314; Leipzig.

Staff, H. v. & Reck, H.: Einige neogene Seeigel von Java.- In: Selenka, L. & Blanckenhorn, M. (Hrsg.): Die Pithecanthropus-Schichten auf Java. Geologische und paläontologische Ergebnisse der Trinil-Expedition (1907 und 1908), ausgeführt mit Unterstützung der Akademischen Jubiläumsstiftung der Stadt Berlin und der Königlich bayerischen Akademie der Wissenschaften, 41-45; W. Engelmann; Leipzig.

1912

Knebel, W. v. (1912): Island, eine naturwissenschaftliche Studie. - 290 S., 28 Tafeln und 1 Faltkarte im Anhang (Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung) Stuttgart [„Nach einem begonnenen Manuscript, Notizen und Bildern des Verstorbenen bearbeitet, fortgeführt und herausgegeben von Dr. Hans Reck“].

Reck, H.: Über positive und negative Krustenbewegungen in Südwest-Deutschland.- Jahrbuch des Vereins für vaterl. Naturkunde in Württemberg, 68. Jahrgang: 18-28.

Reck, H.: Ein Beitrag zur Kenntnis des ältesten Donaulaufes in Süddeutschland.- Centralblatt f. Min., Geol. und Pal., 1912, (4): 107-118; Stuttgart

Reck, H.: Zur Altersfrage des Donaubruchrandes.- Centralblatt f. Min., Geol. und Pal., 1912, (11): 340-345; Stuttgart.

Reck, H.: Die morphologische Entwicklung der süddeutschen Schichtstufenlandschaft im Lichte der Davis'schen Zyklustheorie.- Zeitschrift deutsch. geol. Ges., 64 (1): 81-232, 22 Abb.; Hannover.

Reck, H.: Zur Geologie des Oegelsees.- Jahrbuch der Königl. Preuss. Landesanstalt.

Reck, H.: Les découvertes de sauriens fossiles gigantesques dans l'Afrique orientale allemande (1909-1912).- Rev. Zool. africaine, I: 397-400.

1913

Reck, H.: Referat zu: Grupe, O. (1911): Über das Alter der Dislokation des hannoversch-hessischen Berglandes und ihren Einfluß auf Talbildung und Basalteruptionen.- Centralblatt f. Min., Geol. und Pal., 1913: 397-399.

Reck, H.: Referat zu: Gruppe & Stremme (1913): Die Basalte des Sollings und ihre Zersetzungprobleme.- N. Jahrbuch Mineralogie etc., 1913: 427-428.

1914

- Reck, H.: Vulkanologische Beobachtungen an der deutsch-ostafrikanischen Mittellandbahn.- Zeitschrift für Vulkanologie, I: 78-86, 2 Abb.; Berlin.
- Reck, H.: Oldonyo l'Engai, ein tätiger Vulkan im Gebiete der deutschostafrikanischen Bruchstufe.- Branca-Festschrift: 373-409, Leipzig.
- Reck, H.: Erste vorläufige Mitteilung über den Fund eines fossilen Menschenkörpers aus Zentralafrika.- Sitzungsberichte der Gesellschaft Naturforschender Freunde Berlin, 1914 (3): 81-95; Berlin.
- Reck, H.: Zweite vorläufige Mitteilung über fossile Tier- und Menschenfunde aus Oldoway in Zentralafrika.- Sitzungsberichte der Gesellschaft Naturforschender Freunde Berlin, 1914 (7): 305-318; Berlin.

1915

- Reck, H.: Beobachtungen über Struktur und Genese der Bimssteine des Rudloffkraters in Zentralisland.- Zeitschrift für Vulkanologie.
- Reck, H.: Physiographische Studie über vulkanische Bomben.- Zeitschrift für Vulkanologie, Ergänzungsband I:VIII, 124 S. 15 Lichtdrucktafeln; Berlin.

1921

- Reck, H. & Dietrich, W. O.: Ein Beitrag zur geologischen Kenntnis der Landschaft Usaramo in Deutsch-Ostafrika.- Centralblatt f. Min., Geol. und Pal., 1921 (12): 372-378, 3 Abb.; Stuttgart.
- Reck, H.: Über eine neue Faunula im Juragebiet der deutsch-ostafrikanischen Mittellandbahn.- Centralbl. f. Min. Geol. u. Pal., 1921 (14): 431-436, 3 Figs.; Stuttgart.
- Reck, H.: Über das Alter der jungen Sedimente und des *Pecten vaselli* Fuchs an der ostafrikanischen Küste.- Centralbl. f. Min. Geol. u. Pal., 1921: 526-537; Stuttgart.
- Reck, H. & Schulze¹⁴, G.: Ein Beitrag zur Kenntnis des Baues und der jüngsten Veränderungen des l'Engai-Vulkans im nördlichen Deutsch-Ostafrika.- Zeitschrift für Vulkanologie, VI: 47-71, 8 Abb.; Berlin.
- Reck, H.: Über die Entstehung der isländischen Schildvulkane. Kritische Betrachtungen zu G. Meyers gleichnamiger Arbeit.- Zeitschrift für Vulkanologie, VI: 72-79, 4 Abb.; Berlin.
- Reck, H.: Eine neue diluviale Säugetierfundstelle am Minjonjo in Deutsch-Ostafrika.- Sitzungsberichte der Gesellschaft Naturforschender Freunde Berlin, 1921: 25-36; Berlin.

1922

- Reck, H.: Der neue zentralafrikanische Menschenfund.- Naturwissenschaftliche Wochenschrift, N. F., 21: 125-126; Jena.
- Reck, H. & Dietrich, W. O.: Ein Beitrag zur Altersfrage der Hegau-Basalt-Vulkane.- Centralbl. f. Min. Geol. u. Pal., 1922: 139-148; Stuttgart.
- Reck, H.: Über vulkanische Horstgebirge.- Zeitschrift für Vulkanologie, VI: 155-182, 9 Abb, 4 Taf.; Berlin.
- Reck, H. & Pohle, H¹⁵: Über einen vermeintlich diluvialen Säugetierrest von der Mittellandbahn in Deutsch-Ostafrika.- Centralblatt f. Min., Geol. und Pal., 1922, No. 17: 546-557, 1 Fig.; Stuttgart.
- Reck, H.: Über die Basaltvulkane des Hegau.- Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft, 74: 137-156, 3 Abb.; Berlin.

14 Gustavo Schulze (1881-1965). Deutsch-Mexikanischer Geologe.

15 Hermann Pohle (1892-1982) Säugetier-Kustos am Berliner Naturkundemuseum (BECKER 1983)

Reck, H.: Über den Eruptionsmechanismus einiger eigenartiger Vulkane mittel- und Süddeutschlands.- Jahrbuch der Königl. Preuss. Landesanstalt.

1923

- Reck, H. & Dietrich, W. O.: Ein Streiflicht auf die geologischen Verhältnisse der Kreide-Jura-Grenze in Abessinien.- Centralblatt f. Min., Geol. und Pal., 1923; Stuttgart
- Reck, H.: Die Hegau-Vulkane.- 1-248, mit 18 Tafeln und 23 Abb. im Text; Gebrüder Borntraeger Verlag, Berlin.
- Reck, H. & Dietrich, W. O.: Eine jungfossile Schneckenfauna aus dem Gebiete der deutsch-ostafrikanischen Mittellandbahn in der Gegend der Saline Gotorp.- Centralblatt f. Min., Geol. und Pal., 1923 (10): 309-320; Stuttgart.
- Reck, H.: Über den Ausbruch des Oldonyo l'Engai in Deutsch-Ostafrika im Jahre 1917.- Zeitschrift für Vulkanologie, VII; Berlin.
- Reck, H.: Eine neue Eruption des Kamerunberges.- Zeitschrift für Vulkanologie, VII; Berlin.
- Reck, H.: Sammelreferat über die Geologie von Kleinasien.- Zeitschrift für Vulkanologie, VII; Berlin.
- Reck, H.: Sammelreferat über Deutsch- und Britisch-Ostafrika.- Zeitschrift für Vulkanologie, VII: 226-247.

1924

- Reck, H.: Ein Überblick über Bau und Bild von Kamerun.- In: Mansfeld, A. (Hrsg.): Westafrika: Urwald- und Steppenbilder, 144 S., Auriga-Verlag, Berlin.
- Reck, H.: l'Engai-Bilder.- Zeitschrift für Vulkanologie, VIII; Berlin.
- Reck, H.: Kritisches Sammelreferat zu: Cloos-Granittektonik.- Zeitschrift für Vulkanologie, VII: 38-72; Berlin.
- Reck, H.: Stoffdisposition und Systematik in der Vulkanologie.- 128 pp., Dietrich Reimer, Berlin.
- Reck, H.: Ein Wort über die Behandlung der Stoffdisposition und der Systematik in der Vulkanologie durch einige neuere deutsche Lehrbücher.- Zeitschrift für Vulkanologie, VIII; Berlin.
- Reck, H.: Über die Ergebnisse der Saurier-Ausgrabungen am Tendaguru in Deutsch-Ostafrika.- Aus dem Deutschen Kolonalkongress, 1924, Abt. VI: 8 pp.
- Reck, H.: Das erste rekonstruierte Skelett der Tendaguru-Saurier-Lagerstätte in Deutsch-Ostafrika.- Afrika-Nachrichten, Nr. 17/18.; Leipzig.
- Reck, H.: Die Kräftegruppen des Vulkanismus und der Tektonik und ihre gegenseitigen Beziehungen - Ein Rückblick und Ausblick.- Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft, 76: 115-137; Berlin.

1925

- Reck, H. (Hrsg.): Wissenschaftliche Ergebnisse der Oldoway-Expedition 1913.- Neue Folge Heft 2, Verlag Gebr. Borntraeger; Leipzig.
- Reck, H., 1925: Grabungen auf fossile Wirbeltiere in Deutsch-Ostafrika.- *Geologische Charakterbilder*, 31: 1-36, 5 Abb., 14 Taf., Borntraeger; Berlin.
- Reck, H.: Über Erforschung und Abwehr von Naturkatastrophen.- Blätter des deutschen Roten Kreuzes, Heft 9.
- Reck, H.: Bergbau im Meteor.- (?) Kraftstoff-Zeitung (5. Juli 1925) 1 S. o. O.
- Reck, H.: Die britische Tendaguru-Expedition 1924.- Afrika-Nachrichten, 1: 3-4; Leipzig.
- Reck, H.: Aus der Vorzeit des innerafrikanischen Wildes.- Leipziger Illustrierte Zeitung, Band 164: 451.; Leipzig.

Reck, H.: Island und die Färöer.- Enzyklopädie der Erdkunde, Abtl. Nord- und Südpolarländer; 85 S. & 7 Taf.; Leipzig/Wien, Franz Deuticke.

Reck, H.: Die Eruption des Santorin-Vulkans im Jahre 1925.- Zeitschrift für Vulkanologie, IX; Berlin.

1926

Reck, H.: Der Ausbruch des Santorin-Vulkans im Jahre 1925.- Zentralblatt f. Geol., Min. & Pal., 1926 (1): 23-32, 2 Abb.; Stuttgart.

Reck, H.: Hochwasserkatastrophen.- Technische Nothilfe: Sonderheft „Die Räder“, VII (3/4).

Reck, H.: Kritisches Referat zu: Stille, Grundfragen der vergleichenden Tektonik.- Zeitschrift für Vulkanologie X: 58-72; Berlin.

Reck, H.: Hochwasserkatastrophen.- Matériaux pour l'etude des Calamités, Genève III; Nr. 9.

Reck, H.: Ein Rückblick auf die amtliche geologische Tätigkeit der britischen Mandatsverwaltung in Deutsch-Ostafrika seit dem Kriege.- Koloniale Rundschau, Monatsschrift für die Interessen unserer Schutzgebiete und ihrer Bewohner. Hrsg. v. E. Vohsen, Heft 10/11; Leipzig.

Reck, H.: Prähistorische Grab- und Menschenfunde und ihre Beziehungen zur Pluvialzeit in Ostafrika.- Reichskolonialamt, Mitteilungen aus den deutschen Schutzgebieten, Bd. 34, Heft 1: 50-86, Taf. V-VIII.

Reck, H.: Die Geologie der Soos bei Franzensbad. – MS. [depon. in: Měst. knihovna Františkovy Lázně]. (non vidi.)

Reck, H.: Die Tätigkeit des Santorin-Vulkans vom November 1925 bis zum Ende des Ausbruchs im Sommer 1926.- Zentralblatt für Geol., Min. & Pal., Abtl. B, 1926 (15): 531-541; Stuttgart.

Reck, H.: Mitteilungen über Trombenbildung während der Ausbrüche des Santorin-Vulkans.- Zentralblatt für Geol., Min. & Pal., Abtl. B, 1926 (15): 542-549; Stuttgart.

Reck, H. [Diskussionsbemerkung zu: Wiman, C.: Über einige Flugsaurier].- Paläont. Zeitschrift, 7: 21-22; Berlin.

Reck, H.: Über die Phase des Vesuv im Herbst 1925.- Zeitschrift für Vulkanologie, X; Berlin.

Reck, H.: Buschteufel - Deutsch-Ostafrikanisches.- 152 S.; Verlag Reimer; Berlin.

1927

Reck, H.: Die Phasensteigerung in der eruptiven Tätigkeit des Vesuv Ende November 1926.- Zentralblatt für Geol., Min. & Pal., Abtl. B, 1927 (3): 86-93, 1 Abb.; Stuttgart.

Reck, H.: Verlauf und Abschluß des Ausbruches des Santorin-Vulkans im Jahre 1926.- Zeitschrift für Vulkanologie, X; Berlin.

Reck, H.: Die Tendaguru-Ausgrabungen in Deutsch-Ostafrika in Vergangenheit und Gegenwart.- Koloniale Rundschau, Monatsschrift für die Interessen unserer Schutzgebiete und ihrer Bewohner. Hrsg. v. E. Vohsen.

Reck, H.: Referat zu Krenkel, Geologie Afrikas I.- Zeitschrift für Vulkanologie, XI: 60-81, 6 Abb.; Berlin.

Reck, H.: Referat zu Kaiser, Die Diamantenwüste Südwestafrikas.- Zeitschrift für Vulkanologie, XI: 81-91, 6 Abb., 1 Taf.; Berlin.

Reck, H.: Zur Geologie der jüngsten Vulkane Böhmens, des Kammerbühls und Eisenbühls bei Eger.- Zeitschrift für Vulkanologie, XI:

1928

Reck, H. (Hrsg.): Wissenschaftliche Ergebnisse der Oldoway-Expedition 1913.- Neue Folge Heft 3, Verlag Gebr. Borntraeger; Leipzig.

- Reck, H.: *Pelorovis oldowayensis* nov. gen. nov. sp.- In: Reck, H. (Hrsg.): Wissenschaftliche Ergebnisse der Oldoway-Expedition 1913.- Neue Folge Heft 3: 55–68; Verlag Gebr. Borntraeger; Leipzig.
- Reck, H.: Deflationskalderen.- Zentralblatt für Geol., Min. & Pal., Abtl. B, 1928
- Reck, H.: Erdbebenschutz und Erdbebenhilfe.- Blätter des deutschen Roten Kreuzes, Bd. VII.
- Reck, H. & Klebelsberg¹⁶, R.v.: Das Schlackenvorkommen von Elvas bei Brixen, Südtirol.- Zeitschrift für Vulkanologie, XI; Berlin.
- Reck, H.: Notiz über den osteuropäischen Staubfall Ende April 1928.- Zentralblatt für Geol., Min. & Pal., Abtl. B, 1928 (10): 521-524; Stuttgart.
- Reck, H.: Referat zu Krenkel, Geologie Afrikas II.- Zeitschrift für Vulkanologie, XI: 202-216, 10 Abb.; Berlin.
- Reck, H.: Zur Deutung der vulkanischen Geschichte und der Calderabildung auf der Insel La Palma.- Zeitschrift für Vulkanologie, XI: 217–243; Berlin.
- Reck, H.: Bemerkungen zu dem Askja-Reisebericht Dr. Lamprechts.- Zeitschrift für Vulkanologie, XI; Berlin.
- Reck, H.: Bericht über die jüngste Tätigkeit der Kamtschatka-Vulkane.- Zeitschrift für Vulkanologie, XI; Berlin.
- Reck, H.: Nachruf auf W. v. Branca.- Zeitschrift für Vulkanologie, XII: 1-7, Portrait; Berlin.

1929

- Reck, H.: Vulkanausbruch auf Santorin.- Reclams Universum, Band 45.
- Reck, H.: Über die Tätigkeit von Etna und Vesuv im Herbst 1928.- Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft, 80: 345-352; Berlin.
- Reck, H.: Übersicht über die Tätigkeit des Krakatau im Jahre 1928.- Zeitschrift für Vulkanologie, XII:; Berlin.
- Reck, H.: Korinth.- Blätter des deutschen Roten Kreuzes, Heft 9; Berlin.

1930

- Reck, H.: Die Entstehung der Nautilus-Quellkuppe auf Santorin Anfang 1928.- Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft, 82: 113-116, 2 Taf.; Berlin.
- Reck, H.: Bemerkungen über den jungen Vulkanismus im abessinischen Graben.- Zeitschrift für Vulkanologie, XII: 290-298, 5 Taf.; Berlin.
- Reck, H. & Mosterz¹⁷, H.: Am Krater des Kibo (Kilimandscharo).- Zeitschrift für Vulkanologie, XII: X Taf.; Berlin.
- Reck, H.: Die Masseneruptionen unter besonderer Würdigung der Arealeruption in ihrer systematischen und genetischen Bedeutung für das isländische Basaltdeckengebirge.- 24-49, 3 Abb. - in: Walther Heinrich Vogt & Hans Spethmann (Hrsg.) Deutsche Islandforschung, Band 2., Verlag F. Hirt, Breslau.
- Reck, H. (1930): Die epigenetische Nautilus-Eruption 1928 (Santorin).- Zeitschrift für Vulkanologie XIII: 25-30, 15 Abb.; Berlin.
- Reck, H. (1930): Das Tal der Zehntausende Dampfe.- Zeitschrift für Vulkanologie, XIII: 61-65; Berlin.
- Reck, H.: Der drohende Zustand der süditalienischen Vulkane.- Matériaux pour l'étude des Calamités, Genève III; Nr. 21.

16 Raimund von Klebelsberg (1886-1967) Geologe aus Südtirol.

17 Heinrich Mostertz (1884-1975). Künstler und Entdecker.

1931

- Reck, H.: Der Merapi-Vulkan auf Java und sein Ausbruch im Dezember 1930.- Die Naturwissenschaften, 19 (18): 369–373, 2 Abb.; Berlin.
- Reck, H.: Die deutschostafrikanischen Flugsaurier.- Zentralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie 1931, Abt. B7: 321-336, 5 Abb.; Stuttgart.
- Reck, H.: Der Stromboli im Oktober 1926.- Zeitschrift für Vulkanologie, XIV: 13-21; Berlin.
- Reck, H.: Ein Rückblick auf den Ausbruch des Krakatau von 1928–1930.- Zeitschrift für Vulkanologie, XIV: 118–134, 5 Abb., 2 Taf.; Berlin.
- Reck, H.: The Oldoway skeleton from Tanganyika territory.- Man, 31: 10-11.
- Leakey L. S. B; Hopwood, A. T. & Reck, H.: Age of the Oldoway Bone Beds, Tanganyika Territory.- Nature, 128: 724; London.

1932

- Reck, H.: Der Welthilfsverband.- Blätter des deutschen Roten Kreuzes, 11. Jahrgang
- Reck, H.: Pluvial Geology, Landscape and Man in the East African Rift Valley.- Journal of the East Africa and Uganda Natural Hist. Soc., No. 40/41: 91-98.
- Reck, H.: Bilder und Bemerkungen zum jungen abessinischen Grabenvulkanismus.- Zeitschrift für Vulkanologie, XIV; Berlin.
- Reck, H.: Meine zweite Oldoway-Expedition 1931.- Forschungen und Fortschritte, Band 8: 235-236; Berlin.
- Reck, H.: Geologische Forschungen in Kenya Colony (Vorläufiger Reisebericht).- Forschungen und Fortschritte, Band 8: 258-259; Berlin.
- Reck, H.: Eine paläontologische Forschungsreise durch Südafrika.- Forschungen und Fortschritte, Band 8: 299-300; Berlin.
- Reck, H.: Älteste Menschheit in Ostafrika.- Die Naturwissenschaften, 20; Berlin.
- Reck, H.: Die englisch-deutschen Forschungen in Ostafrika 1931.- Africa, 5: 359-362.
- Reck, H.: Der Mensch und die Kultur von Oldoway.- Festschrift für Carl Uhlig¹⁸. Verlag der Hohenlohschen Buchhandlung F. Rau, Öhringen.
- Reck, H.: Über das Alter der ostafrikanischen Gräben und Bruchstufen.- Festschrift für Carl Uhlig. unpaginiert, 11 S. & 2 Tafeln. Verlag der Hohenlohschen Buchhandlung F. Rau, Öhringen.
- Reck, H.: Oldoway.- Koloniale Rundschau. Monatsschrift für die Interessen unserer Schutzegebiete und ihrer Bewohner. Hrsg. v. E. Vohsen, Sondernummer 50-Jahrfeier: 514-522, 3 Abb.; Berlin.

1933

- Leakey, L. S. B., Reck, H., Boswell, P. G. H. & Hopwood, A. T.: The Oldoway human skeleton.- Nature, 131: 397–398; London.
- Reck, H.: Auf der Suche nach Saurierskeletten in der Karroo Natal.- Die Umschau, 37 (17): 324-328, 7 Abb.; Frankfurt/M.
- Reck, H.: Oldoway die Schlucht des Urmenschen. Die Entdeckung des altsteinzeitlichen Menschen in Deutsch-Ostafrika.- 307 Seiten mit 1 Karte, 2 Rundbildern und 74 Abb., F. A. Brockhaus; Leipzig.
- Reck, H.: Untergegangene Welten.- Die Räder. Illustrierte Zeitschrift der Technischen Nothilfe; Berlin.
- Reck, H.: Der Ausbruch des Quizapu vom 10./11. April 1932 und seine Folgen.- Die Naturwissenschaften, 21 (34): 617-624; Berlin.

18 Carl Uhlig (1872-1938). Professor für Geographie in Tübingen.

Reck, H.: Die Tätigkeit des Descabezado Grande und Quizapu (Chile) vom Juli 1932 bis Juli 1933.- Zeitschrift für Vulkanologie, Band XV; Berlin.

1934

Reck, H.: Die Dampffelder der Toskana.- Die Räder. Illustrierte Zeitschrift der Technischen Nothilfe; Berlin.

Reck, H.: Kraftquellen aus der Tiefe der Erde.- Reclams Universum.

Reck, H. (Hrsg.): Die Fumarolen des Masaya [Nicaragua] von J. W. Schönberg, bearbeitet von Hans Reck..- Zeitschrift für Vulkanologie, Band XV: 261-263; Berlin.

1935

Reck, H.: Frühste Menschheit und ihre Kultur in Zentralafrika.- Forschungen und Fortschritte, Band 11(12): 15-156; Berlin.

Reck, H. & Hantke, G.: Überblick über die tätigen Vulkane Kamtschatkas.- Zeitschrift für Vulkanologie, XVI: 120-127, 1 Karte; Berlin.

Reck, H.: Neue Genera aus der Oldoway-Fauna.- Zentralbl. für Min., Geol. und Paläont., Abtlg. B, No. 6: 215-218, 2 Abb.; Stuttgart.

Reck, H.: Überblick über die vulkanische Tätigkeit in Japan in den Jahren 1931-1935.- Zeitschrift für Vulkanologie, XVI; Berlin

Reck, H.: Die Soffionenfelder Toskanas in ihrer vulkanologischen Bedeutung.- Zeitschrift für Vulkanologie, XVI: 161-179, 3 Fig., 1 Karte (1:50.000), 3 Taf.

Reck, H.: Was lehrt uns der letzte Ausbruch des javanischen Merapi (1933/1934)?- Die Umschau, 45: 900-902; Frankfurt/M.

Reck, H.: Der Ausbruchscyklus des Merapi in den Jahren 1933/34.- Die Naturwissenschaften, 23: 812-816; Berlin

1936

Reck, H.: Das erdgeschichtliche Werden Santorins und das Antlitz seiner Landschaft.- In: Durazzo-Morosini, Z. (Hrsg.): Santorin. Die fantastische Insel.- 83 S.; Verlag Gebr. Mann Berlin.

Reck, H. (Hrsg.): Santorin - Der Werdegang eines Inselvulkans und sein Ausbruch 1925-1928.- 3 vol., D. Reimer, Berlin

Reck, H.: Der frühgeschichtliche Bimssteinausbruch Santorins und das Caldera-Problem.- In: H. Reck (Hrsg.): Santorin – der Werdegang eines Inselvulkans und sein Ausbruch 1925–1928: 81–187, D. Reimer; Berlin

Reck, H.: Dynamik und Morphogenese des Dafni-Ausbruches als Beispiel einer Staukuppenbildung mit Stromerguss.- in Reck, H. (Hrsg.): Santorin – der Werdegang eines Inselvulkans und sein Ausbruch 1925–1928: 81–187, D. Reimer; Berlin.

Reck, H. & Türckheim, O. G. v.: Die Zustand der Vulkane Fuego, Atitlán, und Santa María in Guatemala Ende 1934.- Zeitschrift für Vulkanologie, XVI: 259-263; Berlin.

Reck, H.: Der Kaiserstuhl (Sammelreferat).- Zeitschrift für Vulkanologie, XVI; Berlin.

Reck, H. & Kohl-Larsen, L.: Erster Überblick über die jungdiluviale Tier- und Menschenfunde Dr. Kohl-Larsen's im nordöstlichen Teil des Njarasa-Grabens (Ostafrika) und die geologischen Verhältnisse des Fundgebietes.- Geologische Rundschau, 27 (5): 401-441; Berlin.

Reck, H.: Literaturübersicht über die bergwirtschaftliche und geologische Arbeit in Ostafrika während der Jahre 1935 und 1936.- Der Tropenpflanzer, 12.

1937

Reck, H.: Beobachtungen am Vesuv im Frühjahr 1936.- Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft, 89: 309-316, 4 Abb., 15 Taf.; Berlin.

- Reck, H.: Reisebericht vom Kamerunberg.- Koloniale Rundschau, Heft 2: 107-121; Leipzig.
- Reck, H. (1937)(Hrsg.): Wissenschaftliche Ergebnisse der Oldoway-Expedition 1913.- 142 S., VIII Tafeln, Reimer Verlag; Berlin.
- Reck, H.: *Thalerozeros radiciformis* n. g. n. sp.- In: Reck, H. (1937)(Hrsg.): Wissenschaftliche Ergebnisse der Oldoway-Expedition 1913.- 142 S., VIII Tafeln, Reimer Verlag; Berlin.

1951

- Reck, H.: A preliminary survey of the tectonics and stratigraphy of Olduvai.- In: Leakey, L. S. B. (Hrsg.): Olduvai Gorge.- 5-19; Cambridge University Press, Cambridge.

1952

- Reck, H.: Die Schlucht des Urmenschen.- 1. Auflage, 26 Abbildungen 1 Textkarte, 122 Seiten (mit einem Nachwort von F. Behn), F. A. Brockhaus; Leipzig [gekürzte Fassung von Reck 1933: Oldoway die Schlucht des Urmenschen].

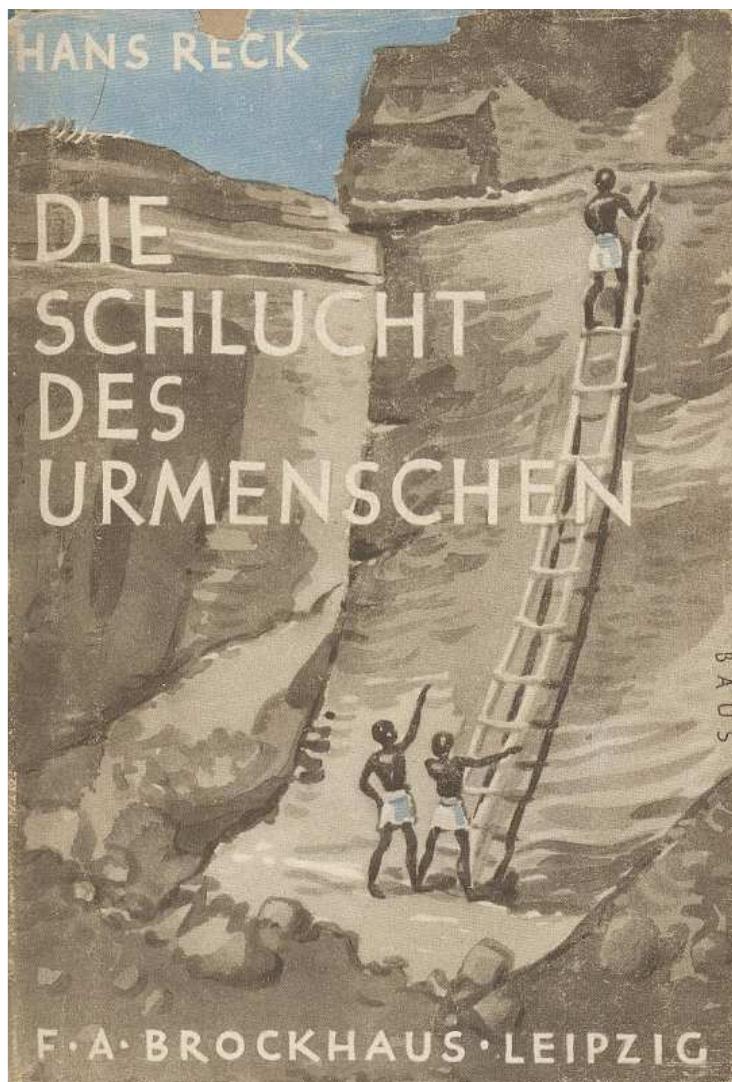


Abb. 9: Reproduktion des Umschlagbildes der 1952 entstandenen, stark gekürzten Version von „Oldoway – Die Schlucht des Urmenschen“ von Hans Reck. Entgegen der Fassung von 1933 (vergl. Abb. 5) ist das menschliche Skelett OH1 nicht mehr abgebildet.

Computational methods used to generate information required in climate change studies in Swaziland

Jonathan I. Matondo

Abstract: It has been established that the expected climate change in the next 100 years will be due to anthropogenic activities. The expected climate change will impact all sectors of the human endeavour. Therefore, all countries who are signatory to the UN convention on climate change are required to carry out a vulnerability assessment. The computational methods that were utilized to generate information required to evaluate the impact of climate change on water resources in Swaziland are presented. 1080 climatological data points were generated in each catchment (27 tables in total) and 81 rainfall runoff simulations were carried out in the three catchments and this was possible through the use of a computer.

Zusammenfassung: Es ist unbestritten, dass die Erwärmung der Erdatmosphäre in den nächsten 100 Jahren weitgehend auf den gesteigerten Verbrauch fossiler Brennstoffe zurückzuführen ist. Dementsprechend ist vorgesehen, dass alle Nationen, die die UN-Konvention zum Klimawechsel unterzeichnet haben, eine Schutzeinschätzung zum Grad der Gefährdung in ihrem Land vornehmen. In diesem Zusammenhang wird hier ein anhand von Computer-Modulation gewonnener Datensatz zu den Wasservorkommen in Swasiland vorgestellt. 1080 Klima-Eckwerte wurden in den jeweiligen Einzugsgebieten erstellt, sowie 81 Niederschlagssimulationen für 3 Einzugsgebiete durchgeführt.

Keywords: Climate change, computation, regression analysis, model calibration, simulation, generated information.

Address of the Author:

Prof. Dr. Jonathan I. Matondo, University of Swaziland, Department of Geography, Environmental Sciences and Planning, Private Bag 4, Kwaluseni, Swaziland
Email: matondo@uniswacc.uniswa.sz

1. Introduction

Climate will always change due to natural forcings that is: tilt of the earth's axis, precession of equinoxes and eccentricity which have an effect on the amount of solar energy received on the surface of the earth. However, the natural forcings induce climate change with a periodicity ranging

from 41 to 95 thousand years and are termed as long term climatic changes. A number of gases that occur naturally in the atmosphere in small quantities are known as “greenhouse gases”. Water vapour, carbon dioxide, ozone, methane, and nitrous oxide trap solar energy in much the same way as do the glass panes of a greenhouse or a closed automobile. This natural greenhouse gases effect has kept the earth’s atmosphere some 30° Celcius hotter, than it would otherwise be, making it possible for humans and most other organisms to exist on earth.

The greenhouse gases (CO_2 , CH_4 , N_2O , HFCs, PFCs, and SF_6) concentrations in the atmosphere have increased very much since the industrial revolution. For example the concentration of CO_2 and CH_4 has increased from 280 ppm and 700 ppb in year 1750 to 368 ppm and 1,750 ppb in year 2000 respectively. It has also been established that the 1990s was the warmest decade and 1998 the warmest year, in the instrumentation record. The greenhouse gas effect has been projected to cause global average temperature increase in the order of 1.4 to 5.8°C over the period 1990 to 2100. Therefore, global average annual precipitation is projected to increase during the 21st century due to the greenhouse effect. However, at regional scales both increase and decreases in annual precipitation are projected to be in the order of 5 to 20% (IPCC 2001).

Studies on the impact of expected climate change on water resources in Swaziland have been carried out (Matondo *et al.* 2005, Matondo *et al.* 2004, Matondo & Msibi 2001a and b). Fig. 1 shows the location of Swaziland. For background information on Swaziland refer to Matondo *et al.* 2004 and Matondo & Msibi 2001b. Papers usually present the results of a study but what goes on in the preparation of the results is not reported. This paper presents the computational methods that were used in the study on evaluation of the impact of climate change on water resources in Swaziland.

2. Computational methods

The impact of expected climate change on water resources in Swaziland was carried out using General Circulation Models (GCMs) and a rainfall runoff model. The selection of suitable GCMs for Swaziland, are as reported by Matondo *et al.* 2004. The outputs of General Circulation Models are: Maximum and minimum air temperatures and precipitation for low, medium and high climate change scenario (IPCC 1990, IPCC 1992 and IPCC 2001). The above information is input to a rainfall runoff model. River–basin–monthly water balance models are recommended as the primary approach for assessing climate change impacts on river runoff (IPCC 1995 and IPCC 1996). It has been established that, the CLIRUN set of models is the standard water balance tool selected for the evaluation of the impact of climate change on hydrology and water resources (IPCC 1996). The WatBall model developed by Yates and Strzepek (1994) is one of the CLIRUN set of models that was used in the simulation of runoff due to expected climate change. The computational steps that were employed are as follows: Quality control of historical precipitation and stream flow data in each catchment, determination of a representative meteorological station in each catchment, regression analysis between observed temperature and evapotranspiration, generation of temperatures and precipitation using GCMs for year 2075, computation of evapotranspiration and precipitation for each catchment and the corresponding General Circulation Model, calibration of the Watball model and simulation of stream flows in year 2075 using the calibrated WatBall model.

2.1 Quality control of observed precipitation and stream flow data

The quality control of precipitation and stream flow data in each catchment is as reported by Matondo *et al.* 2004. Therefore, it is not repeated in this paper. However, the interested reader can refer to the reference.

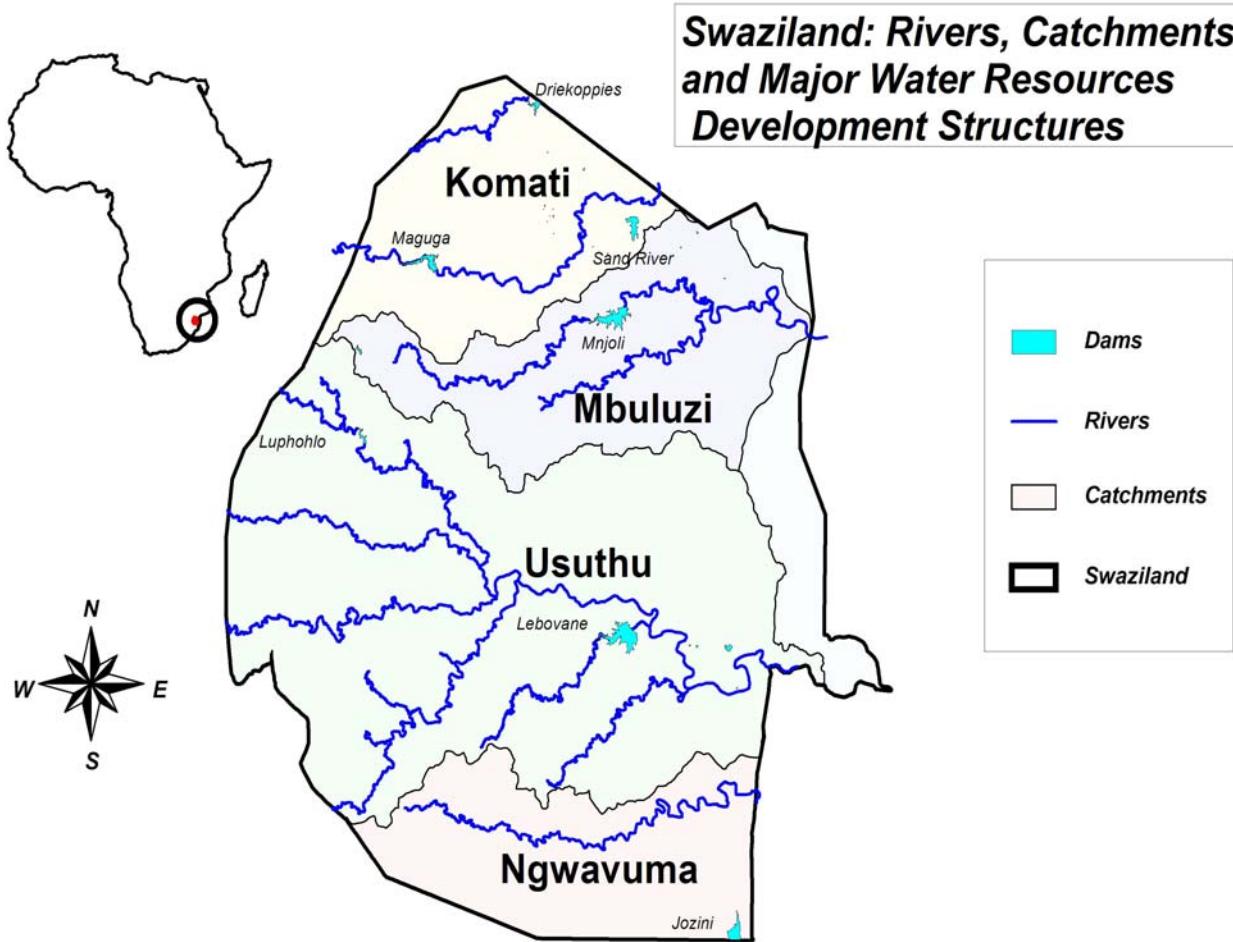


Fig. 1: Drainage basins and location of existing major dams in Swaziland

2.2 Determination of a representative meteorological station in each catchment

The Watball model uses meteorological data (precipitation and potential evapotranspiration) from a representative station. Therefore, a hypothetical representative station was developed for each catchment.

There are three methods that are used in the determination of areal average precipitation and/or other meteorological variables. These approaches are: Arithmetic mean method, Thiessen Polygon method and Isohyetal method (Viessman *et al.* 1989). The arithmetic mean method was used in the study for its simplicity. Meteorological information from 40, 4 and 3 stations were used in the Mbuluzi, Komati and Ngwavuma catchments respectively in the construction of a representative station. The precipitation record in each catchment was then classified into dry, average and wet years. This was done by plotting the annual precipitation vs time (years). Years that fell below the annual average line were regarded as dry years and those that fell above as wet years. The years that plotted along the average line were regarded as average years. The same years were also utilized in the preparation of other meteorological data (air temperatures, wind speed, evaporation, humidity, solar energy, sun shine hours etc.). A daily monthly average precipitation and temperature was then computed for each catchment for the dry, average and wet year conditions.

2.3 Regression analysis between observed temperature and evapotranspiration

The measurements of meteorological variables which are in turn used to compute the potential evapotranspiration were not recorded throughout the period of observation in each of the three catchments (from 1960 to 2000). However, temperature values were available throughout this period in each catchment. A regression equation was developed through regression analysis using excel software between observed daily average temperatures and potential evapotranspiration (PET) in each catchment (for dry, average and wet years) for the period where this information existed. The developed equations were then used to fill in the gaps in potential evapotranspiration in each catchment. Daily monthly potential evapotranspiration values in each catchment were then computed for the dry, average and wet years conditions. Figures 2 to 4 show the relationship between PET and temperature for dry, wet and average year conditions for the Komati catchment and the corresponding regression equations (a total of 9 such relationships).

2.4 Generation of temperature and precipitation using GCMs

The Climate Scenario Generator (CSG) that was used is a combination of a simple climate model “MAGICC” and a climate scenario database SCENGEN. MAGICC - Model for the Assessment of Greenhouse-gas Induced Climate Change – is a set of linked reduced simple models that emulate the behaviour of fully 3-dimensional dynamic GCMs. SCENGEN – Scenario Generator on the other hand is a global and regional database containing results of a large number of GCM experiments as well as the observed global and 4 regions’ climate data sets.

MAGICC-SCENGEN Model was run with the doubling of CO₂ in year 2075 for each of the GCMs that were found suitable for Swaziland and these are: the Geophysical Fluid Dynamics Laboratory (GFDL), the United Kingdom Transient Resilient (UKTR), and the Canadian Climate Change Equilibrium (CCC-EQ) (IPCC 1996).

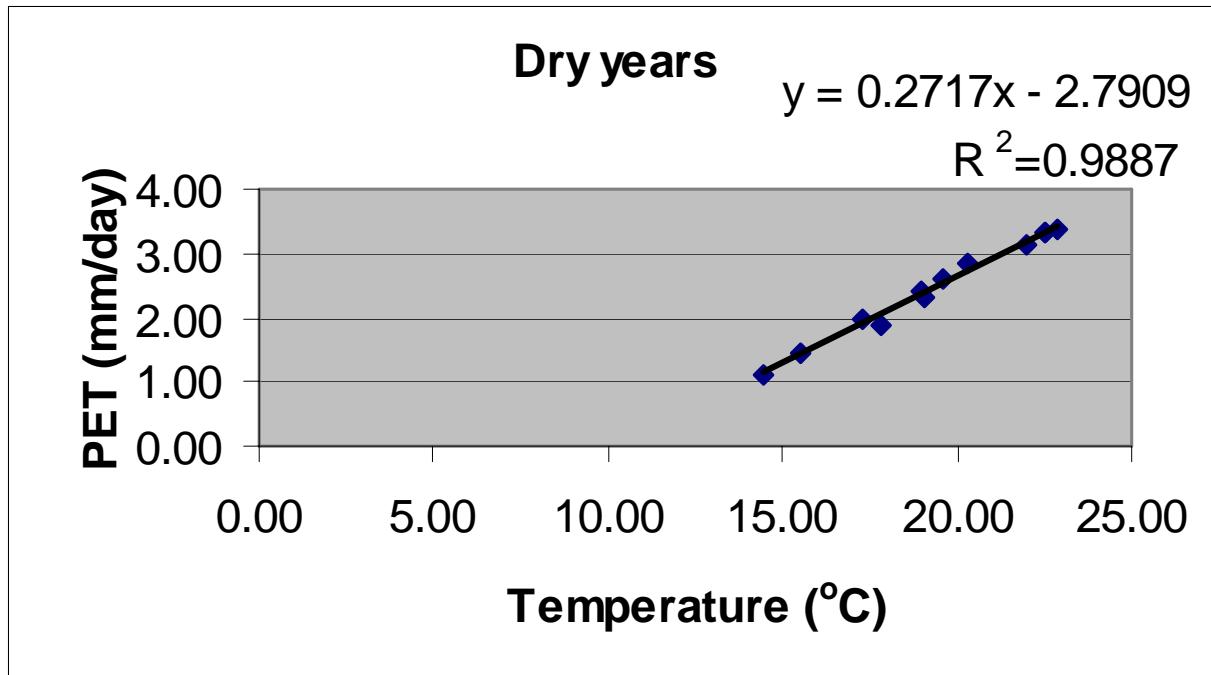


Fig. 2: Relationship between PET and Temperature for dry year conditions in the Komati catchment.

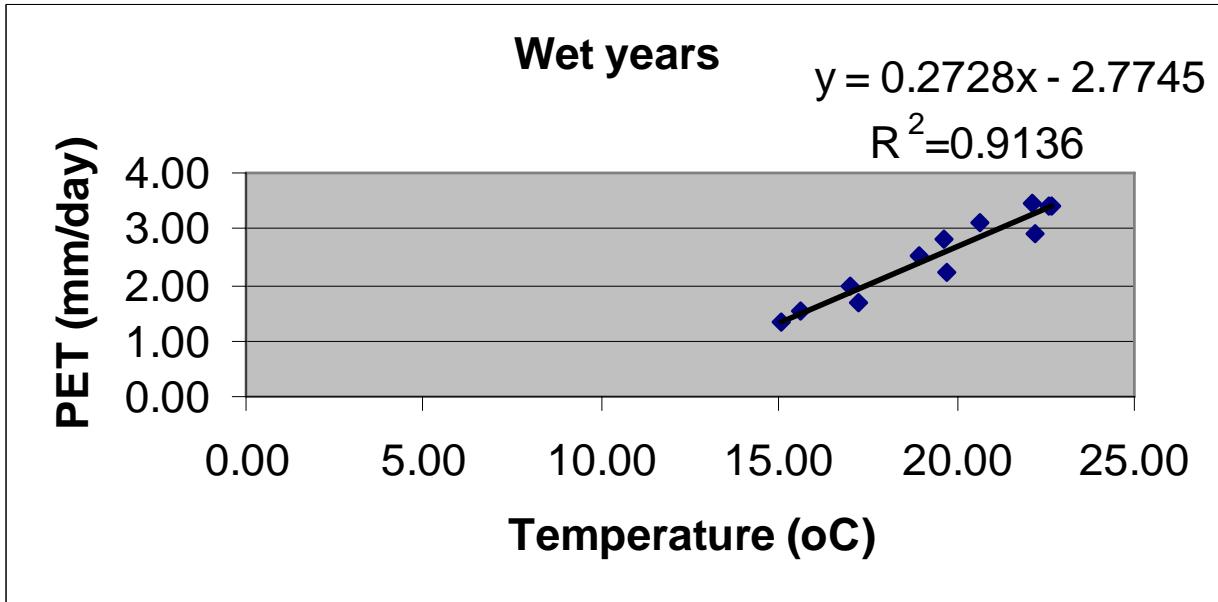


Fig. 3: Relationship between PET and Temperature for wet year conditions in the Komati catchment.

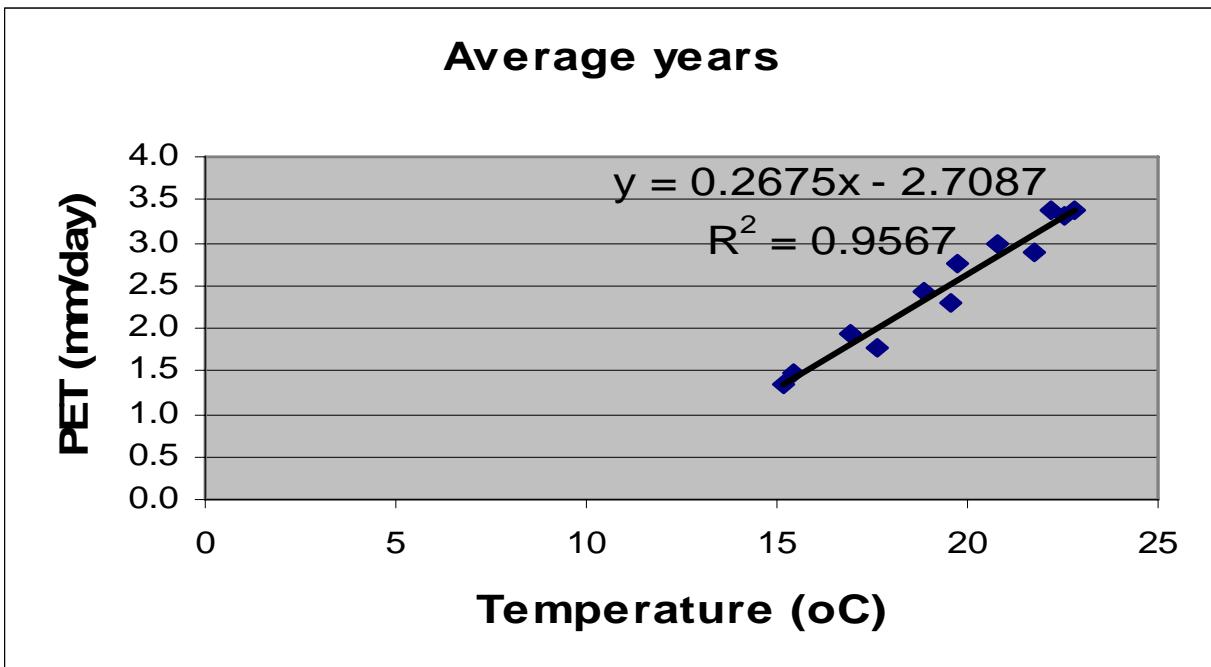


Fig. 4: Relationship between PET and Temperature for average year conditions in the Komati catchment.

Table 1 shows the projected temperature increase ($^{\circ}\text{C}$) and precipitation increase or decrease (%) in year 2075 by the various models. It can be seen from Table 1 that, all models are predicting a temperature increase in all months and a precipitation decrease or increase but with an overall decrease for Swaziland.

UKTR													
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	
Tmax	Low	0.6	0.5	0.9	2.1	1.6	0.9	1.3	1	1.5	1.4	1.2	0.6
	Mid	0.9	0.8	1.3	3	2.4	1.4	1.9	1.4	2.1	2	1.7	0.9
	High	1.2	1.1	1.8	4.3	3.4	2	2.7	2.1	3.1	2.9	2.5	1.3
Tmin	Low	0.9	0.7	0.6	1.5	1.4	0.5	1.1	0.9	1.1	1.3	1.2	0.9
	Mid	1.3	1	0.9	2.1	2	0.7	1.5	1.4	1.5	1.9	1.8	1.4
	High	1.8	1.5	1.3	3.1	2.8	1	2.2	2	2.2	2.7	2.6	2
Precip	Low	13.7	-2.6	-13	-16.8	-0.4	-0.1	-15	-20	-16.6	-12.5	1.9	12.5
	Mid	19.9	-3.8	-19	-24.5	-0.6	-0.1	-21	-30	-24.2	-18.2	2.7	18.2
	High	28.5	-5.4	-27	-35	-0.8	-0.2	-30	-42	-34.6	-26	3.9	26
GFDL													
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	
Tmax	Low	1.6	1.5	1	1.4	1	1.3	1.4	1.1	1.4	1.8	1.5	1.2
	Mid	2.4	2.1	1.4	2	1.5	1.9	2.1	1.7	2	2.6	2.2	1.7
	High	3.4	3	2.1	2.8	2.1	2.7	3	2.4	2.8	3.8	3.1	2.5
Tmin	Low	1.6	1.5	1	1.4	1	1.3	1.4	1.1	1.4	1.8	1.5	1.2
	Mid	2.4	2.1	1.4	2	1.5	1.9	2.1	1.7	2	2.6	2.2	1.7
	High	3.4	3	2.1	2.8	2.1	2.7	3	2.4	2.8	3.8	3.1	2.5
Precip	Low	-1.6	2.5	-8	0.6	-7.6	2.7	2.7	-17	-12.1	5.9	-8.1	19.6
	Mid	-2.3	3.7	-12	0.9	-11.1	4	4	-25	-17.6	8.6	-11.8	28.5
	High	-3.3	5.3	-17	1.3	-15.9	5.7	5.7	-36	-25.2	12.4	-16.9	40.8
CCC-EQ													
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	
Tmax	Low	1.1	1.1	1.3	1.1	1.3	1.3	1.2	1.3	1.4	1.6	1.4	1.2
	Mid	1.6	1.6	1.9	1.7	1.8	1.9	1.8	2	2	2.4	2.1	1.8
	High	2.3	2.2	2.7	2.4	2.6	2.7	2.5	2.8	2.8	3.4	3	2.5
Tmin	Low	1	1.1	1.2	1.1	1.1	1.1	1	1.1	1	1.3	1.3	1.1
	Mid	1.5	1.6	1.7	1.6	1.6	1.7	1.5	1.6	1.5	1.9	2	1.6
	High	2.1	2.2	2.5	2.3	2.3	2.4	2.1	2.2	2.1	2.7	2.8	2.3
Precip	Low	0.8	-10	-0.6	2	-6.4	-0.2	0.5	-4.1	-14.1	-8.9	2.3	-5.6
	Mid	1.1	-15	-0.9	2.9	-9.3	-0.3	0.7	-6	-20.5	-12.9	3.4	-8.2
	High	1.6	-21	-1.3	4.1	-13.2	-0.4	1	-8.6	-29.3	-18.5	4.8	-11.7

Tab. 1: Climate data projections to year 2075 by various models.

2.5 Computation of evapotranspiration and precipitation for year 2075

The information in Table 1 together with the observed daily monthly precipitation and air temperature was used to generate the daily monthly temperature and precipitation values for each of the GCMs in year 2075 for the dry, average and wet year conditions for the high, medium and low climate change scenario for each catchment. The daily monthly potential evapotranspiration in year 2075 was computed using the developed regression equations between air temperature and potential evapotranspiration using excel software for each of the GCMs for average, dry and wet year conditions for high, medium and low climate change scenario for each catchment. A total of 1080 data points for each catchment were generated. Table 2, presents a sample of the generated climatological data for Low-Dry climate scenario for the Komati catchment (27 such tables were generated).

2.6 Calibration of the Watball model

The Watball rainfall runpff model was used in this study. Please refer to Yatez & Strzepek (1994) for the details of the WatBall model. The WatBall model which runs in excel applications has 8 model parameters and these are: Surface runoff coefficient, epsilon (ϵ); Groundwater coefficient, alpha (α); Maximum basin holding capacity S_{max} ; Base flow R; Direct runoff coefficient (DRC); sub-surface runoff coefficient (SSRC); and Initial storage, Z_i . During the calibration stage the model parameters were adjusted by trial and error process till the model closely reproduces the observed stream flow. This is where, the science and the experience of the researchers in hydrology was applied. Table 3 to 5 shows the optimal model parameters and the correlation coefficient between observed and simulated stream flow for the Komati, Mbuluzi and Ngwavuma river basins during calibration for wet, dry and average year conditions for the WatBall model (Matondo *et al.* 2004). Correlation coefficient between observed and simulated flows, ranged from 0.93 to 0.97.

2.7 Simulation of stream flows in year 2075 using the calibrated WatBall model.

The stream flow record in each catchment was separated into dry, wet and average year conditions according to the precipitation classification explained above. Daily monthly average values were computed for each catchment.

The generated climatological data (sample in Table 2) in section 2.5 were used as input into the calibrated Watball model in CLIRUN which operates in excel applications together with the optimal model parameters in Tables 3 to 5 and the observed stream data were used to simulate stream flows in the three catchments for each climate change scenario, (low, medium and high) for the dry, normal and wet year conditions for year 2075. 27 stream flow simulations were performed in each catchment which makes a total of 81 simulations. Table 6 presents a sample of the simulations. The generated information was then used to evaluate the impact of expected climate change on hydrology and water resources in Swaziland (Matondo *et al.* 2004, 2005).

Month	Temp	UKTR Temp Change 2075	CCC-EQ Temp Change 2075	GFDL Temp Change 2075	UKTR Temp 2075	CCC-EQ Temp 2075	GFDL Temp 2075
Jan	22.8	0.75	1.05	1.60	23.6	23.9	24.4
Feb	22.5	0.60	1.10	1.50	23.1	23.6	24.0
Mar	22.0	0.75	1.25	1.00	22.8	23.3	23.0
Apr	19.1	1.80	1.10	1.40	20.9	20.2	20.5
May	17.9	1.50	1.20	1.00	19.4	19.1	18.9
Jun	14.5	0.70	1.20	1.30	15.2	15.7	15.8
Jul	15.5	1.20	1.10	1.40	16.7	16.6	16.9
Aug	17.3	0.95	1.20	1.10	18.2	18.5	18.4
Sep	19.0	1.30	1.20	1.40	20.3	20.2	20.4
Oct	19.5	1.35	1.45	1.80	20.9	21.0	21.3
Nov	20.3	1.20	1.35	1.50	21.5	21.7	21.8
Dec	22.5	0.75	1.15	1.20	23.3	23.7	23.7
Month	PET NOW	UKTR PET 2075	CCC-EQ PET 2075	GFDL PET 2075			
Jan	3.38	3.62	3.70	3.85			
Feb	3.34	3.50	3.63	3.74			
Mar	3.13	3.40	3.53	3.47			
Apr	2.30	2.88	2.69	2.77			
May	1.90	2.47	2.39	2.33			
Jun	1.12	1.33	1.47	1.50			
Jul	1.45	1.75	1.72	1.80			
Aug	1.97	2.16	2.23	2.20			
Sep	2.43	2.72	2.69	2.75			
Oct	2.61	2.89	2.91	3.01			
Nov	2.86	3.06	3.10	3.14			
Dec	3.33	3.53	3.64	3.66			
Month	Rainfall NOW	UKTR Rainfall % Change 2075	CCC-EQ Rainfall % Change 2075	GFDL Rainfall % Change 2075	UKTR Rainfall 2075	CCC-EQ Rainfall 2075	GFDL Rainfall 2075
Jan	4.01	13.7	0.8	-1.6	4.56	4.04	3.95
Feb	2.59	-2.6	-10.3	2.5	2.52	2.32	2.65
Mar	2.57	-13.1	-0.6	-8.0	2.23	2.56	2.36
Apr	1.81	-16.6	2.0	0.6	1.51	1.85	1.82
May	0.51	-0.4	-6.4	-7.6	0.51	0.48	0.47

Tab. 2: Climatological data for Low-Dry climate scenario for Komati catchment.

Tab. 3: Optimal model parameters during calibration for wet, dry years and the average year conditions for the Komati catchment (Matondo *et al.*, 2004).

Model parameters	Wet Yr	Dry Yr	Aveg. Yr
Surface runoff coefficient, epsilon (ϵ)	36.875	17.875	24.5
Groundwater coefficient, alpha (α)	0.15955	0.0893	0.01815
Maximum basin holding capacity S_{max}	96.5	110	164
Base flow R_b	0.013	0.02	0.023
Direct runoff coefficient (DRC)	0.027	0.025	0.03
sub-surface runoff coefficient (SSRC)	2	2	2
Initial storage, Z_i	0.6	0.6	0.6
Correlation Coefficient	0.97	0.97	0.97

Tab. 4: Optimal model parameters during calibration for wet, dry years and the average year conditions for the Mbuluzi catchment (Matondo *et al.*, 2004).

Model parameters	Wet Yr	Dry Yr	Aveg. Yr
Surface runoff coefficient, epsilon (ϵ)	10.8125	2.85	2.1578
Groundwater coefficient, alpha (α)	1.29	0.68	0.56125
Maximum basin holding capacity S_{max}	561.5	2220	460
Base flow R_b	0.048	0.045	0.035
Direct runoff coefficient (DRC)	0.05	0.055	0.048
sub-surface runoff coefficient (SSRC)	2	2	2
Initial storage, Z_i	0.7	0.43	0.45
Correlation Cofficient	0.99	0.98	0.97

Tab. 5: Optimal model parameters during calibration for wet, dry years and the average year conditions for the Ngwavuma catchment (Matondo *et al.*, 2004).

Model parameters	Wet Yr	Dry Yr	Aveg. Yr
Surface runoff coefficient, epsilon (ϵ)	10.0	10.0	10.0
Groundwater coefficient, alpha (α)	2.0	3.25	1.95
Maximum basin holding capacity S_{max}	110	224.75	110
Base flow R_b	0.01	0.037	0.034
Direct runoff coefficient (DRC)	0.000009	0.009	0.009
sub-surface runoff coefficient (SSRC)	2	2	2
Initial storage, Z_i	0.0001	0.009	0.005
Correlation Coefficient	0.93	0.95	0.93

Tab. 6: WatBall model stream flow simulation results for UKTR, CCC-EQ models for high and dry climate Change scenario for the Komati catchment.

UKTR	RAINFALL	PET	OBSEVED FLOW	UKTR High-Dryl Scenario			base flow	0.02	SSRC	2
				error	0.005162	Smax				
Oct	2.07	2.89	0.13	epsilon	17.85	alpha	143	0.164187		
Nov	3.48	3.06	0.20	Zi	0.6	DRC		0.025		
Dec	4.63	3.53	0.21	Modeled	observed					
Jan	4.33	3.62	0.23	1	0.126332	0.126459				
Feb	2.61	3.50	0.19	2	0.176812	0.2049				
Mar	2.13	3.40	0.16	3	0.246226	0.205691				
Apr	1.53	2.88	0.11	4	0.231328	0.227741				
May	0.67	2.47	0.06	5	0.162076	0.185081				
Jun	0.44	1.33	0.01	6	0.127672	0.160633				
Jul	0.40	1.75	0.03	7	0.095615	0.106589				
Aug	0.52	2.16	0.03	8	0.058428	0.057748				
Sep	0.84	2.72	0.04	9	0.043463	0.014591				
				10	0.03887	0.03196				
				11	0.03895	0.029318				
				12	0.04622	0.041202				
				TOTAL	1.391991	1.391914				
CCC-EQ	RAINFALL	PET	OBSEVED FLOW	CCC-EQ High-Dryl Scenario			base flow	0.02	SSRC	2
				error	0.03581	Smax				
Oct	2.15	2.91	0.13	epsilon	18.85	alpha	112.5	0.08255		
Nov	3.49	3.10	0.20	Zi	0.6	DRC		0.025		
Dec	3.88	3.64	0.21	Modeled	Observed					
Jan	3.84	3.70	0.23	1	0.101745	0.126459				
Feb	2.40	3.63	0.19	2	0.146759	0.2049				
Mar	2.43	3.53	0.16	3	0.26184	0.205691				
Apr	1.87	2.69	0.11	4	0.376294	0.227741				
May	0.63	2.39	0.06	5	0.131662	0.185081				
Jun	0.44	1.47	0.01	6	0.108168	0.160633				
Jul	0.47	1.72	0.03	7	0.089493	0.106589				
Aug	0.63	2.23	0.03	8	0.049668	0.057748				
Sep	0.87	2.69	0.04	9	0.037314	0.014591				
				10	0.036046	0.03196				
				11	0.038796	0.029318				
				12	0.044566	0.041202				
				TOTAL	1.422352	1.391914				

3. Summary

The greenhouse gases effect in its natural sense has kept the earth's atmosphere some 30°C hotter than it would otherwise be, making it possible for humans to exist on earth. However, anthropogenic activities have now increased the concentrations of the greenhouse gases in the atmosphere and thus triggering of global warming up. The consequences of global warming up, is an increase or decrease of global precipitation in the order of $\pm 20\%$ (IPCC 2001). The expected climate change due to global warming up will have profound impact in almost all sectors of the human endeavour. The methods or approaches that were used in the generation of information that was required in order to evaluate the impact of expected climate change on water resources in Swaziland have been presented in this paper. These computational methods are: Determination of a representative station; regression analysis; generation of temperature and precipitation using GCMs for year 2075; computation of climatological data given GCMs results; calibration of Watball model and simulation of stream flows for year 2075 using the calibrated Watball model. This paper presents also a sample of the information that was generated at each step to the final step of stream flow generation for year 2075. The generated stream flow information in each catchment was used to evaluate the impact of climate change on water resources in Swaziland with and without water use abstractions as reported in Matondo *et al.* 2004 and 2005.

4. Acknowledgement

Financial support for this work was obtained from the Water Research Fund of Southern Africa (WARFSA) and UNESCO. Therefore, this support is highly appreciated. The data used in the study was provided by the department of Meteorology Ministry of Works and the Water Resources Branch Ministry of Natural Resources and Energy. The authors would like to acknowledge the help of Sam Shongwe and Dumsani Mndzebele for meteorology and stream flow data quality processing respectively.

References

- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (1990): Climate Change: The IPCC Scientific Assessment. - Report prepared by Working Group II. Tegart, W. J., Sheldon, G. W. and Griffiths, D. C. (eds.), Australian Government Publishing Service, Canberra, Australia.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (1992): The supplementary report to the IPCC Scientific Assessment. - Houghton, J. T., Callander, B. A. and Varney, S. K. (eds).
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (1995): Climate Change 1995: Impacts, Adaptations and Mitigation. - Summary for Policy makers, WMO/UNEP, Geneva, Switzerland.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (1996): Climate Change 1995: Impacts, Adaptations and Mitigation of Climate Change: Scientific – Technical Analyses. Contribution of Working Group II to the second report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Benioff, R. (ed.), Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Netherlands.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2001): Climate Change 2001. - Summary for Policy makers. <http://www.ipcc.ch>
- Matondo J. I. and Msibi, K. M. (2001a): Water resources development in the Usutu catchment,

- Swaziland under climate change. - Uniswa Journal of Agriculture, Science and Technology, **4**, No. 2,
- Matondo J. I., and Msibi, K. M. (2001b): Estimation of the impact of climate change on hydrology and water resources in Swaziland. - Water International, **26**, No 3,
- Matondo J. I., Peter, G. and Msibi, K. M. (2004): "Evaluation of the impact of climate change on Hydrology and water resources in Swaziland: Part II. - Journal of Physics and Chemistry of the Earth, **29** (2004) Elsevier Publishers.
- Matondo J. I., Peter, G. and Msibi, K. M. (2005): Managing water resources under climate change for peace and prosperity in Swaziland. - Journal of Physics and Chemistry of the Earth, **29**, (2004), Elsevier Publishers.
- Yates, D. and Strzepek, K. M. (1994): Comparison of water balance models for climate changes assessment of runoff. - Working Paper. IIASA, Laxenburg, Austria
- Viessman W. Jr, Lewis, G. L. and Knapp, J. W. (1989): Introduction to hydrology. Harper Collins Publishers, New York.

Oldoinyo Lengai Geopark: Geotourism, Culture and Environment

Fredrick Mangasini

Abstract: Oldoinyo Lengai Geopark in northern Tanzania is a stunning locality where geology and culture tie the knot for geotourism. Being the only world active natrocarbonatite erupting volcano Mt. Oldoinyo Lengai is the genetic and gorgeous entity for the geopark. Stretched to about 110 kilometers Oldoinyo Lengai Geopark is abode to enumerable exotic geomorphological, cultural, and ecological features. The East African Rift Valley, the Ol ker Fault, the saline Lake Natron, hot springs, water falls, and the Engaruka ruins are some of the fascinating features within this geopark. Every part of these attractions is complemented by the traditional live lasting culture of the inhabitants, the Maasai community.

Zusammenfassung: Der Oldoinyo Lengai Geopark im nördlichen Tansania wird vorgestellt und als ein Areal beschrieben, in dem geologische und kulturelle Besonderheiten aufeinander treffen und damit ein geotouristisch besonders wichtiges und wertvolles Gebiet kennzeichnen. Der in regelmäßigen Abständen aktive Oldoinyo Lengai ist weltweit der einzige Vulkan mit karbonatischer Lava, deren relativ kühler Fluss besondere geomorphologische Merkmale hinterlässt. Neben den Sehenswürdigkeiten des Ol ker Grabens, des salzhaltigen Natron-Sees und etlicher heißer Quellen gilt der Oldoinyo Lengai aber auch als heiliger Berg der Maasai, die in seinem Einzugsgebiet in traditioneller Lebensweise vor allem als Viehzüchter siedeln.

Key words: Oldoinyo Lengai, Geopark, Natrocarbonatite

Address of the Author:

Fredrick Mangasini, Department of Chemical and Mining Engineering, University of Dar es Salaam, P. O. Box 35131, Dar es Salaam, Tanzania
Email: mangatz@yahoo.co.uk

Introduction

Oldoinyo Lengai Geopark 35°00'E and 36°10'E, 2.07°S and 3.00°S is a newly designated geopark in northern Tanzania. It lies within the East Africa Rift Valley in which the currently and worldwide only active natrocarbonatite volcano, Mt. Oldoinyo Lengai is located. This stratovolcano is a steep cone rising to an altitude above 2900 m. The cone is surrounded by a number of geological features,

and inhabitates a dispersed Maasai population that estimates to ten thousand people. The Maasai live the traditional life style that relies completely on cattle herding. The number of cattle within this area is approximately tenfold the number of the human population (Keller 2003).

Geological setting

The northern Tanzania volcanic province is the youngest area of volcanic activity in the Eastern Africa Rift Valley. This part of the present-day rift valley in northern Tanzania is a result of major faulting at ca. 1.2 Ma (Paslick 1999).

The modern rift valley was imposed on a pre-existing, broad tectonic depression that was the result of mid-Tertiary faulting and uplift of the Lake Victoria and Maasai blocks. Geoscientists believe that the continental extension zone (the Rift Valley) exists because of the hot spot underneath. Thus placement of the Oldoinyo Lengai volcano is due to the fact that underneath the Earth's crust is particularly weak, which makes the conditions favourable for vertical movement of magma (Fig. 1).

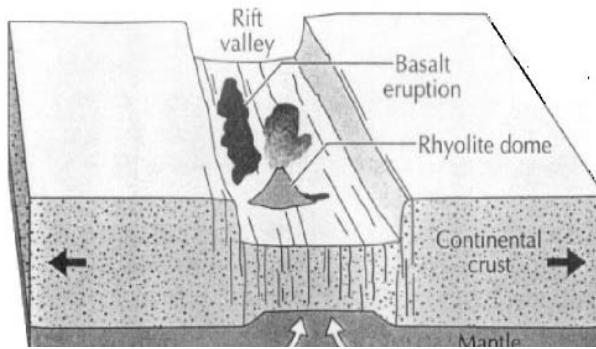


Fig. 1: Model for emplacement of Mt. Oldoinyo Lengai.

Geologists have divided the northern Tanzania volcanic province into three basins namely: Natron, Manyara and Balangida Basin. The Oldoinyo Lengai Geopark is found within the Natron Basin. Located in the north towards the Tanzania – Kenya border the Natron Basin is bounded to the west by a border fault system about 120 km long. The basin includes Lake Natron and the famous Engaruka Depression. No basement rocks are exposed along the margins of the Natron Basin where the foot-walls of the rift-bounding escarpments are composed of thick sequences of layered volcanic, volcaniclastic and lacustrine strata. It is a half graben, bounded by large E-dipping faults on its western margin and by a basement flexure to the east. Structures on the eastern side of the Natron Basin are obscured by Neogene volcanic rocks derived from Gelai, Ketumbeine and Tarosero. The volcanic deposits and flows from Oldonyo Lengai and Kerimasi fill this basin between Lake Natron and the Engaruka Depression (Paslick 1999). The northern margin of the basin is indistinct where the southern margin of the Natron Basin is formed by the SE-trending and NE-dipping Ol Ker Fault. This fault is approximately 40 km long and has a maximum elevation of 200 m.

Geology of Oldoinyo Lengai

The only active volcano in the Eastern Rift in northern Tanzania Oldoinyo Lengai consists mainly of yellow ijolitic pyroclasts with interbedded relatively thin phonolite and nephelinite lavas, overlain by nephelinic pyroclasts and younger ashes with marked unconformity. Ejected blocks in the pyroclasts comprise rocks of the urtite-jacupirangite series with or without wollastonite, fenite, carbonite, biotite pyroxenite and various lavas (Dawson 1962). The distribution of the recent multi-coloured tuffs and soda ashes near the summit is being constantly changed by outpouring lava and erosional processes. The rocks of both the older and the younger extrusives are strongly alkaline.

Geopark and Geotourism

A geopark is a territory with well-defined limits that has a large enough surface area to serve for local economic development. It comprises a certain number of geological heritage sites (on any scale) or a mosaic of geological entities of special scientific importance, rarity or beauty, representing the geological history, events or processes of a certain area. It may not solely be of geological significance but also be of ecological, archaeological, historical or cultural value (UNESCO 2004).

Geoparks are aimed at serving as pedagogical tools for environmental education, training and interdisciplinary research related to geoscientific disciplines, broader environmental issues and sustainable development.

Being able to explore and demonstrate methods of conserving geological heritage (e. g. conservation of preventative rocks, mineral resources, minerals, fossils and landforms), geoparks are also aimed at fostering the socio-economic development that is culturally and environmentally sustainable. Respectful of the environment, geoparks are supposed to stimulate, for example, the creation of innovative local enterprises, small business, cottage industries and new jobs by generating new sources of revenue like geoproducts and geotourism.

According to the National Geographic Traveler magazine of America (2002), geotourism has been defined as a tool in tourist industry that sustains or enhances the geographical characters of a given place i. e. its environment, culture, aesthetics, heritage, and the well-being of its residents. Like ecotourism, geotourism promotes a virtuous circle whereby tourism revenues provide a local incentive to protect what tourists are coming to see, but extends the principle beyond nature and ecology to incorporate all characteristics that contribute to sense of place, such as historic structures, living and traditional culture, landscapes, cuisine, arts and artisanry, as well as local flora and fauna.

Oldoinyo Lengai Geopark is one of the key places in East Africa where socio-economic development due to geotourism has been achieved. Despite the small number of households that live entirely depending on cattle herding, the largest proportion of the community living around Oldoinyo Lengai depend on tourism for their survival. Visitors from various destinations come to Oldoinyo Lengai for tourism, scientific research or both. There are no available proper records so far for the number of visitors who enter this area every year. Similarly there are not yet systematic records for the income generated through tourism and scientific research within the area. However, Edmundo Ladala a leader at Engarispero village within the geopark has informed us that in the periods between July and December every year more than 350 foreign visitors come to Oldoinyo Lengai for tourism. Depending on the season of the year, the price for guiding tourists who climb the volcano ranges between 40 and 100 USD. There are no hotels at Oldoinyo Lengai. Only a good number of tented

camps, which host all visitors to Oldoinyo Lengai are present. Depending on the mode of the service sought, food and accommodation prices could accrue up to 100 USD per night per person. Most of the tented camps are owned by the local people. There is no public transport to Oldoinyo Lengai, therefore most of visitors to Oldoinyo Lengai rent cars from tourist companies in Arusha, a town 120 km SE of Oldoinyo Lengai. Tourist activities at Oldoinyo Lengai do not only end up on climbing the active volcano. Other spectacular sites like the water falls, Maasai traditional villages and Lake Natron's ecological system may also attract many people. Details for these places will be given in the later parts of this paper.

In Tanzania the efforts to conserve heritage sites that are of unique/particular importance in cultural, historical or geological context began back during the colonial period. However ingress for the concept of establishing geoparks and geotourism was during 2004, when a workshop for identifying potential sites for designation of geoparks in the East African countries was held for the first time in Arusha (Tanzania). One of the resolutions for this workshop was to list and briefly describe all sites and regions potential for development of geoparks.

Tanzania has more than 500 sites important for geological, cultural, ecological and historical values. Only 52 sites are currently protected through government authorization and 8 of these are of geological significance. Oldoinyo Lengai was one of the listed sites prospective for a geopark establishment. It is a single point centre for geological, cultural, ecological and historical values.

The East African Rift is linked to extensional stresses associated with the development of the Afar triple junction (Baker *et al.* 1972). Being located within the East African Rift, Oldoinyo Lengai Geopark can be regarded as a classic area in which the early stages of continental breakup may be observed (Nyblade *et al.* 2000). This being the case, scholarly works (plume and nonplume models) to study origin of the Cenozoic rifting, volcanism, and plateau uplift found in this place are being implemented.

PLATE 1

Fig. 2: Ash eruption at Oldoinyo Lengai, January 2008.

Fig. 3: Fresh (black) lava is flowing over old (yellow & white) lava, 1998.

Fig. 4: Effusive eruption at Mt. Oldoinyo Lengai July, 2005.

Fig. 5: Explosive ash eruption at Mt. Oldoinyo Lengai December, 2007.

Fig. 6: Rift Valley escarpment at Lake Natron.

Fig. 7: A marl volcano (pit of god) in the Oldoinyo Lengai Geopark.

Fig. 8: Flamingos at Lake Natron.

Fig. 9: Zebras and Ostriches in the plains near Mt. Oldoinyo Lengai.

PLATE 1

2



3



4



5



6



7



8



9

A unique feature of Oldoinyo Lengai Geopark is the eruption and flow of natrocarbonatite lava at the active Mt. Oldoinyo Lengai crater. It is the only active natrocarbonatite volcano of the Earth (Keller 2003). Carbonatites are mostly intrusive igneous rocks that contain more than 50% carbonate minerals. At Oldoinyo Lengai the carbonatites are unusual for two main reasons. In the first place they are extrusive carbonatite. Over the Earth as a whole they are not common. In the second place the rocks at Oldoinyo Lengai contain a high proportion of alkalis, dominated by sodium carbonate, which is why they are called natrocarbonatite. The natrocarbonatites are made up of largely two minerals, nyererite $[Na_2Ca(CO_3)_2]$ named after Julius Nyerere, the first president of Tanzania and gregoryite $[(Na_2, K_2, Ca)CO_3]$ named after J. W. Gregory (1868-1932), one of the first geologists to study the East African Rift Valley. These minerals are both carbonates in which sodium and potassium are present in significant quantities. Both are unhydrated (they contain no water), and when they come into contact with the moisture of the atmosphere, they begin to react extremely quickly. A rapid change in colour takes place (black-yellow-white) because new minerals are formed as water from the atmosphere reacts with the sodium and potassium carbonates (Plate 1, Fig. 3).

Natrocarbonatite is fluid at much lower temperatures than silicate lavas; it is fluid at $540^{\circ}C$ compared to over $1100^{\circ}C$ for basalt. This means that it is possible to approach the carbonatite lava flow and lava lakes at Oldoinyo Lengai without much protective clothing. (However, careful evaluation of potentially eruptive areas should always be a must!). Although natrocarbonatite is fluid at such low temperatures, it is fluid without being incandescent. Flowing or bubbling natrocarbonatite looks much like black mud and early visitors to Oldoinyo Lengai mistook it for such. At night an active vent or flow in the crater may glow in a very deep red, but it is not hot enough to glow during day time like basalts.

Being a stratovolcano, Oldoinyo Lengai experiences both effusive and explosive eruptions. During effusive eruption it is the lava that flows creating lava lakes and some spatters. However during explosive eruptions, ash and boulders are thrown up. Fig. 2, 4 and 5 of Plate 1 show effusive and explosive eruptions at Oldoinyo Lengai respectively.

Culture

Living close to Oldoinyo Lengai volcano is the dispersed population of the local Maasai. This is one among the few tribes in Africa that are still holding on to their traditions. Their traditional life style depends entirely on cattle herding. They live in households traditionally known as “bomas”. Different families but belonging to the same clan live together circling their cattle ring. Family roles are distributed and based on age and gender. The Maasai have a unique mode of clothing and a language different from the Bantu languages common in East-Africa. They still keep their traditional ceremonies like circumcision and marriage as high values.

Mt. Oldoinyo Lengai volcano is of great importance to the Maasai. They believe it as their god. In Maasai language the name Oldoinyo Lengai means “mountain of god”. Therefore the Maasai of East Africa come to worship at this site especially when they are faced with calamities like prolonged droughtness, hunger and loss of their herds. This means Oldoinyo Lengai volcanism has strong ties to the culture of its inhabitants.

Additionally, Oldoinyo Lengai Geopark contains other historical attractions. The famous Engaruka ruins are found in the southern part of the geopark, about 60 km from Mt. Oldoinyo Lengai: Remains of human tools and tombs dating to 500 years old were discovered in this particular place (Saanane 2008). Not only that the traditional irrigation system used by this ancient community can be seen. These ruins have been protected to preserve the cultural heritage for the local community living around this place.

Environment

Oldoinyo Lengai Geopark is endowed with a lot of attractive geomorphological features. The steep walls of the East Africa Rift display fascinating shapes of rock outcrops. Looking from a distance they appear more or less like painted images of invented flowers on a wall. Features of extinct volcanic cones and surged craters also complement this beauty (Plate 1, Fig. 6 and 7).

Oldoinyo Lengai Mountain is located some 16 km south of a strongly saline lake called Lake Natron. This is the breeding home to thousands of rare flamingos species. The flamingos found at Lake Natron are pink and white in color. The pink species is representing the majority. Not only flamingos but other species of birds are also found at Lake Natron.

There are about 60 springs flowing both fresh and salty water on the shores of Lake Natron. Out of the 60 springs there are 24 hot springs. They measure temperatures up to 70°C (Fischer 2005). Throughout the area fresh water springs attract an enormous quantity of wildlife. Ostriches rarely found in families and animals like giraffe, zebra and antelope are common grazing nearby these springs (Plate 1, Fig. 8 and 9). Oldoinyo Lengai Geopark is dissected in the south by the Ol ker Fault. It is trending SE and dips NE. The uplifted block for the fault measures up to 200 m high displaying different rock types. The fault makes the southern margin for the Engaruka sedimentary depression.

Conclusion

Oldoinyo Lengai Geopark is unique in many aspects of nature. It is the only active natrocarbonatite volcano on planet earth. It is among the few active volcanoes where people are living around and close to the volcano. This is possible without major harm at Oldoinyo Lengai due to the low temperatures of the erupting lava.

The flowing natrocarbonatite is still a subject of great interest to many scientists in the world. The lava is almost free of silica and it is debatable on how is it possible to find nonviscous lava at temperatures less than 600°C.

For mountain hikers, climbing Oldoinyo Lengai is also very interesting. No special aiding tools are needed for one to go up to the cone. Only individual determination is what is actually needed.

For the local community Oldoinyo Lengai has got its special interest. While tourists find the volcano attractive for adventure, for the Maasai the volcano is their creator. They believe in it and it remains sacred to them.

Looking on both sides Oldoinyo Lengai remains an important point on planet earth. It is a natural laboratory for earth scientists, recreational spot for tourists, god to the Maasai and thus a potential source of income to the community.

Acknowledgements

The author acknowledges the support of IYPE and Mrs. Ellen Goldberg in exploring and taking photos of the Oldoinyo Lengai Geopark.

References

- Baker, B. H., Mohr, P. A. & Williams, L. A. J. (1972), The geology of the eastern rift system of Africa. - Geological Society of America, Special Paper **136**, 1-67.
- Bell, K. & Keller, J (Eds.) (1995) Carbonatite Volcanism: Oldoinyo Lengai and the Petrogenesis of Natrocarbonatites. - IAVCEI Proceedings in Volcanology, 1-209.
- Dawson, J. B. (1962) The Geology of Oldoinyo Lengai. Tanganyika Geological Survey.
- Fischer, T. (2005) Field notes for the expedition to study mantle volatiles on the young Tanzania volcanoes Mt. Oldoinyo Lengai and Mt. Kilimanjaro.
- Goldberg, I. E. (2008) Cameras, Conference and Crater. Adventures of a Texan in Tanzania. Field excursions for IYPE.
- Keller, J. & Krafft, M. (1990) Effusive natrocarbonatite activity of Oldoinyo Lengai, June 1988. – Bull. Volcano, **52**: 629-645.
- Keller, J. & Klaudis, J. (2003) Volcanic hazard assessment at Oldoinyo Lengai, Tanzania: Probability and possible extent of major explosive events as deduced from 2000 years of documented evolution. - IAVCEI Sapporo 2003 XXIII General Assembly of IUGG. Symposium V13.
- Nyamweru, C. (1993) Oldoinyo Lengai (Tanzania): description of crater in early July. - Smithsonian Institution (31 Aug 1993). Glob Volc Network Bull **18**(8):4-5.
- Nyblade, A. A., Owens, J. T., Gurrola, H., Ritsema, J. & Langston, A.C. (2000) Seismic evidence for a deep upper mantle thermal anomaly beneath east Africa. - Geology **28** (7): 599-602.
- National Geographic Traveler Magazine (2002). - Annual tourism report.
- Paslick, C., Halliday, A., James, D. & Dawson, J. B. (1995) Enrichment of the continental lithosphere by OIB melts: Isotopic evidence from the volcanic province of northern Tanzania. - Earth and Planetary Science Letters, **130**, (1-4): 109-126.
- Saanane, B. C. (2008) Olduvai Profile: International Year of Planet Earth excursion notes.
- UNESCO (2004): Guidelines for National Geoparks seeking UNESCO's assistance. P.3

Geita Gold Mine in Tanzania – a Review

Stephan Kühn

Abstract: The Tanzanian greenstone belts were substantial gold producers in Africa until the mid-1960s. Geita Gold Mine produced 30 t from a stratabound Banded Iron Formation (BIF) hosted gold deposit until it closed down in 1966. Geita Mine is since 1990 reconstructed and AngloGold Ashanti produced there some 330.000 oz. of gold in 2007. The sulfide-gold-mineralization in Geita was studied by the author to develop a metallogenetic model. Summarizing this research and its analytical results, a syngenetic origin of the sulfide-gold-mineralization in Geita with a multiphase-multistage overprint has to be postulated and favoured over an epigenetic mineralization.

Zusammenfassung: Die archaischen Grünstein-Gürtel in Tansania waren bis zur Mitte der 60er Jahre wichtige Goldproduzenten in Afrika. In der Geita Mine wurde bis 1966 eine Goldlagerstätte abgebaut, die an eine Banded Iron Formation (BIF) gebunden ist und etwa 30 t Gold geliefert hat. Seit 1990 wird das alte Bergwerk wieder aufgefahren und AngloGold Ashanti hat dort seitdem bis 2007 ca. 330.000 oz. Gold produziert. Die Gold-Sulfid-Vererzung von Geita wurde von dem Autor mit dem Ziel untersucht, ein metallogenetisches Modell für diesen schichtgebundenen Gold-Lagerstättentyp zu erarbeiten. Zusammenfassend ergibt sich für Geita demnach eine syngenetische, vulkanogen-exhalative Voranreicherung von Gold und Sulfiden, die mehrfach, auch epigenetisch, überprägt worden ist.

Key Words: Gold, Geita, BIF, Tanzania Craton, Syngenetic Origin.

Address of the Author:

Dr. Stephan Kühn, Hochspannungsweg 22, 12359 Berlin, Germany

Email: Dr.kuehn@freenet.de

Introduction

The premature death of my friend and colleague Saidi Kapilima has led to the discussion how to pay last respects to him and his scientific work. It is the aim of the present author to review the history of gold exploration and exploitation in Geita, northern Tanzania. The author was part of the UN/DTCD team from 1983 to 1986 in Tanzania, engaged mostly with exploration work in and around Geita. Therefore the history of Geita Mine, the regional geology, the petrology, tectonics and mineralization around Geita and the discussion about the various genetic models presented for its mineralization will be the focus of this review. For completion of this picture the current state of art of gold production will round up the paper.

The area with which this paper deals with is situated south of Lake Victoria in northern Tanzania. The nearest larger town is Mwanza with about 1 Million inhabitants (Plate 1 Fig. 1).

The area around Geita has an elevation of around 800 m asl and is hilly and characterized by a tropical to subtropical climate with two rainy seasons, one around December and one from February to April. Lake Victoria is responsible for regional climatic influence, thus precipitation in this area is more than average for this type of climate. Temperatures vary in average between 25° C to 30° C. The vegetation is characterized by cotton, maize and rice fields, with widespread ruderal vegetation. On some hills and in remote areas the original vegetation of tropical to subtropical trees still exists.

History

Gold exploration and exploitation in East-Africa has a long history, starting probably with expeditions sent by ancient Egypt's pharaohs in the search of ivory, incense and gold. It is not unlikely, that some of the famous gold jewellery of the pharaohs has its origin in Tanzania. During German colonial times Bornhardt (1900) described the mineral potential of then German East Africa, and the first gold was soon after produced. The last golden coins used there as an emergency currency during World War I, the "Deutsch-Ostafrika 15 Rupien", were produced in Tabora with gold from the Sekenke Mine (Schlüter & Kohring 1997).

During British colonial times exploration for minerals was intensified (Harris 1961) and between the First and the Second World War several mines in "British-Tanganyika" started gold production, among them the Miunto Dinero Mine later renamed as Geita Gold Mine. After the Second World War Geita Mine's production continued until 1966 when the "African Socialism" made further production unfeasible. Geita Mine had during its first production phase an output of altogether 29 t Gold. Gold production in Tanzania was before 1965 about 3 t per year and a total of 81 t was produced between 1935 and 1979 (Kimambo 1984), making Tanzania the biggest gold producer in East-Africa during this period. Since 1981 the Lake Victoria Goldfields were again, triggered by the rising gold-market prices, the target of exploration campaigns. The site of Geita was targeted as one of the main gold prospects for East Africa in the reviews and field explorations initially of Geosurvey (1981, 1983a and b), the Eastern and Southern African Mineral Resources Development Centre (ESAMRC 1983), and then followed by Kimambo (1984) and van Straaten (1984). Subsequently the BGR (German Geological Survey) started as well an exploration campaign, led by Dr. Henner Barth (1987). The UN/DTCD mission to Tanzania with Dr. Peter Hall as team leader sent the author and his counterparts Dallas Lytuu and Andrew Msolo to Geita with the aim to carry out a geochemical and geophysical oriented exploration campaign. As a result this work proved a feasible ore occurrence and subsequent exploitation in Geita (United Nations/DTCD 1984, 1985 and 1986). The author returned with a Ph. D. study grant sponsored by DAAD (German Academic Exchange Service) and later with support of the BGR for research in Geita. The Ph. D. studies were supervised by Prof. Klaus Germann from the TUB (Technical University Berlin), this time also aimed at research in the underground. The underground exploration was quite demanding, as the mine at this time was only entered and worked by artisanal miners and was therefore very unsafe, when boulders from the hanging wall may have crushed down any time. The research was aimed to investigate arguments for the metallogenetic origin and assemblage of the ore.

In 1990 Ashanti and Anglo-Gold started in a joint venture production in Geita. Since 2004 AngloGold Ashanti (2008) was producing some 300.000 oz gold each year from open pits in Nyankanga and Geita Hill.

Regional Geology

The Archaean areas in the south of Lake Victoria (Fig. 1) in East-Africa are here referred to as the Tanzania Craton (Schlüter 1997). The craton consists of granitic rocks and meta-volcano-sedimentary successions and can be on the basis of lithostratigraphy subdivided (Clifford 1970) into the:

- Dodoman System, composed of granitoids, migmatites and schists,
- Nyanzian System, being a typical greenstone belt assembly of volcanics, granites and sediments, and
- Kavirondian System, a succession of sediments and granites.

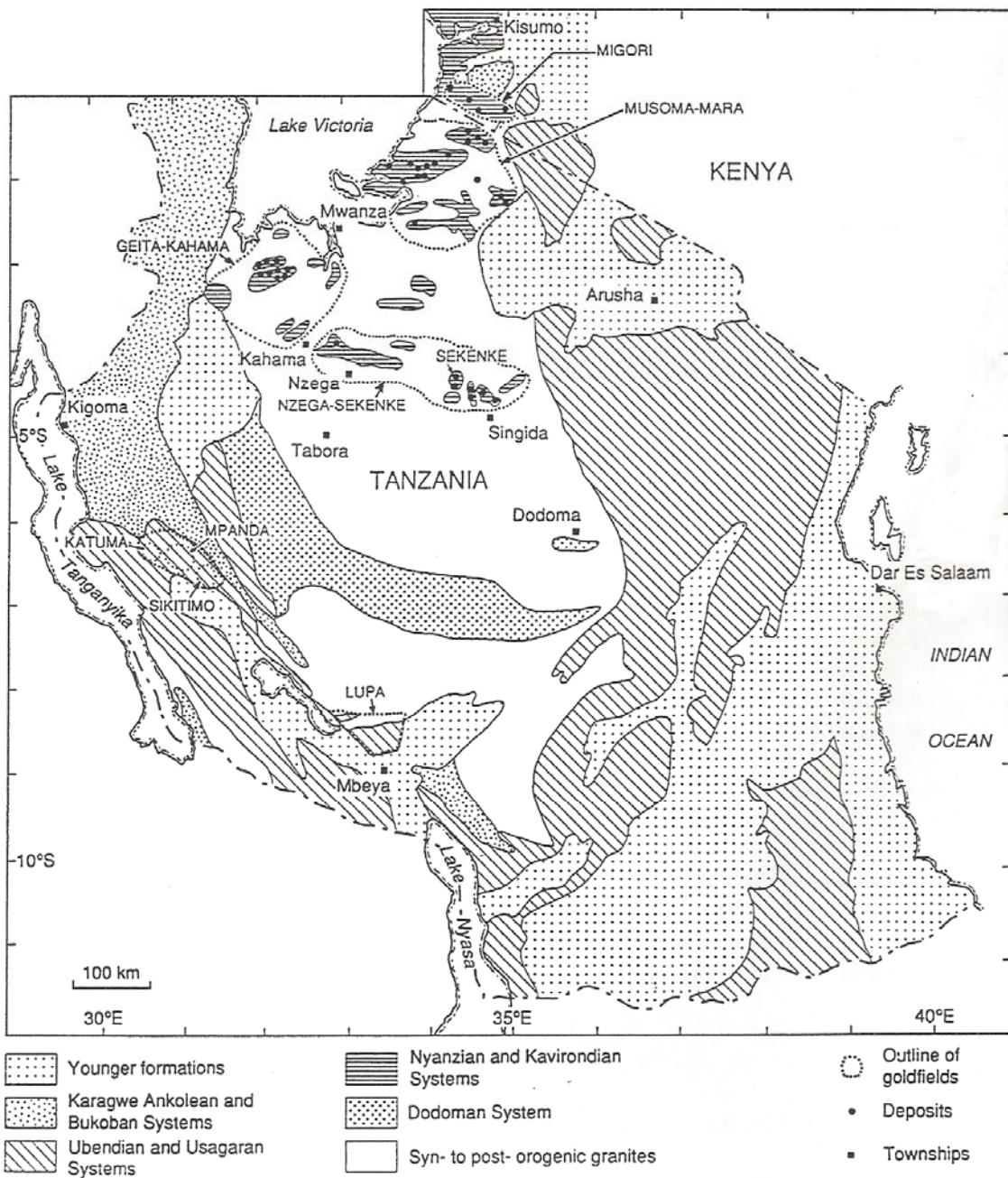


Fig. 1: Simplified overview of the regional geology of Tanzania (after Kühn 1994)

The craton is surrounded by younger Proterozoic belts and systems (Fig. 1):

- the Ubendian System in the west, consisting of schists, gneisses and quartzites,
- the Mozambique Belt in the east, with schists, quartzites and amphibolites.

The main gold deposits in East-Africa are either in the Archaean (Nyanzian) or in the Lower Proterozoic (Ubendian).

The Nyanzian System consists of greenstone belts, which are up to 30 km wide and up to several hundred kilometers long. These are surrounded by granites. Geita Mine lies in one of these Greenstone Belts, the Sukumaland Greenstone Belt (Borg *et al.* 1990). Most of the belts are composed of mafic volcanics in the lower, intermediate to felsic volcanics in the middle and sediments and pyroclastics in the upper part. The greenstones are tectonically highly overprinted, in most cases leading to synclinal structures. Metamorphism is of the greenschist facies grade, except near granitic intrusions, where rocks in the amphibolite facies have been recorded. Granites in the Nyanzian and the Kavirondian Systems have given Rb-Sr and K-Ar ages between 2.45 and 3.0 Ga (Cahen *et al.* 1984).

The Kavirondian System is a sedimentary unit, overlaying unconformably the Nyanzian. It is mainly composed of conglomerates, arenites, argillites and subordinate amounts of felsic volcanics. Most of the granites are post-Kavirondian, while others are definitely older. The Ubendian System consists of schists, gneisses, amphibolites and quartzites thus representing metamorphic conditions ranging from lower amphibolite to granulite facies. Some of these are volcanics and sediments, but others may be metamorphosed basic and granitic intrusions. There are also post-orogenic intrusions of basic to granitic composition, which have yielded K-Ar (Mica) and Rb-Sr (whole rock) ages between 1.8 and 2.3 Ga (Cahen *et al.* 1984).

The gold mineralization styles in the Geita-Kahama goldfields appear to be different for the inner and the outer belt and resemble rock assemblages described by Groves & Phillips (1987) from Western Australia. In the outer belt, where BIF and felsic tuffs dominate the upper Nyanzian rocks, the gold deposits occur in form of Fe sulfide (Py+Po+ Chpy, Aspy) rich bodies in the oxide and sulfide facies of the BIF. Another type of ore body exists as planar shaped massive or disseminated Fe sulfide bodies on the contact between the felsic tuffs and the BIF. The ore bodies have a significant extent along the strike and plunge down. The wall rocks of these ore bodies are nearly unaltered. Gold is fixed in the lattice of the pyrite, and the pyrrhotite ore appears as grain coating on the latter minerals. The slumping and folding of the whole succession including the sulfide layers documents the pre-deformation deposition and may give a hint to a submarine volcanogenic origin (UN/DTCD 1984). Mafic and felsic dykes cutting the deposit are younger and have apparently influenced the gold accumulation being effective as a heat generator. At least three generations of quartz veins plus carbonate are reported. The bluish, concordant ones are as well gold bearing, while the white, cross-cutting ones are barren. Cross faulting with some displacement was recorded in the underground of the mine and apparently originated together with lamprophyric dykes. The swing in the line of strike extension was probably caused by a series of cross faulting with successive dextral slips. Close to Geita Mine a massive sulfide deposit of the Kuroko type, Samena Hill, was discovered some years ago, but it has only traces of gold and base metals. Deposits in the inner arcuate greenstone belts are dominated by mafic volcanic hosted quartz reefs controlled by shear zones. The wall rock is altered to chlorite sericite schists. Most of the deposits are situated close to granite intrusions.

Geology and Mineralization in Geita

Geita Gold Mine is situated some 90 km southeast of Mwanza, close to Lake Victoria, in the upper part (Nyanzian) of the 2.7 Ga year's old greenstone succession. The geology of the Geita-Kahama goldfields was described by Booth (1954), Harris (1961) and van Straaten (1984). It is characterized by the sub-parallel arcuate shape of their Nyanzian aged greenstone belts (Fig. 2). The outer belts are characterized by the abundant occurrence of BIF, felsic tuffs and stratabound-stratiform gold deposits (Barth 1987). It extends from Geita over the Siga-Mabale hills to the E of Kahama. Its stratigraphic setting is in the upper Nyanzian System. The inner greenstone belts of the lower Nyanzian are marked by mafic volcanics without BIF and reef type deposits. It continues from Buck-Reef over Bulyanhulu to Jubilee Reef-Kahama W. The greenstones in both belts are intruded by younger granites, granodiorites and mafic and felsic dykes described as dolerites-quartz-porphries (Schlüter 1997).

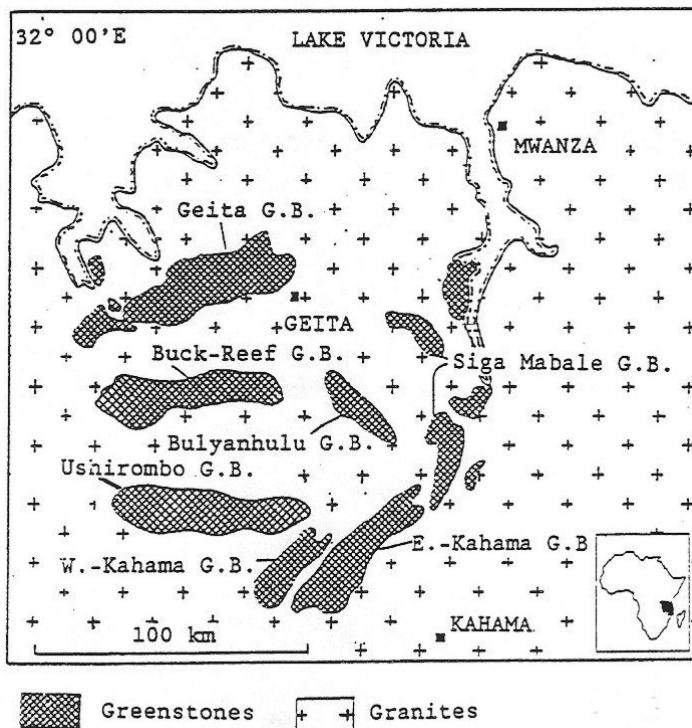


Fig. 2: Regional distribution of Geita-Kahama Greenstone Belts (after Kühn *et al.* 1990)

Geita Mine itself is hosted by stratabound Banded Iron Formation (BIF) of a predominantly oxide, minor carbonate (anchorite) and sulfide facies (Kühn *et al.* 1990). It is intercalated in the upper sequence of a pyroclastic succession and shows a sequence of andesitic tuffs, predominantly of oxide facies, and subordinate of sulfide and carbonate facies BIF (Fig. 3 and 4). The footwall of the mineralized sequence is build up by mafic volcanics, followed by an intermediate to felsic volcano-sedimentary succession. The higher gold values occur in two stratiform ore horizons in the sulfide and carbonate facies. Cross cutting and sill-like dykes with intermediate to felsic composition are exposed in the mine. Metamorphism reached lower green-schist facies as indicated by a mineral association of chlorite, epidote, stilpnomelan, greenalite and minnesotaite. Diagenesis, metamorphism and tectonics led to a recrystallisation and a remobilization of pyrite and quartz, parts of the gold and the magnetite (Kühn & Germann 1991). Au shows a positive correlation with Ag and Cu. Au/Ag ratios were determined by microprobe, which indicate a limited remobilization of Au in some samples, while one sample

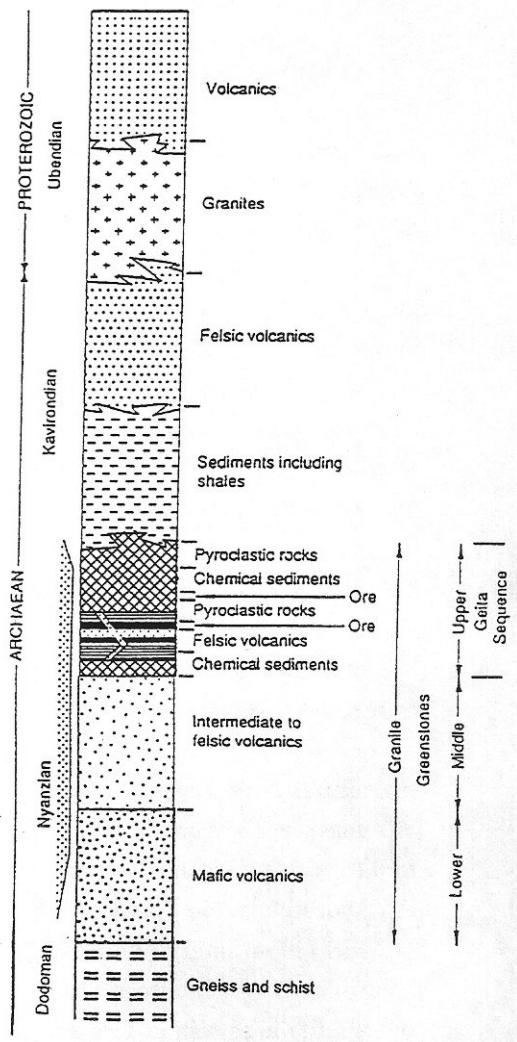


Fig. 3: Lithostratigraphy at Geita
(after Kühn *et al.* 1990)

The during 1983 to 1990 accessible underground working area has revealed two styles of gold-mineralization (Kühn & Germann 1991, Kühn 1994) connected with predominant pyrite + pyrrhotite + chalcopyrite, confined to the BIF lithology. The first mineralization type is represented by two major ore horizons of the sulfide facies BIF with average Au values of 6 - 8 ppm (maximum 76 ppm Au!), which shows, except of a general spatial vicinity, no direct relation with the dykes. The second type is a cross-cutting gold-bearing pyrite mineralization in direct contact (20 - 40 cm) with the dykes. This ore position is minor in grades and extension. Within the dykes Au contents occasionally go up to 0.3 ppm. By no means, however, the enormous lateral extension of the gold mineralization (3.5 km) of the sulfide facies can be explained by epigenetic hydrothermal supply in connection with widely scattered dyke intrusions.

Microscopically free-milling gold appears as inclusions and seams on pyrite or as droplets in quartz. An elevated Au content is often associated with Chalcopyrite and Pyrrhotite; this association is confirmed by a positive correlation between Au- and Cu-grades (max 0.06%). The arsenic content of the mineralization is very low (15 ppm) and does not correlate with the Au values. The sulfur isotopes of the Geita mineralization have high negative values (mean $\delta^{34}\text{S}$ value -10.64) and are supporting a submarine-volcanic genetic model for this type of

seems to be autochthonous. The sulfide-gold-mineralization is confined to a lateral, at least 4 km long and 50 m wide zone within the BIF and has so a defined lithostratigraphic position within the pyroclastic sequence, which represents a greenschist-facies that was metamorphosed and during various phases tectonically deformed. Mineralized and unmineralized parts of the succession show however the same deformation style and inventory. The structural style is characterized by mainly ductile deformation from gentle to isoclinal folds with closed limbs. At least three generations of folds (Booth 1954) with amplitudes changing from 5 cm to 500 m can be distinguished. Brittle deformation has produced an orthogonal set of major faults, and in their prominent NW direction an unmineralized displacement of the ore horizon up to 30 m in a dextral strike slip fashion. There are no typical epigenetic features like mineralized shear zones or cross cutting mineralized quartz veins developed in the surrounding of the Au mineralization.

The youngest magmatic elements in the BIF are dykes with a porphyry and trachytic to andesitic composition, which are thought to be the sub-volcanic equivalent of the pyroclastic rocks in the hanging wall of the BIF.

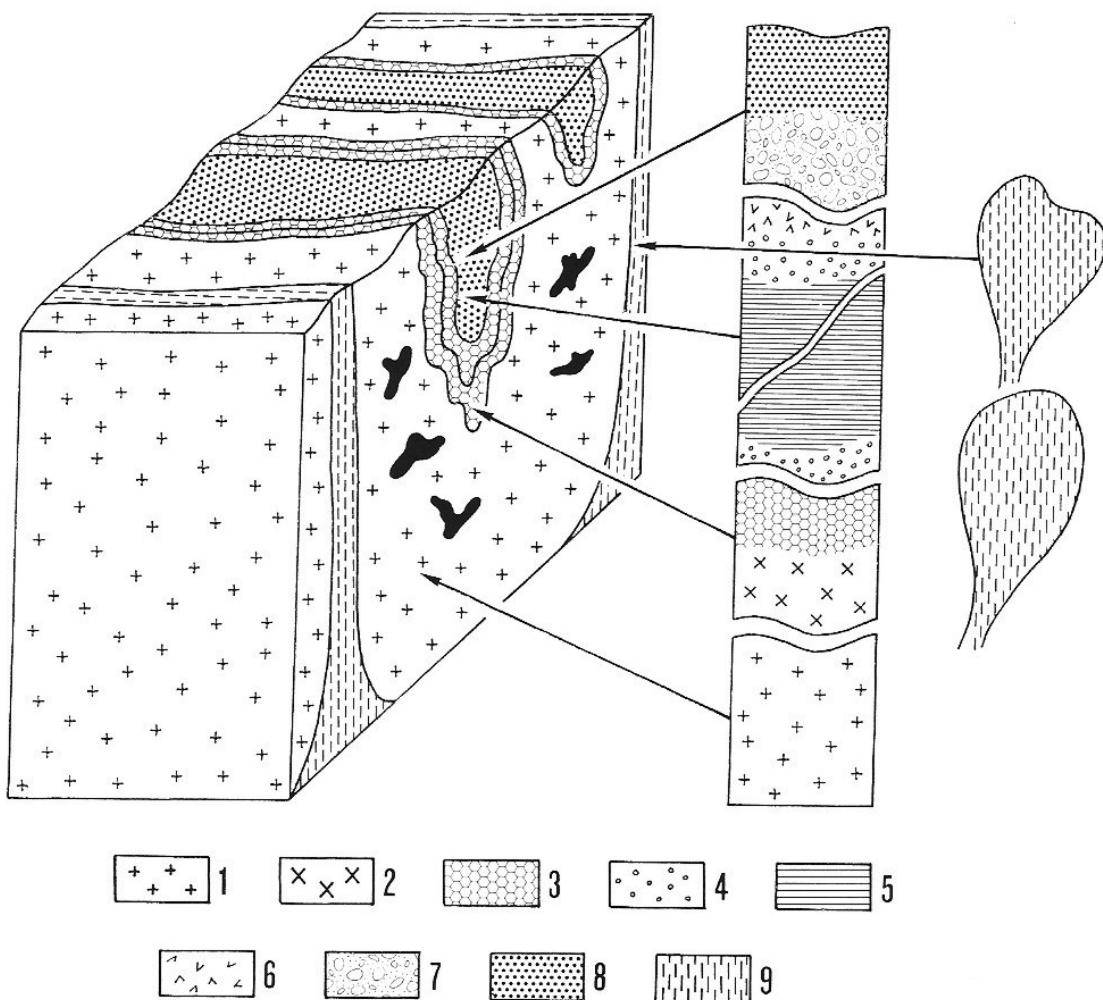


Fig. 4: Stratigraphic interpretation of the Geita Greenstone Belt. 1: Granitic gneiss; 2: Gabbro; 3: Pillow basalt; 4: Felsic pyroclastics; 5: BIF (see also 8); 6: Rhyolitic flows; 7: Conglomerate; 8: Quarzite; 9: Syn- and postorogenetic granites and granitoids; Black spots: mafic intrusions (after Schlüter 1997).

mineralization (Kühn 1994), as the high $\delta^{34}\text{S}$ values are evidence for bacterial influence (Hoefs 1987). Microprobe analysis has revealed a gold-fineness between 687 and 919. The Au fineness data shows higher Ag contents than the average typical values for Archean gold deposits around 930, pointing to a simultaneous destabilization of Au (HS) - and Ag (Cl)-complexes.

Discussion of the Metallogenetic Interpretation

The Geita area consists of several distinct gold deposits, as there is Nyankanga, Lone Cone, Geita itself and Geita's North-East-Extension. The following discussion concerns only Geita and North-East-Extension, as Nyankanga and Lone Cone were in the 1980s occupied by local miners and very unsafe for visits. More than 6 years of work, with emphasis on that carried out in the underground, are the basis for this discussion. While the first two years were only for exploration purposes, the rest of the time was spent on research with a special view for the metallogenetic background. For the gold origin and assemblage in Geita two different genetic models are proposed:

In the beginning the epigenetic model was generally assumed by researchers in the Geita Mine, and supported by geologists working for the Geological Survey, as there was at this time no other model available. Later visiting geologists to Geita like Groves & Vearncombe (1990) and Borg (1990) were supporting this idea based on additional new findings and theories.

The syngenetic model was first postulated by van Straaten (1990), and new evidence for this hypothesis was presented by the author's work in Geita (Kühn *et al.*, 1991; Kühn & Germann 1992). Arguments for it were compiled and summarized in the latter Ph. D. thesis (Kühn 1994).

The interpretation of the results of the author's research on the Geita mineralization is leading to a model with three phases:

- I. The primary enrichment of the elements took place in a volcanically influenced submarine environment.
- II. The diagenetic and even stronger the metamorphic events led to a relatively early reorganization.
- III. The multi-phase deformation of the BIF sequence incorporated the mineralization into folds and shears.

Summarizing this research and its analytical results, a syngenetic origin of the sulfide-gold-mineralization in Geita with a multiphase-multistage overprint has to be postulated and favoured over an epigenetic mineralization. For further exploration campaigns the acceptance of the syngenetic model means, that there is along the strike of the mineralized BIF-horizons a good probability for further Au-mineralization in the Geita region.

Today's situation

The situation today in the open pits Nyankanga and Lone Cone (Plate 1, Fig. 3-6) is described in the AngloGold Ashanti Country Report Tanzania (2008) as follows: The Geita gold deposit is an Archaean mesothermal ore body, largely hosted in a banded ironstone formation (BIF). Mineralization is found where auriferous fluids, which are interpreted to have moved along shears often on BIF-diorite contacts, reacted with the BIF. Some lower-grade mineralization can occur in the diorite as well (usually in association with BIF-hosted mineralization). Approximately 20% of the gold is hosted in the diorite.

This reflects the view of the old epigenetic interpretation of Groves & Vearncombe (1990) and Borg (1990). Unfortunately no further information about the actual work in Geita Mine underground or Geita's North-East Extension is available. The old mine where the author gathered his knowledge about the mineralization is apparently not yet worked on, as the reports only say "Geita has an underground potential". The gold production in 2007 was 327.000 oz (Tab. 1) and the average grade of ore processed was 2.01g/t in 2007.

Gold production in Geita in oz	
2005	613.000
2006	308.000
2007	327.000

Tab.1: Gold production Geita Mine

PLATE 1



Fig. 1: Google Mwanza region with Geita town (Source Earth 2009)



Fig. 2: Open pits of Geita Mine today (Source: Google Earth, 2009)

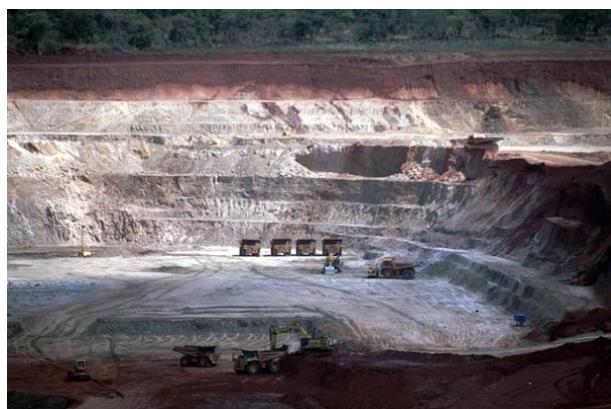


Fig. 3: Current situation in Geita



Fig. 4: Current situation in Geita



Fig. 5: Current situation in Geita



Fig. 6: Current situation in Geita

Geita has several open pits. The ore is proceeded by a 6 Mtpa carbon-in-leach (CIL) plant. The mineral resources and reserves for Geita are accounted for ore reserves of 6.5 Moz and Mineral Resources of 12.5 Moz (AngloGold Ashanti 2008), so the prospects for the next 10 years are at least very good, especially with a gold price above 900 \$/oz. Tanzania is currently due to the production of Geita, the second biggest gold producer in Africa.

To close the circle from 1900 to 2009 the greed for gold is documented by two events. During the first mining phase the gold recovered from Geita Mine was transported by road to Mwanza. In 1952 this transport with the gold of two month work was robbed by gunpoint, the thieves were never caught. In 2006 90 kg of gold from Buhemba mine was just loaded on a plane, when several armed men were raiding the airfield and disappeared with the gold. They as well are not yet caught.

Literature

- AngloGold Ashanti (2008): Country report Tanzania, **07**.
- Barth, H. (1987): Assessment of the regional geology, gold and base metal potential in the Lake Victoria Region, Tanzania. Unpubl. Rep. BGR, Hannover.
- Booth, J. K. B. (1954): A note on the structural geology of the Geita Mine.- Pub. Rec. Geol. Surv. Tanganyika, **1** (1951), 20-21.
- Borg, G., Lyatuu, D. R. & Rammlmair, D. (1990): Genetic aspects of the Geita and Jubilee Reef Archean BIF-hosted gold deposits; Tanzania.- Geol. Rundschau **79/2**, 355-371, Stuttgart.
- Bornhardt, W. (1900): Zur Oberflächengestaltung und Geologie Deutsch-Ostafrikas.- Deutsch-Ostafrika, **7**, 1-595; Dietrich Reimer, Berlin.
- Cahen, L., Snelling, N. J. Delhal, J. & Vail, J. R. (1984): The Geochronology and Evolution of Africa.- 1-512, Clarendon Press, Oxford.
- Clifford, T. N. (1970): The structural framework of Africa.- In: T. N. Clifford & I. Gass, (Eds.), African Magmatism and Tectonics. 1-26; Oliver & Boyd, Edinburgh.
- Eastern and Southern African Mineral Resources Development Centre (ESAMRDC) (1983): Study of selected gold occurrences and mines in the Lake Victoria Goldfields.- Unpubl. Rep. ESAMRDC/83/TECH/29.
- Geosurvey (1981): Geology and mineralization of Archean greenstone belts south of Lake Victoria, northwest Tanzania.- Geosurvey International Rep., Dar es Salaam.
- Geosurvey (1983a): Regional Geology and Mineral Potential of the Geita Greenstone Belt, NW-Tanzania.- Geosurvey International Rep. No.196/10003, Dar es Salaam.
- Geosurvey (1983b): Regional Geology and Mineral Potential of the Nzega Greenstone-Belt, NW-Tanzania.- Geosurvey International Rep. No. 199/4/83, Dar es Salaam.
- Groves, D. I. & Phillips, G. N. (1987): The genesis and tectonic control on Archean gold deposits on the Western Australian Shield - a metamorphic replacement model.- Ore Geol. Rev., **2**, 287-322.
- Groves, D. I. & Vearncombe, J. R. (1990): The scale of ore-depositional systems: an important restraint on epigenetic vs. syngenetic origins for Archean mesothermal gold deposits.- Geol. Rundschau **79/2**, 343-353.
- Harris, J. F. (1961): Summary of the geology of Tanganyika. Part IV: Economic geology. Tanganyika, Memoir **1**, 1-143.
- Hoefs, J. (1987): Stable Isotope Geochemistry. 1-241, Berlin-Heidelberg-New York-London-Paris (Springer).

- Kimambo, R. H. 1984: Mining and Mineral Prospects in Tanzania.- East African Publications, Arusha.
- Kühn, S. (1994): Geita, Tansania - Metallogenese einer Gold-Sulphid-Vererzung in einer archaischen Eisenformation.- Unpubl. Ph. D. Dissertation, Freie Universität Berlin, 1-106; Berlin.
- Kühn, S. & Germann, K. (1991): Gold-Sulfid-Vererzung von Geita, Tansania.- Berichte zur Lagerstätten und Rohstoffforschung **3**, 1-60, Hannover, (BGR).
- Kühn, S., Ogola, J. & Sango, P. (1990): Regional setting and nature of the gold mineralization in Tanzania and SW-Kenya.- Precambrian Res., **46**, 71-82.
- Schlüter, T. (1997): Geology of East-Africa. – 1- 484, Borntraeger, Stuttgart.
- Schlüter, T. & Kohring, R. (1997): Das goldene 15-Rupien-Notgeld von Tabora und Lulanguru (Deutsch-Ostafrika) aus dem Jahre 1916.- Traditionsvorband ehemaliger Schutz- und Überseetruppen Mitteilungsblatt **81**, 89-95; Wuppertal.
- United Nations/DTCD (1984): Gold occurrences in the Region south of Lake Victoria.- Rep. **2**, Geol. Div. Tanzania, Ministry of Energy and Minerals, Dar es Salaam, (unpub.).
- United Nations/DTCD (1986): The investigation of the Geita Grenstone Belt.- Rep. **9**, Geol. Div. Tanzania, Ministry of Energy and Minerals, Dar es Salaam, (unpub.).
- United Nations/DTCD (1987): Final report on the Geita gold prospects.- Rep. **12**, Geol. Div. Tanzania, Ministry of Energy and Minerals, Dar es Salaam, (unpub.).
- van Straaten, H. P. (1984): Gold mineralization in Tanzania - A Review. In: Foster, R. P. (ed.): Gold '82: The geology, geochemistry and genesis of gold deposits: Rotterdam, A. A. Balkema, 673-685.

A Review of the Trace Fossil Assemblage in Upper Cretaceous Flysch Sediments of coastal SE-Tanzania (Kilwa Area)

Thomas Schlüter & Rolf Kohring

Abstract: West of Kilwa Kivinje along souteastern coastal Tanzania a rather diversified trace fossil assemblage was during the mid-1980s over a distance of about 25 km in Upper Cretaceous clay, marl and sandstone deposits discovered, which unfortunately was never described in detail. More than 20 years later the original outcrops are currently covered by dense vegetation, and the analysis of this fauna is now mainly based on field diaries and photographs then taken by Prof. Gundolf Ernst (1930-2002), who had discovered this ichnofauna. The following ichnotaxa are recorded: *Spiroraphe involuta*, *Paleodictyon strozzi*, *Urohelminthoidea appendiculata*, *Helminthoraphe japonica*, *Protopaleodictyon* ichnosp., *Paleomeandron* ichnosp., *Cosmoraphe neglectens* (all pre-depositional and belonging to the graphoglyptids), as well as *Granularia* ichnosp., *Zoophycos* ichnosp., *Scolicia* ichnosp., *Buthotrephis cf. palmatum*, *Megagrapton* ichnosp. (all post-depositional). The ichnotaxa are stratigraphically assigned to the Upper Cretaceous, probably to the Santonian and Campanian, and belong most likely to the Nereites deepsea bottom facies. Some of the post-depositional ichnotaxa may be representatives of the Zoophycos ichnofacies. The discrepancy of the associated microfaunal components belonging to a typical shelf depositional environment may be explained with the occurrence of deep grabens within this shelf, where the respective trace fossil organisms found the appropriate conditions and niches for survival.

Zusammenfassung: Wenige km westlich der tansanischen Küstenstadt Kilwa Kivinje wurde Mitte der achtziger Jahre entlang neuer Straßenaufschlüsse auf dem Weg von Dar es Salaam nach Lindi zwischen den Dörfern Kigombo und Nangurukuru auf einer Strecke von etwa 25 km in oberkretazischen Ton-, Mergel- und Sandsteinlagen eine arten- und individuenreiche Spurenfauna aufgefunden, die jedoch niemals detailliert beschrieben wurde. Da diese Aufschlüsse mittlerweile vollständig überwachsen sind, beruht die hier gelieferte Zusammenfassung unserer Kenntnis der dortigen Spurenfauna weitgehend auf den zahlreichen Daten, Photographien und Feldnotizen des Entdeckers dieser Ichnozönose, Prof. Dr. Gundolf Ernst (1930-2002). Nachgewiesen wurden die folgenden Ichnotaxa: *Spiroraphe involuta*, *Paleodictyon strozzi*, *Urohelminthoidea appendiculata*, *Helminthoraphe japonica*, *Protopaleodictyon* ichnosp., *Paleomeandron* ichnosp., *Cosmoraphe neglectens* (alle pre-depositional und den Graphoglyptiden zugehörig), sowie *Granularia* ichnosp., *Zoophycos* ichnosp., *Scolicia* ichnosp., *Buthotrephis cf. palmatum*, *Megagrapton* ichnosp. (alle post-depositional). Die genannten Ichnotaxa entstammen der Oberen Kreide mit einem Schwerpunkt im Santon und Campan und können weitgehend der Tiefsee-Nereites-Ichnofazies zugeordnet werden. Die Diskrepanz zur vergesellschafteten Mikrofauna, die auf Flachwasserbedingungen während der Ablagerung hindeutet, wird damit erklärt, dass im Schelfbereich der Paläöküste tief eingeschnittene Gräben vereinzelt den Spuren produzierenden Organismen die für ihre Existenz nötigen Umweltbedingungen liefert haben.

Address of the Authors – Anschrift der Autoren:

Prof. Dr. Thomas Schlueter, Institut für Geowissenschaften, Universität Potsdam, Karl-Liebknecht-Straße 24, Haus 27, D-14476 Potsdam, Germany. or: Department of Geography, Environmental Sciences and Planning, University of Swaziland, Private Bag 4, Kwaluseni, Swaziland.

Email: thomas.schlueter2008@googlemail.com

Dr. Rolf Kohring, FR Paläontologie, Institut für Geologische Wissenschaften, Freie Universität Berlin, Malterserstraße 74-100, Haus D, D-12249 Berlin, Germany
Email: rkohring@zedat.fu-berlin.de

1 Introduction

Physical infrastructure with largely missing roads and supply support systems had hindered a detailed geological analysis in the Kilwa area for many decades. Apart from few reports already published during German and British colonial times not much was known about the biostratigraphy, palaeoenvironmental and sedimentary conditions in this area. Since the mid-1980s road constructions through Upper Cretaceous layers in the vicinity of the villages Kigombo and Nangurukuru gave also way for sampling along these new road cuts, and in this course an exceptionally well-preserved ichnofauna was discovered that unfortunately has never been described in detail. The associated microfaunal components lead to the interpretation of a shallow marine environment during deposition, whereas the specimens of the ichnofauna clearly indicate a deep-sea bottom environment.

It is the aim of this paper to critically review the biostratigraphical and palaeoenvironmental conditions that are now known from the literature and from own field observations. One of the present authors (T. S.) was employed as lecturer at the University of Dar es Salaam from 1982 to 1989, and had thus the opportunity to accompany the late Prof. Gundolf Ernst (1930 – 2002) and the late Prof. Saidi (Samson) Kapilima (1954 – 2007) during field work in the mid-1980s, when the ichnofauna of Kilwa was discovered. More than 20 years later the originally fresh road cuts are now completely covered by dense vegetation, and it was therefore during a field trip in 2008/9 not more possible to find any specimen of the previously richly endowed trace fossil association in this area.

2 Regional Geology of the Kilwa Area

The area covered in this report is shown in Fig. 1 and concentrates preferentially on outcrops along the main road from Dar es Salaam to Lindi over a distance of about 25 km from the villages of Kigombo to Nangurukuru near Kilwa Kivinje. The oldest rocks in the Kilwa area are sediments of Jurassic age, which crop out in its western part. Towards the coast in the east the exposed sediments are generally becoming younger (Moore 1961)

2.1 Cretaceous of the Kilwa Area in General

The dominantly argillaceous Cretaceous sediments west, northwest and east of the villages of Matandu, Kigombo and Nangurukuru (Fig. 1) can easily be distinguished lithologically as well as by an unconformity from the underlying Upper Jurassic strata of the Kipatimu Beds. Already Moore (1961) subdivided the Cretaceous sequence of this area into massive to poorly bedded, green-grey, grey and grey-blue mudstones and marls belonging to three successive stages according to their microfaunal content.

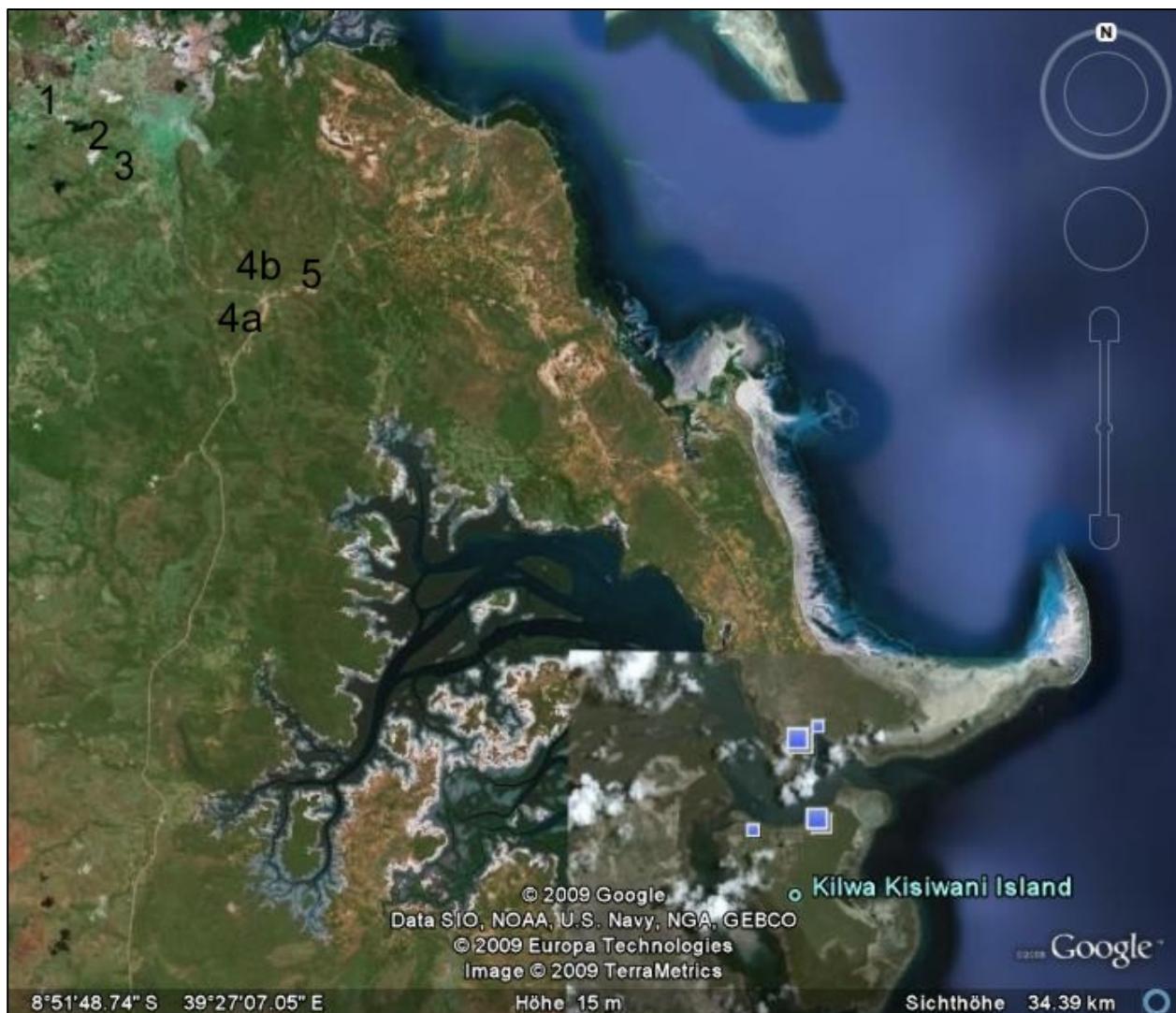


Fig. 1: Study area in the Kilwa District with locations (1 – 5) of sections in the vicinity of Matandu (1 & 2), Kigombo (3) and Nangurukuru (4a, 4b & 5).

Stratigraphically these sections are assigned to: **1:** Matandu SSE = Santonian; **2:** Matandu SE = Lower Campanian; **3:** Kigombo = Lower Campanian; **4a & 4b:** Nangurukuru = Upper Campanian; **5:** Nangurukuru ENE = Upper Campanian. Source: Google Earth 2009; modified after Ernst & Zander (1993).

The only horizons recognizable in the field are Lower Cretaceous limestones, and conglomerates forming the base of the limestones, and again conglomerates forming the base of the so-called „middle Cretaceous“ (= Albian – Turonian) in the northern part of the area. Thin beds of sandstones, sandy limestones and limestones are interbedded with the mudstones. These beds are seldom found in situ, but their presence is shown by flat boulders and flags strewn along many of the ridges. The sandstone beds are generally very thin (5-10 cm), but occasionally beds of 50 to 75 cm thickness are found. The ridges do not continue for long distances therefore making it difficult to trace the sandstones or limestones along the strike. Presumably the fading out of the ridges laterally along the strike is in most cases the result of the sandstones lensing out rather than of occasional faulting.

2.1.1 Lower Cretaceous (after Moore 1961)

The Lower Cretaceous is overlapped by the „Middle“ Cretaceous. Lower Cretaceous mudstones commonly contain septarian concretions, but macrofossils have not yet been found in them. These layers have an easterly dip of 3-6 degrees.

2.1.2 „Middle“ Cretaceous (= Albian to Turonian) (after Moore 1961)

A thick conglomerate horizon was reported from the base of the „Middle“ Cretaceous by Moore (1961), followed by a mudstone-marl succession. To the north similar conglomerates directly overlie the Jurassic Kipatimu beds. North of the Matandu River these conglomerates are rapidly thinning out. Lamellibranchs and gastropod fragments occur in the sandstone matrix of the conglomerates. Overlying the conglomerates is an argillaceous succession with thin beds of fine-grained calcareous sandstones, which weather to a yellow or dark-brown colour. In these mudstone beds concretions are present, but they are rare. Similar sediments form the „Middle“ Cretaceous south of the Matandu River. These layers have an easterly dip of 3-7 degrees.

2.1.3 Upper Cretaceous (after Moore 1961 and Nicholas et al. 2006)

Moore (1961) described the Upper Cretaceous strata as an argillaceous sequence of mudstones interbedded with thin calcareous sandstones and concretionary limestones which contain occasional shell fragments. These strata are lithologically well distinguished from the underlying „Middle“ Cretaceous and from the Paleocene sediments overlying them. Already Linton & McBeath (1959) (quoted in Moore 1961) had reported that the following stages of the Upper Cretaceous are present: Coniacian, Santonian, Campanian and Maastrichtian. Only the topmost Danian has not yet been recognized there.

In the course of hydrocarbon exploration already in the 1960s boreholes were drilled in the southern coastal area of Tanzania giving the following thicknesses for some of the Upper Cretaceous stages (Kent et al., 1971):

- Maastrichtian 180 m
- Upper Santonian to Campanian 100 m
- Lower Coniacian 90 m
- Turonian 160 m

Nicholas et al. (2006) have in cooperation and with support of the TDP (Tanzania Drilling Project) more recently analysed this area and have summarized their investigations by defining the Kilwa Group as a stratigraphic unit that lies disconformably across the East African shelf on marls of Albian age and is itself unconformably overlain by shallow water clays of Miocene age. They subdivide the Kilwa Group into the following 4 formations (in stratigraphic sequence):

- Pande Formation
- Masoke Formation
- Kivinje Formation
- Nangurukuru Formation

According to Nicholas et al. (2006) the Kilwa Group includes conformable stratigraphic intervals through both the Paleocene/Eocene and the Eocene/Oligocene boundaries. Altogether within the Kilwa Group 12 sequence stratigraphic cycles can be identified, demonstrating relatively uniform and continual subsidence across the shelf margin from Santonian to Early Oligocene. In the Nangurukuru area is a further major bounding surface present between the Upper Cretaceous and the Paleogene, but possibly conform in the Lindi area.

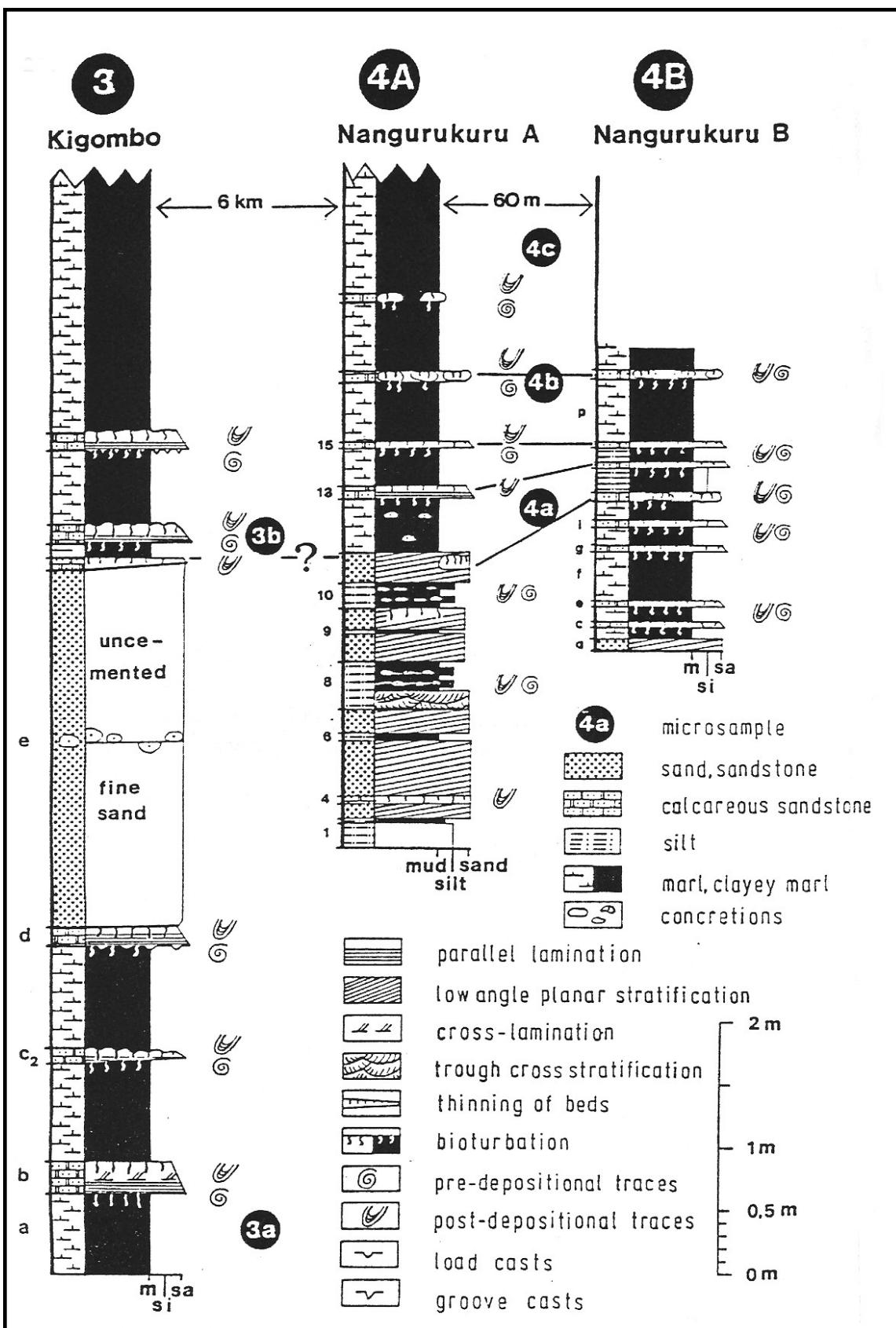


Fig. 2: Geological sections (number of sites indicate localities shown in Fig. 1) along the road from the villages of Kigombo to Nangurukuru (after Ernst & Zander 1993).

Although the principal lithology in all formations is clay or claystone, there are sometimes more permeable intervals intercalated, which contain pervasive coarser siliciclastic sediments yielding traces of crude oil that probably had migrated from lower strata in the succession. Relevant for the here presented observations of the Kilwa Group is only the lowermost part of this succession, the Nangurukuru Formation according to its definition by Nicholas et al. (2006). A detailed lithological comparison of sections 3 (Kigombo) and 4 (Nangurukuru a and b) is shown in Fig. 2, from which the idealized profile of Fig. 3 of Upper Cretaceous deposits in the Kilwa area resulted.

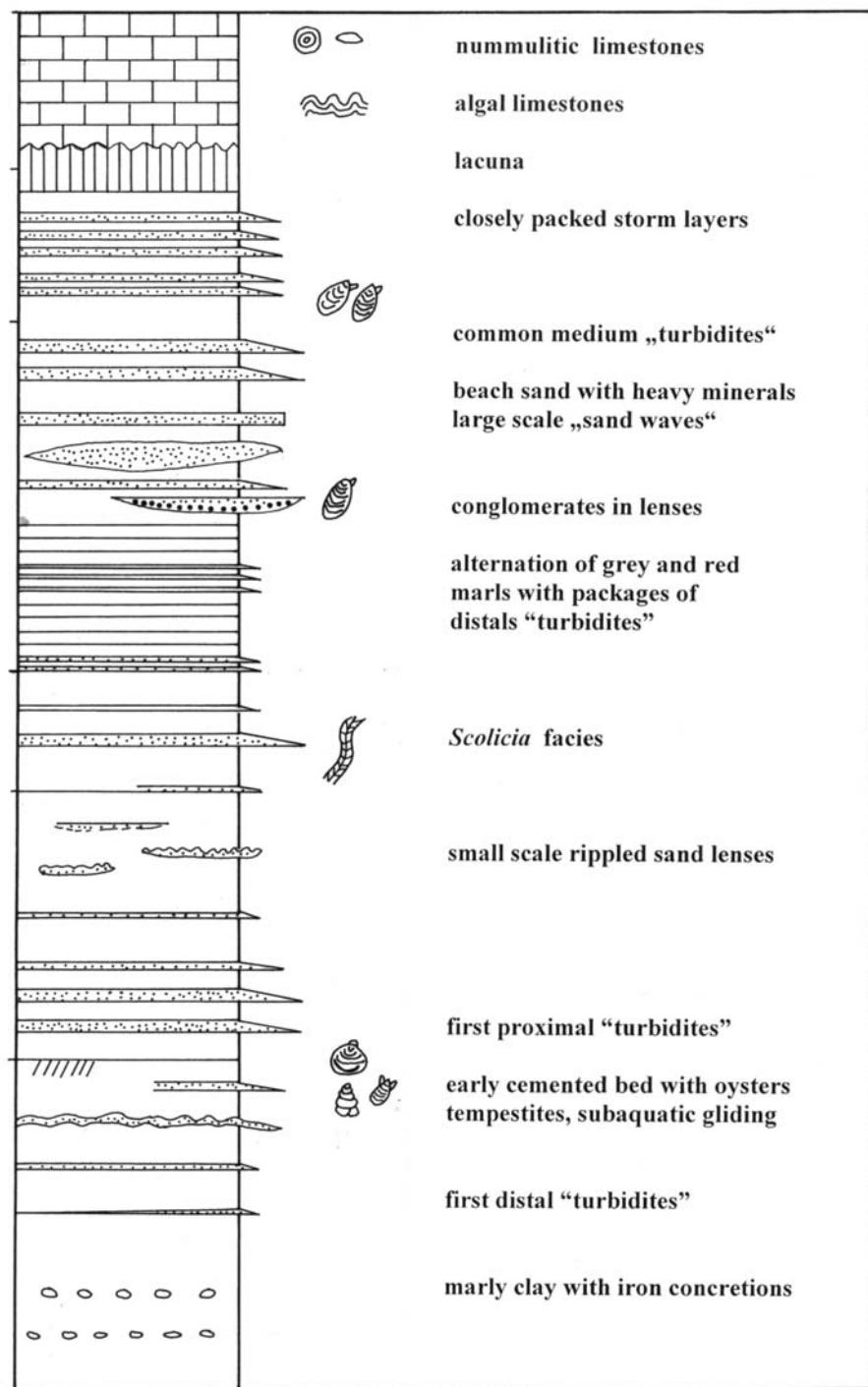


Fig. 3: Idealized profile of the Upper Cretaceous in the Nangurukuru area.

3 Biostratigraphy and Palaeoenvironment Based on Foraminifera (Fig. 4)

A diverse foraminifer microfauna obtained from the marls and clayey to sandy marls of 5 sections along the road from Matandu to Nangurukuru and Nangurukuru to Lindi and Kilwa Kivinje over a distance of about 12 km allowed a detailed biostratigraphic correlation and palaeoenvironmental interpretation (Ernst & Zander 1993), on which the following account is based. The preservation and composition of the fauna is variable therefore indicating different stratigraphic and bathymetric controls. Biostratigraphically the sections comprise the span from Santonian to Uppermost Campanian or even Maastrichtian.

3.1 Santonian (Samples 1a and 1b) (Matandu SSE)

Planktonic index fossils of Foraminifera include the following species: *Dicarinella asymmetrica* (1a), *Marginotruncana sigali* (1a) and *Globotruncana cf. elevata* (1B). The samples can therefore be assigned to the Santonian. According to Hart & Bailey (1979) some other collected forms in this sample may indicate deeper water conditions (Ernst & Zander 1993). A deeper, outer shelf palaeoenvironment is for instance suggested by the presence of some benthic species, e. g. *Lenticulina* sp., *Gyroidinoides* sp. and *Marsonella* sp.

3.2 Lower Campanian (Samples 2a, 2b and 3a) (Matandu SE and Kigombo)

Planktonic index fossils of Foraminifera include the following species: *Globotruncana elevata* (2a, 2b, 3a) and *Marginotruncana coronata* (2a, 2b). The samples can therefore be assigned to the Lower Campanian. Generally benthic Foraminifera are underrepresented in these 3 samples. An even proportion between benthic calcareous and arenaceous forms seems only to exist in sample 3a. Apparently the palaeoenvironmental conditions during deposition change within the stratigraphic sequence from deep water in the outer shelf nearer to the shore.

3.3 Upper Campanian (Samples 3b, 4a, 4b and 4c) (Kigombo and Nangurukuru S and N)

Planktonic index fossils of Foraminifera include the following species, which were only identified from samples 4a and 4c: *Globotruncana ventricosa*, *Globotruncana rosetta* and *Rugoglobigerina patelliformis*. The samples can therefore be assigned to the Upper Campanian, or less likely to the transition between the Lower and the Upper Campanian. The rich benthic Foraminifera include a rare index form, *Neoflabellina rugosa*.

Much more abundant are representatives of calcareous Nodosaracea (*Lenticulina* sp. and *Dentalinoides* sp.) and Lituolacea as well as of arenaceous Ammodiscacea with simple rolled or elongated agglutinated forms. Their dominance in samples 4a and 4b suggests a coastal shelf palaeoenvironment, while sample 4c was probably further off-shore deposited.

3.4 Uppermost Campanian to Maastrichtian (Sample 5) (Nangurukuru ENE)

The youngest part of the samples is evidenced from outcrops ENE of Nangurukuru. However, planktonic Foraminifera could not be determined as their shells were partially dissolved. Benthic index fossils of Foraminifera include the following forms: *Bolivinia incrassata incrassata* and *Bolivinia incrassata crassa*. Sample 5 can therefore be assigned to the uppermost Upper Campanian or even to the Maastrichtian.

Fig. 4 (next page): Index Foraminiferal zones and other relevant Foraminifera within those in the Upper Cretaceous stages of the Kilwa area (unpublished data provided by G. Ernst & J. Zander)

STAGES	Foraminiferal Zones	Important Foraminifera
Maastrichtian		<i>Bolivina incrassata incrassata</i> Reuss <i>B. incrassate crassa</i> Vasilenko & Myatliuk <i>Neoflabellina rugosa caesata</i> (Wedekind) <i>Lenticulina</i> sp. <i>Gavelinella</i> sp. <i>Verneuilina tricarinata</i> (D'orbigny)
Upper Campanian	<i>Globotruncana ventricosa</i>	<i>Globotruncana ventricosa</i> White <i>G. rosetta</i> (Carsey) <i>G. linneiana</i> (D'Orbigny) <i>G. bulloides</i> Vogler <i>G. orientalis</i> El Nagger <i>Globotruncanita stuartiformis</i> (Dalbiez) <i>Rugoglobigerina rugosa</i> (Plummer) <i>Rosita fornicate</i> (Plummer) <i>R. patelliformis</i> (Gandolfi)
Lower Campanian	<i>Globotruncanita elevata</i>	<i>Globotruncanita elevata</i> (Brotzen) <i>Globotruncata linneiana</i> (D'Orbigny) <i>Rosita fornicate</i> (Plummer) <i>Heterohelicidae</i> , div. gen., div. sp. <i>Globotruncanita elevata</i> (Brotzen) <i>Globotruncata linneiana</i> (D'Orbigny) <i>Marginotruncata coronata</i> (Bolli) <i>M. sinuosa</i> (Porthault) <i>Rosita fornicate</i> (Plummer) transitional forms between <i>M. sinuosa</i> and <i>R. fornicate</i> <i>Heterohelicidae</i> , div. gen., div. sp.
Santonian	<i>Dicarinella asymmetrica</i>	<i>Dicarinella asymmetrica</i> (Sigal) <i>Globotruncanita</i> cf. <i>elevata</i> (Brotzen) <i>Globotruncana</i> ex. gr. <i>arca</i> (Cushman) <i>Globotruncata linneiana</i> (D'Orbigny) <i>Rosita fornicate</i> (Plummer) <i>Dicarinella concavata</i> (Brotzen) <i>Dicarinella asymmetrica</i> (Sigal) <i>Marginotruncana undulata</i> (Lehman) <i>M. sinuosa</i> (Porthault) <i>M. paraconcavata</i> (Porthault) <i>M. sigali</i> (Reichel)
Upper Coniacian	<i>Dicarinella concavata</i>	<i>Dicarinella concavata</i> (Brotzen) <i>D. canaliculata</i> (Reuss) <i>D. cf. primitiva</i> (Dalbiez) <i>Rosita fornicate</i> (Plummer) <i>Marginotruncana sigali</i> (Reichel) <i>M. schneegansi</i> (Sigal) <i>M. undulata</i> (Lehman) <i>M. sinuosa</i> (Porthault) <i>M. pseudolinneiana</i> Pessagno <i>Archaeoglobigerina bosquensis</i> Pessagno <i>A. cretaceo</i> (D'Orbigny) <i>Heterohelicidae</i> , div. gen., div. sp.
Coniacian to Turonian	<i>Marginotruncata schneegansi</i>	<i>Marginotruncata schneegansi</i> (Sigal) <i>M. cf. paraconeavata</i> (Porthault) <i>M. renzi</i> (Gandolfi) <i>M. pseudolinneiana</i> Pessagno <i>M. sinuosa</i> (Porthault) <i>M. coronata</i> (Bolli) <i>Whiteinella baltica</i> Douglas & Rankin <i>W. brittonensis</i> (Loeblich & Tappan) <i>Hedbergella</i> gr. <i>delriosensis</i> (Carsey) <i>H. gr. simplex</i> (Morrow) <i>Heterohelix reussi</i> (Cushman)
Lower to Middle Turonian	<i>Heteroglobotruncata helvetica</i>	<i>Helvetoglobotruncana helvetica</i> (Bolli) <i>H. praehelvetica</i> (Trujillo) <i>Marginotruncana marianosi</i> (Douglas) <i>M. renzi</i> (Gandolfi) <i>M. schneegansi</i> (Sigal) <i>Whiteinella brittonensis</i> (Loeblich & Tappan) <i>W. aprica</i> (Loeblich & Tappan) <i>Hedbergella</i> gr. <i>delriosensis</i> (Carsey) <i>H. gr. planispira</i> (Tappan) <i>H. gr. simplex</i> (Morrow)

3.5 General Remarks Based on Foraminifera and Inoceramids

All the species of Foraminifera recorded in the area are typical for a shelf palaeoenvironment (Fig. 4). A further reduction in water depth seems to have happened during Lower Campanian. Above the dividing thick fine sand bodies (Section 3) and the sand layers (Section 4), the water depth may have increased during Upper Campanian. The deposition of the thick sand bodies probably occurred during the regression of the „middle“ Campanian (Figs. 5 & 6). In contrast Kent et al. (1971) assume that the limited microfaunal evidence and the small forms found in Upper Cretaceous layers along the Tanzanian coast are the result of lower salinities and limited water circulation on the shelf.

Stratigraphy	Lithology/Sedimentology	Ichnofauna & Macrofauna	Palaeoenvironment
Maastrichtian	silty clays interbedded with closely packed, medium grained sandstone, storm layer turbidites, slumping, sandlenses, cut and fill structures	post-depositional ichnofauna, pre-depositional graphoglyptids rare, <i>Scolicia</i> rare, Inoceramid layers	shallow near shore
Upper Campanian <i>ventricosa</i> -zone	marly to clayey background sediments, medium grained sandstone, storm layer turbidites common	rich in pre-and post-depositional ichnofauna, rare inoceramids	deeper, “middle” shelf offshore
“middle” Campanian	sand waves in clays and marls, beach sand with heavy minerals, rare conglomerates	poor in post-depositional ichnofauna	nearer to shore
Lower Campanian <i>elevata</i> -zone	alternation of grey and red marls, packages of distal sandstone storm layer turbidites	rich in pre- and post-depositional ichnofauna	deep water outer shelf
Santonian <i>asymmetrica</i> -zone	background marls dominate, rare distal medium grained sandstones, storm layer turbidites	rich in pre- and post-depositional ichnofauna <i>Scolicia</i>	deep water outer shelf
Pre-Santonian III	cm-scaled rippled sand lenses within clayey silts	none observed	near coast, subtidal to intertidal
Pre-Santonian II	clay interbedded with tempestites, early cemented beds with in-situ oysters	post-depositional ichnofauna, oysters and snails in tempestites	shallow, near shore
Pre-Santonian I	clays with some iron concretions, rare sand storm layer turbidites, groove casts and loading	badly preserved post-depositional ichnofauna	deep water outer shelf

Fig. 5: Lithology and sedimentology, ichnofaunal and macrofaunal composition, and palaeoenvironmental interpretation of the Upper Cretaceous stages in the Kilwa area (modified after Ernst & Zander 1993).

Apart from microfaunal evidence and the here described trace fossils some large, often fragmented shells of inoceramids were found at section 5. These inoceramids are rarely colonized by undetermined oysters, but exhibit sometimes small U-shaped cylindrical tubes of a trace fossil close to the acrothoracid genus *Rogerella*. Moore (1965) had already mentioned reworked *Inoceramus* fragments along the Nangurukuru-Kilwa Kivinje Road and in the Ukuli Valley. He placed them at the base of the Paleocene. According to Ernst & Zander (1993) the specimens of *Inoceramus* probably co-existed with the Upper Campanian to Maastrichtian Foraminifera at

Section 5. Therefore the Cretaceous-Tertiary boundary may – in contrast to Moore 1961 – be higher in the succession or even be missing.

STAGE	FORAMINIFER ZONE	SHELF POSITION				EVENTS
		deep	middle	shall.	dry?	
Eocene						nummulitic lst.
Paleocene						algal limestone
Maastrichtian						R Hiatus
Upper Campanian	<i>G. ventricosa</i>					maximum of "turbidites"
Lower Campanian	<i>G. elevata</i> (upper part)					► R "sandwaves"
	<i>G. elevata</i> (lower part)					
Santonian	<i>D. asymmetrica</i> (upper part)					distal "turbidites"
	<i>D. asymmetrica</i> (lower part)					medium "turbidites"
Coniacian	<i>D. concavata</i>					first proximal "turbidite"
Turonian	<i>M. schneegansi</i>					► R tempestites first distal "turbidites"
	<i>H. helvetica</i>					?
Cenomanian						R basal conglomerate, disconformity

Fig. 6: Foraminiferal zones, approximate shelf positions and observed events during Upper Cretaceous in the Kilwa area. R = Regression (after Schlüter & Ernst 1989).

4 Trace Fossils

4.1 Field Observations and Outcrop Conditions

Upper Cretaceous strata are generally poorly exposed and discontinuously preserved in the southern coastal region of Tanzania. Road constructions during 1985 to 1987 west of the twin towns Kilwa Masoko and Kilwa Kivinje yielded fresh outcrops of an almost undisturbed and continuous Upper Cretaceous sequence (Gierlowski-Kordesch & Ernst 1987, Ernst & Schlüter 1989, Ernst & Zander 1993, Ernst & Gierlowski-Kordesch 1990), partly belonging to the Kilwa Group, a term subsequently introduced and defined by Nicholas et al. (2006).

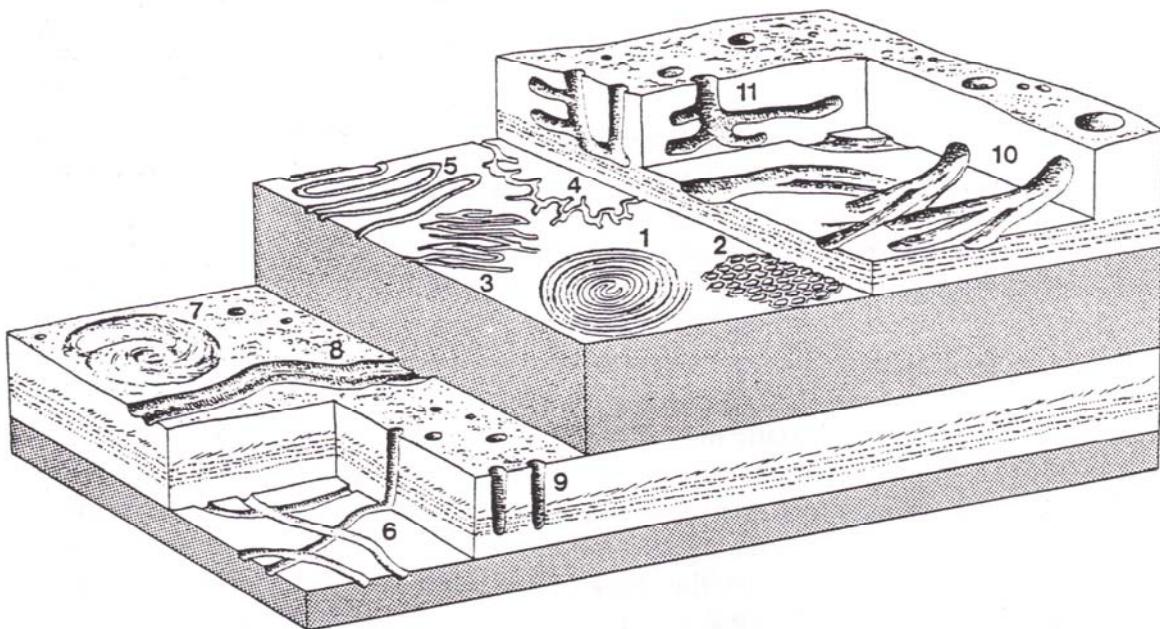


Fig. 7: Block diagram showing the distribution of pre- and post-depositional ichnogenera during Campanian in the Kilwa area (after Gierlowski-Kordesch & Ernst 1987).

- 1-5:** Pre-depositional ichnofauna. **1** = *Spiroraphe*. **2** = *Paleodictyon*. **3** = *Urohelminthoidea*. **4** = *Protopaleodictyon*. **5** = *Cosmopraphe*.
6-11: Post-depositional ichnofauna. **6** = *Granularia*. **7** = *Zoophycos*. **8** = *Scolicia*. **9** = vertical tubes. **10:** *Buthotrephis*. **11:** repeatedly branched burrows.

These sections, while containing sedimentary features and microfaunal evidence that can be attributed to a shelf environment (Figs. 4-6), are exceptional in the fact that they additionally yield a diverse ichnofauna, which was attributed and characterized as a deep water flysch ichnocoenosis (Gierlowski-Kordesch & Ernst 1987, Schlüter 1997). The geological development of sedimentological, ichnofaunal and palaeoenvironmental features of the Kilwa Group is summarized in Figs. 5 and 6.

Apart from the features given in Figs. 5 and 6 the following annotations may contribute to the analysis and interpretation of these deposits: The clays, marls and silty clays represent a so-called background sedimentation, being autochthonous, whereas the tempestites, turbidites and storm-influenced sandstone layers are intercalated as allochthonous components. Sedimentary structures within these allochthonous sandstone layers include parallel lamination, sequences of parallel lamination and cross-ripple lamination, and rare convolute bedding. Groove and other current marks on the sandstone soles indicate that the material was derived from the West. During the Upper Cretaceous, the depositional front along the coast generally moved eastward, so that sediments became more „proximal“ with time. The alternating grey and red marls of the Lower Campanian may represent cold to warm cycles respectively. Concordantly the diversity of the Foraminifera species is changing. „Sand waves“ can be observed in layers between the Lower and Upper Campanian. These sand bodies are lensoid and approximately 100 m long. Composed of fine grained sand, their longitudinal extension is parallel to the N-S direction of the palaeocoast. At least three regressive phases occurred on the epeiric shelf during Upper Cretaceous along the south-eastern coastal strip of East Africa, as reflected by microfaunal composition and sedimentological patterns.

4.2 Flysch-Ichnocenosis of Kilwa: General Remarks

Outcrops containing sections with a rich ichnofauna were discovered over a distance of about 25 km along the main road from Kilwa-Masoko in direction to Dar es Salaam preferentially behind and in the vicinity of the small village of Nangurukuru during the period of 1985 to 1987. Already Hennig (1937: 125) had mentioned „Flyschfucoiden“ from Upper Cretaceous deposits in this area, therefore probably being the first author who had noted the ichnofauna here described.

Recent visits in the area (T. S., W. Zils and C. Werner, December 2008 to January 2009) have shown that the trace fossil-bearing outcrops are now largely covered by fresh and dense vegetation, thus the original sections are obsolete for new investigations. Field description is therefore mostly based on records in the publications, diaries and well designed and labelled numerous photographic slides of the late Prof. Gundolf Ernst (1930-2002) when he visited this area during a geological excursion aimed at the famous dinosaur locality Tendaguru near Lindi and then on his way to this site discovered the exceptional ichnofauna near Nangurukuru (Plate 1, Fig. 5-8)

Prof. Ernst had already recognized the dilemma that these sections are remarkable and unusual in the fact that they contain a highly diverse ichnofauna, which can be characterized as a flysch ichnocenosis, whereas the exhibited sedimentary features and the faunal composition can be attributed to a typical shelf environment (Ernst & Zander 1993, Gierlowski-Kordesch & Ernst 1987).

Bioturbation occurs generally in the upper portions of the thin calcareous sandstone layers and concretions, but can – less frequently – be found throughout the whole sequence. Many traces are present on the soles of the sandstone beds. The preservational forms include full reliefs, concave epireliefs and convex hyporeliefs. At least the trace fossil association of the Campanian may be distinguished and interpreted as a pre-depositional and a post-depositional type.

Most of the ichnogenera are characteristic of the *Nereites* ichnofacies, which is usually found in deep-water flysch deposits, especially the graphoglyptids. The organisms of the pre-depositional assemblage apparently required muddy, quiet, very low energy conditions to build their traces, equivalent to a deep sea environment. On the other hand the organisms of the post-depositional assemblages required sandy, relatively higher energy conditions to survive. Within a flysch environment, these high energy requirements are met within channels of a turbidite fan, while the low energy conditions exist between depositional events. In such a low energy environment, deposition comprises settle out of suspended fine materials, such as clays and marls (Ernst & Zander 1993).

The trace fossil assemblage that appears to be pre-depositional was formed by organisms within the marls and clayey marls. These traces were sometimes partially eroded and infilled through catastrophic sand deposition and preferentially preserved on the soles of the sandstones. This hypothesis is supported by the fact that these trace fossils are rarely complete and appear to have been partially destroyed by depositional currents. The pre-depositional assemblage includes the following ichnogenera: *Spiroraphe*, *Paleodictyon*, *Urohelminthoidea*, *Helminthoraphe*, *Protopalaeodictyon*, *Palaeomeandron* and *Cosmographa*. Most of the specimens originally assigned by Gierlowski-Kordesch & Ernst (1987) to *Cosmographa* belong probably to either the ichnogenera *Urohelminthoidea* or *Helminthoraphe*; only one specimen is clearly a representative of the ichnogenus *Cosmographa*. The diversity appears to be relatively high, because several different „taxa“ of *Paleodictyon* and *Spiroraphe* can be distinguished on the basis of size. On the other hand the specimens of *Paleodictyon* and *Spiroraphe* appear to be restricted to certain layers. Whether this is due to variation in their preservational potential or true diversity is unclear.

The trace fossil assemblage that appears to be post-depositional including those traces which were made subsequent to the deposition of the thin sandstone layers are well-distributed, but normally not very well-preserved throughout the layers of the whole sequence. Some ichnogenera are identified as *Scolicia*, *Zoophycus*, *Megagraptos*, *Granularia* and *Buthotrephis*. The specimens in this assemblage are abundant in number of individuals, but specific taxa in a species level are often hardly recognizable due to the increased bioturbation in some of the sandstone layers and concretions. Some ichnogenera appear to be restricted to certain sandstone layers or to the concretions, e. g. *Scolicia* and *Buthotrephis*.

4.3 Systematics: Description and Analysis of Ichnotaxa

a) Pre-depositional ichnofauna

1. *Spiroraphe involuta* (De Stefani 1895) (Plate 2, Figs. 1-4)

Description: Two-way spirals consisting of an inward spiral, a central loop and an outward spiral, guided between the turns of the inward one (Seilacher 1977). The specimens from Kilwa resemble closely *Spiroraphe involuta* (De Stefani 1895) in Seilacher (1977: 303, Fig. 5a). Ekdale (1980) has recovered recent specimens of *Spiroraphe* occurring as grooves in the top of washed cores. They were apparently produced and maintained as horizontal tunnel systems just a few mm below the sediment surface. These burrows are indicators of deep-water sedimentary environments.

Remarks: Individuals of *Spiroraphe* were among the most frequently observed specimens of pre-depositional trace fossils in Kilwa. At least 9 well-preserved and only partly eroded specimens are documented in the collection of photographs from Kilwa, but may according to their different size belong to different ichnospecies.

2. *Paleodictyon strozzi* Menghini 1851 (Plate 3, Figs. 2-4)

Description: The regular networks of *Paleodictyon* clearly belong to the graphoglyptid burrows (Seilacher 1977). Only small patches of hexagonal nets with mesh sizes ranging between 4 – 7 mm were recovered in Kilwa and resemble closely *P. strozzi* Menghini 1851.

Remarks: *Paleodictyon* is according to Seilacher (2007) typical for deepsea settings since Ordovician to present times, but Fürsich et al. (2007) have assigned it now also to mid-to-lower-shelf event beds produced by storm-induced currents.

3. *Urohelminthoidea appendiculata* (Plate 3, Fig. 1)

Description: Meanders of specimen Mag 1 Dia 16 are very tight. The turning points are rather angular and drawn out into lateral appendages. The course of the meanders is becoming convex and slightly irregular by guidance along previous turns. The appendages are clearly recognizable.

Remarks: Specimens of *Urohelminthoidea* are rare in Kilwa, but may sometimes be confused with those of *Helminthoraphe* if the turning points are not well exposed.

4. *Helminthoraphe japonica* (Plate 3, Figs. 5 & 6)

Description: Specimens are characterized by meandering cordlike ridges (about 0.8- 1.2 mm across). The cords are rather poorly guided and are widely spaced relative to burrow diameter. Meanders are 8 to 12 cm in amplitude. Specimen Mag 5 Dia 77 (= Mag 1 Dia 7) is generally characterized by burrows with only one order of smooth and very high meanders, but there is also one conspicuous turning point that may lead into a short lateral

appendage, though all other turning points are well-rounded and clearly without such an appendage.

Remarks: Specimens of this ichnogenus are rather common in Kilwa.

5. *Protopaleodictyon* ichnosp.

Description: Specimens of this ichnogenus exhibit predominantly two appendages per undulation.

Remarks: Common in low energy, deep-water environments (cf. Uchman & Tchoumatchenko 2003, Podhalańska 2006, Vaziri & Fürsich 2007).

6. *Paleomeandron* ichnosp. (Plate 3, Fig. 8)

Description: Specimen with wide order meanders consisting of small, mostly quadrangular forms; second order meanders with double-pointed corners. Large meanders several cm long, small meanders 1-5 mm.

Remarks: It is generally found in flysch deposits (Häntzschel 1975) (cf. Uchmann 2007).

7. *Cosmorphe neglectens* (Plate 2, Fig. 5)

Description: Most of the specimens from Kilwa originally assigned by Gierlowski-Kordesch and Ernst (1987) to the ichnogenus *Cosmorphe* apparently belong to either the ichnogenera *Urohelminthoidea* or *Helminthoraphe*. Only one specimen is clearly a representative of *Cosmorphe neglectens*.

Remarks: *Cosmorphe* is an infaunal burrow system positioned just beneath the veneer of sediment at the deep sea floor (Ekdale 1980: 306).

Palaeotaxonomic context: The pre-depositional ichnotaxa here presented belong almost entirely to an assemblage of trace fossils that is named „graphoglyptids“, a term already introduced by Fuchs (1895) for a diverse group of ornamental trace fossils found as positive reliefs on the soles of flysch sandstones that are generally interpreted as turbidites (Seilacher 2007).

Although there is no ichnogenus from which the name graphoglyptids is derived, the term is used in the sense of an ichnofamily, whose most prominent representative is *Paleodictyon*. However, there is not yet any idea about the taxonomic identity of the respective tracemakers.

b) Post-depositional ichnofauna

8. *Granularia* ichnosp. (Pl. 3, Fig. 7)

Description: Straight to sometimes slightly curved, nearly cylindrical tunnel fills, or concave hyporeliefes. Their diameter is variable. Burrows branch, anastomose and cut across other specimens of *Granularia* as well as those of other taxa.

Remarks: According to Ekdale (1988) *Granularia* is a post-depositional trace in turbidite sandstones and can therefore be used as an indicator of the post-event suite (Bromley 1996: 231).

9. *Zoophycos* ichnosp. (Pl. 4, Fig. 1)

Description: *Zoophycos* is a horizontally or obliquely oriented burrow exhibiting a helical structure as a result of overlapping U-shaped burrows with spreite between the U's.

Remarks: The ichnogenus *Zoophycos* has an extremely broad paleobathymetric range, hence its designation as namebearer for a supposedly depth-related ichnofacies has long been controversial. Generally *Zoophycos* is interpreted and typical as an intermediary between the Cruziana and the Nereites ichnofacies, at a position corresponding somewhere on the continental slope. More specifically it was placed in flysch-molasse areas below wave base and free of turbidites, being characterized by extremely low energy. However, specimens of *Zoophycos* are known from both deep-water and shallow-water deposits. Recently, Knaust (2004) described *Zoophycos* from shallow carbonates of the German Middle Triassic basin.

10. *Scolicia* ichnosp. (Pl. 4, Fig. 2)

Description: *Scolicia* is an endichnial structure and characterized by a meniscate backfill, a double ventral depression and vertical shafts. Specimens often found in concretions.

Remarks: The traces of *Scolicia* were often caused by sea urchins (echinoids), whereby its traces look very different depending on the toponomic context. On top of sand layers (epichnial) the coarse bottom parts of the lamellae form a gill-like pattern, whereas the hypichnial versions of the same burrow has a broad elliptical profile and shows the two faecal strings as a prominent feature. The endichnial version shows only the lamellar structure and along the crest a discontinuous ridge tracing the displacement of the inhalant canal (Seilacher 2007). Since Upper Cretaceous times *Scolicia* appears in deep-sea turbidite series and is a dominant element in post-turbidite associations (Seilacher 2007). Recently, modern *Scolicia* ichnofabrics have been found in the deep South China Sea (Wetzel 2008).

11. *Buthotrephis* cf. *palmatum* (cf. Fig. 7: 10)

Description: Sediment filled irregularly and non-systematic branching burrows, similar to *Chondrites* and *Phycodes* (see discussion in Pickerill 1981). However, in Orr (2003) *Buthotrephis* is mentioned as a „dubious ichnogenus“. Often found in concretions.

Remarks: Specimens of *Buthotrephis* similar to the here described material has been illustrated by Collinson et al. (1992: Fig. 12) from the Permian of West Antarctica. *Buthotrephis* is common in deep-water slope-basins (Orr et al. 2003) and submarine canyon sequences (Pickerill 1981).

12. *Megagrapton irregularare* Ksiazkiewicz 1968 (Pl. 4, Fig. 3)

Description: Network consisting of irregular polygons and rectangels, which are never closed, formed by slightly curved or straight cylindrical stringe. 1-5 mm wide. Rather regular intervals of branching at nearly right angels (Häntzschel 1975).

Remarks: According to Häntzschel (1975) evidently of post-depositional origin. *Megagrapton* is commn in thin-bedded turbidites and mudstones (lobe deposits) and was recently assigned to the Paleodictyon ichnosubfacies (Lopez Cabrera et al. 2008).

Other trace fossils: In various inoceramid shells little elongate-shaped burrows may sometimes be observed (Pl. 4, Fig. 4). These can be characterized in some cases by the double aperture leading to a U-shaped cylindrical tube. Size shape and arrangement of these burrows is very similar to endolithic borings of acrothoracid crustaceans (Cirripedia) named *Rogerella* (Sumrall et al. 2006). Similar trace fossils have been described from Upper Cretaceous oyster shells of northern Germany (Voigt 1965) under the name *Meandropolydora*.

4.4 Bathymetric Assignment

The here presented ichnospecies can be attributed either to the Zoophycos ichnofacies, or more likely to the Nereites ichnofacies. The Zoophycos ichnofacies ideally is found in circalittoral – bathyal, quiet-water marine muds or muddy sands; below storm wave base to fairly deep water; in areas free of turbidity flows and subject to oxygen deficiencies. In contrast the Nereites ichnofacies is typically associated with bathyal-abyssal, low energy, oxygenated marine environments subject to periodic turbidity flows. The trace fossils of the Nereites ichnofacies are characterized by a high diversity but a low abundance.

4.5 Depositional Model

Ernst & Zander (1993) developed from sedimentary and stratigraphic structures as well as palaeoecological and ichnological evidence the following depositional model that also fits with the regional tectonic frame. Generally deposition occurred on an epeiric continental shelf as was subsequently confirmed by Nicholas et al. (2006). For the period of Upper Cretaceous ranging from Santonian to Maastrichtian four different facies were defined by Ernst & Zander (1993):

Facies 1: Marls and clayey to sandy marls representing background sedimentation on a continental shelf.

Facies 2: Thin calcareous sandstone beds containing parallel lamination or parallel lamination to ripple cross lamination sequences. Lower contacts are abrupt and contain current scour markings. These sandstones can be interpreted as off-shore storm sand-layers.

Facies 3: Thicker sandstone beds containing low-angle cross stratification to parallel lamination and trough cross stratification, probably representing beach deposits.

Facies 4: Fine sandstone bodies probably representing shelf linear sand ridges or sand waves in a scale of about 100 m. Their longitudinal axis seems to be parallel to the former coast line.

5 Conclusion

The dilemma on one hand of the existence of a stable, epeiric continental shelf environment in shallow water depths since mid-Jurassic times, and on the other hand the evidence of deepsea bottom inhabitants apparently being representatives of the graphoglyptids and belonging to the *Nereites* ichnofacies in the same area may be explained as follows. It is assumed that the continuous tectonic movements along the East African palaeocoast (originally linked to north-eastward movement of the Madagascar-Indian plate) formed narrow grabens on the Upper Cretaceous epeiric shelf there, where the otherwise typical inhabitants of a deep sea bottom *Nereites* ichnofacies could exist under quiet-water conditions and find their specific niches. Additionally it may be noted, that recently Fürsich et al. (2007) acknowledged that for instance *Paleodictyon*, previously assumed to occur only in deep sea flysch sediments, has apparently a much wider bathymetric range and occasionally is also typical for shallow marine environments.

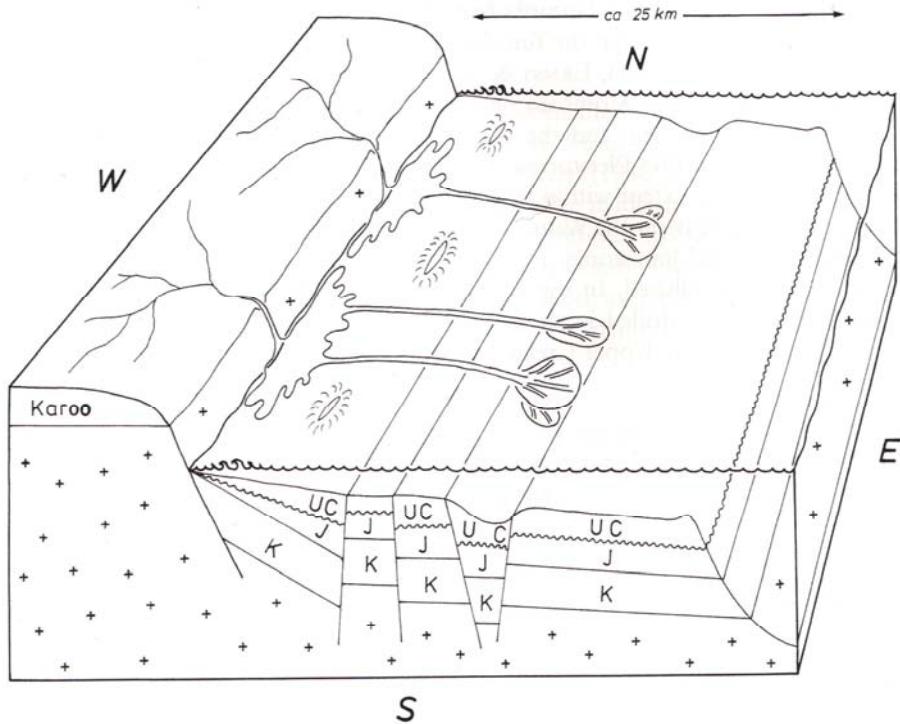


Fig. 8: Block diagram showing the palaeogeographic relationships of the shelf environment in the Kilwa area during Upper Cretaceous. **K:** Karoo. **J:** Jurassic. **UC:** Upper Cretaceous (after Ernst & Schlüter 1989)

6 Acknowledgements

The authors thank Wolfgang Zils and Dr. Christa Werner for suggestions during recent fieldwork in the Kilwa area; during the 1980s participated also Dr. Sabine Zix and Dr. Peter Ickler sometimes in the excursions to Kilwa. From the original crew during this period Prof. Gundolf Ernst, Prof. Saidi (Samson) Kapilima and technician Samuel Sangawe have meanwhile died, but this paper had not been possible to write without their contributions. Prof. Franz Fürsich helped with literature, Johannes Kalbe with information on *Rogerella*. Most of the specimens of the here described trace fossils are now housed in the laboratory of Prof. A. A. Ekdale, USA.

7 References

- Aitken, W. G. (1961): Geology and Paleontology of the Jurassic and Cretaceous of southern Tanganyika.- Geol. Surv. Tanganyika Bull., **31**: 1-144.
- Bromley, R. G. (1996): Trace Fossils. Biology, taphonomy and applications.- 2nd edition, 361 pp.; 138 fig., 1 tab.; London (Chapman & Hall).
- Collinson, J. W., Vavra, C. L. & Zawiskie, J. M. (1992): Sedimentology of the polarstar Formation (Permian), Ellsworth Mountains, West Antarctica.- Geological Society of America, Memoir **170**: 63-79.
- Crimes, T. P. (1973): From limestones to distal turbidites: a facies and trace fossil analysis in the Zumaya flysch (Paleocene – Eocene), North Spain.- Sedimentology, **20**: 105-131.
- Demirkhan, H. & Toker, V. (2003): Trace fossils in the western fan of the Cingöz Formation in the northern Adana Basin (southern Turkey).- Mineral Res. Expl. Bull., **127**: 15-32.

- Donovan, S. K. D., Rinema, W. R. & Ickerill, R. K. P. (2003): The ichnofossil *Scolicia prisca* de Quatrefages from the Paleogene of eastern Jamaica and fossil echinoids of the Richmond Formation.- Caribbean J. Science, **41 (4)**: 876-881.
- Ekdale, A. A. (1980): Graphoglyptid burrows in modern deep-sea sediments.- Science **207** (4428,): 304-306.
- Ekdale, A. A. (1988): Pitfalls of paleobathymetric interpretations based on trace fossil assemblages.- Palaios, **3 (5)**: 464-472; Boulder.
- Ernst, G. & Gierlowski-Kordesch, E. (1990): Epeiric sea deposits and Graphoglyptid burows in Upper Cretaceous of Tanzania.- Pangea, 28th Internat. Geol. Congr. Abstracts, 26-27.
- Ernst, G. & Schlueter, T. (1989): The Upper Cretaceous of the Kilwa region, coastal Tanzania.- Workshop Geol. Tanzania, Rev. Res. Progr. Univ. Köln, Abstr., 1-3; Cologne.
- Ernst, G. & Zander, J. (1993): Stratigraphy, facies development, and trace fossils of the Upper Cretaceous of southern Tanzania (Kilwa District).- Geology and mineral resources of Somalia and surrounding regions, 1st Agron. Oltremare, Firenze, Relaz. e Monogr. **113**: 259-278; Florence.
- Frey, R. W. & Pemberton, S. G. (1984): Trace Fossil Facies Models.- In: Walker, R. G. (ed.), Facies Models, Second Edition, Geoscience Canada Reprint Series, **1**: 189-207; Ottawa.
- Fuchs, T. (1895): Studien der Fucoiden und Hieroglyphen.- Akademie der Wissenschaften zu Wien, mathematisch-naturwissenschaftliche Classe, Denkschriften, **62**: 369-448; Vienna.
- Fürsich, F. T., Wilmsen, M. & Seyed-Emani, K. (2006): Ichnology of Lower Jurassic beach deposits in the Shemshak Formation at Shahmirzad, southeastern Alborz Mountains, Iran.- Facies, **52**: 599-610; Erlangen.
- Fürsich, F. T., Taheri, J. & Wilmsen, M. (2007): New occurrences of the trace fossil Paleodictyon in shallow marine environments: examples from the Triassic – Jurassic of Iran.- Palaios, **22(4)**: 408-416.
- Gierlowski-Kordesch, E. & Ernst, G. (1987): A flysch trace fossil assemblage from the upper Cretaceous shelf of Tanzania.- In: Current research in African Earth Sciences (Mattheis, G. & Schandelmaier, H., eds.), 217-221; Balkema, Rotterdam.
- Häntzschel, W. (1975): Trace Fossils and Poblematica. - In: Moore, R. C. & Teichert, C. (eds.): Treatise on Invertebrate Paleontology, Part W. - 269 S., 110 Abb.; Boulder, Lawrence (Geological Society of America, University of Kansas).
- Hart, M. B. & Bailey, H. W. (1979): The distribution of planktonic foraminiferida in the mid-Cretaceous of NW Europe.- Aspekte der Kreide Europas, IUGS Series A **6**: 527-542.
- Hennig, E. (1937): Der Sedimentstreifen des Lindi-Kilwa-Hinterlandes.- Palaeontographica, Suppl. VII, Reihe II, Teil II, 99-186; Stuttgart.
- Kent, E., Hunt, J. A. & Johnstone, D. W. (1971): The geology and geophysics of coastal Tanzania.- IGCG 6, National Environment Research Council; 1-119; London.
- Knaust, D. (2004): The oldest Mesozoic nearshore Zoophycos: evidence from the German Triassic.- Lethaia, **37(3)**: 297-306; Oslo.
- Leszcynski, S. (1993): A generalized model for the development of ichnocenoses in flysch deposits.- Ichnos, **2**: 137-146.
- Leszcynski, S. (2004): Bioturbation structures of the Kropivnik Fucoid Marls (Campanian – lower Maasrichtian) of the Huwniki-Rybotycz area (Polish Carpathians).- Geological Quarterly, **48(1)**: 35-60.
- Leszcynski, S. & Seilacher, A. (1991): Ichnocoenoses of a turbidite sole.- Ichnos, **1**: 293-303.

- Linton, R. E. & McBeath, D. M. (1959): A geological reconnaissance survey of the Mavudyi and Rufiji area, Tanganyika.- Report to the Shell Petroleum Development Company of Tanganyika, Ltd. (quoted from Moore 1961).
- Lopez Cabrera, M. I., Olivero, E. B., Carmona, N. B. & Ponce, J. J. (2008): Cenozoic trace fossils of the Cruziana, Zoophycos, and Nereites ichnofacies from the Fuegian Andes, Argentina.- *Ameghiniana*, **45**(2): 377-392; Buenos Aires.
- Miller III, W. (1986): Discovery of trace fossils in Franciscan turbidites.- *Geology*, **14**(4): 343-345;
- Miller III., W. (1991): Palaeoecology of graphoglyptids.- *Ichnos*, **1**: 305-312.
- Moore, W. R. (1965): Geological notes on quarter degree sheets 256 and 256E, Kilwa, and 255, Njinjo, southern region.- *Records Geol. Survey Tanganyika*, 11 (1961), 21-32; Dodoma.
- Nicholas, C. J., Pearson, P. N., Bown, P. R., Jones, T. D., Huber, B. T., Karega, A., Lees, J., McMillan, I., K., O’Halloran, A., Singano, J. M. & Wade, B. J. (2006): Stratigraphy and sedimentology of the Upper Cretaceous to Paleogene Kilwa Group, southern coastal Tanzania.- *J. African Earth Sciences*, **45**(4-5): 431-466; Oxford.
- Orr, P. J., Benton, M. J. & Briggs, D. E. G. (2003): Post-Cambrian closure of the deep-water slope-basin taphonomic window.- *Geology* **31** (9): 769-722.
- Peruzzi, D. G. (1880): Osservazioni sui generi *Paleodictyon* e *Paleomeandron* dei terreni cretacei ed eocenici dell’Appennino settentrionale e centrale.- *Atti della Società Toscana di Scienze Naturali Residente in Pisa, Memorie*, **5**: 3-8.
- Pickerill, R. K. (1981): Trace fossils in a Lower Palaeozoic submarine canyon sequence – the Siegas Formation of northwestern New Brunswick, Canada.- *Marine Sediments and Atlantic Geology*, **17**: 37-58.
- Podhalańska, T. (2006): Ichnofossils from the Ordovician mudrocks of the Pomeranian part of the Teisseyre-Tornquist Zone (NW Poland).- *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **245**: 295-305; Amsterdam.
- Schlüter, T. (1997): Geology of East Africa.- 1-484; Gebrüder Borntraeger, Berlin, Stuttgart.
- Seilacher, A. (1967): Bathymetry of trace fossils.- *Marine Geology*, **5**: 413-428.
- Seilacher, A. (1977): Pattern analysis of *Paleodictyon* and related trace fossils.- *Geological J. Spec. Issue 9* (1977), Trace fossils 2, T. P. Crimes & J. C. Harper (eds): 289-334; Liverpool.
- Seilacher, A. (2007): Trace Fossil Analysis.- i-xIII, 1-226; Springer, Heidelberg, New York.
- Sumrall, C. D., Sprinkle, J. & Bonem, R. M. (2006): An Edrioasteroid-dominated echinoderm assemblage from a Lower Pennsylvanian marine conglomerate in Oklahoma.- *Journal of Paleontology*, **80**: 229-244.
- Uchman, A. (2003): Trends in diversity, frequency and complexity of graphoglyptid trace fossils: Evolutionary and palaeoenvironmental aspects.- *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **192**: 123-142; Amsterdam.
- Uchman, A. (2004): Phanerozoic history of deep-sea trace fossils.- In: Mellroy, D. (ed.) *The Application of Ichnology to Palaeoenvironmental and Stratigraphic Analysis*, Geological Soc. London, Spec. Publ., **228**: 125-139; London.
- Uchman, A. (2007): Deep-sea trace fossils from the mixed carbonate-siliciclastic flysch of the Monte Antola Formation (Late Campanian-Maastrichtian), North Apennines, Italy.- *Cretaceous Research*, **28**(6): 980-1004.
- Uchman, A. & Tchoumatchenko, P. (2003): A mixed assemblage of deep-sea and shelf trace fossils from the Lower Cretaceous (Valanginian) Kamchia Formation in the Troyan region, central Fore-Balkan, Bulgaria.- *Annales Societatis Geologorum Poloniae*, **73**: 27-34.

- Vaziri, S. H. & Fürsich, F. T. (2007): Middle to Upper Triassic Deep-Water Trace Fossils from the Ashin Formation, Nakhla Area, Central Iran.- Journal of Sciences, Islamic Republic of Iran **18(3)**: 253-268; Tehran.
- Voigt, E. (1965): Über parasitische Polychaeten in Kreide-Austern sowie einige andere in Muschelschalen bohrende Würmer.- Paläontologische Zeitschrift, **39**: 193-211; Stuttgart.
- Wetzel, A., Blechschmidt, I., Uchman, A. & Matter, A. (2007): A highly diverse ichnofauna in Late Triassic deep-sea fan deposits of Oman.- Palaios, **22**: 567-576; Boulder.
- Wetzel, A. (2008): Recent Bioturbation In The Deep South China Sea: A Uniformitarian Ichnologic Approach.- Palaios, **23(9)**: 601-615, Boulder.

Plate 1

Fig. 1 - 4: Outcrops at Kigombo; Fig. 5 - 8: Outcrops at locality Nangurukuru. All photographs taken by G. Ernst in September 1986. Sites today covered by dense vegetation.

PLATE 1



1



2



3



4



5



6



7



8

Plate 2

Fig. 1 - 4: Various specimens of *Spiroraphe involuta*; Fig. 5: *Cosmoraphe neglectens*.

PLATE 2



1



2



3



4



5

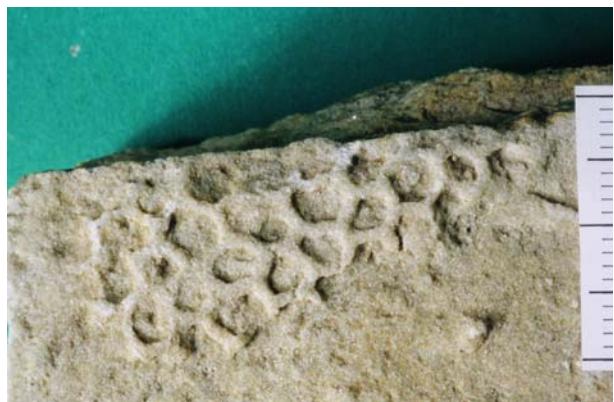
Plate 3

Fig. 1: *Urohelminthoidea appendiculata*; Fig. 2 - 4: *Paleodictyon strozzi*; Fig. 5 and 6: *Helminthoraphe japonica*; Fig. 7: *Granularia*; Fig. 8: *Paleomeandron*.

PLATE 3



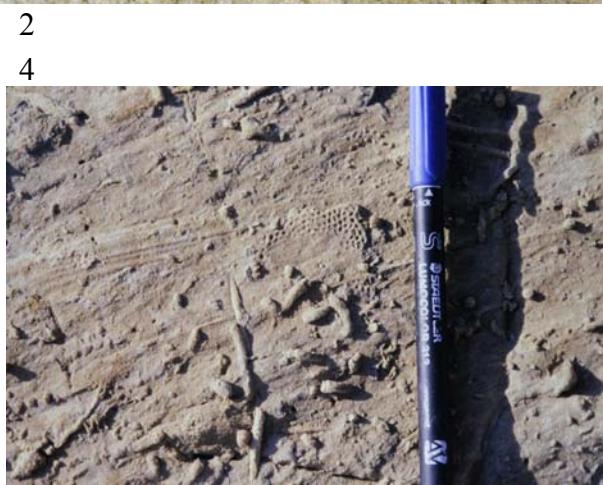
1



2



3



4



5



6



7



8

Plate 4

Fig. 1: *Zoophycos*; Fig. 2: *Scolicia*; Fig. 3: *Megagrapton*; Fig. 4: *Rogerella* borings in inoceramid shell.

PLATE 4



↖ 1

2 ↑
3 ↓



4 ↓



Buchbesprechung - Book Review

Von Thomas Schlüter

Seilacher, Adolf (2007): Trace Fossil Analysis.- I-XIII, 1-226; ISBN -13 978-3-540-47225-4; Springer-Verlag Berlin Heidelberg (72,00 €).

Kein anderer zeitgenössischer deutscher Paläontologe hat eine solch vielseitige und facettenreiche wissenschaftliche Karriere vollbracht wie der 1925 im Schwäbischen geborene Adolf Seilacher. Nach kurzer Kriegsteilnahme begann er in Tübingen mit dem Studium der Geologie und Paläontologie und schloss dieses 1952 mit einer von Otto H. Schindewolf angeleiteten Doktorarbeit über fossile Lebensspuren ab. Weitere Stationen waren dann Frankfurt und danach eine zweijährige Gastdozentur in Bagdad, der eine Berufung nach Göttingen folgte. 1964 wurde Seilacher Nachfolger von Schindewolf in Tübingen und blieb dort bis zu seiner Emeritierung – allerdings um dann seit 1987 weiter an der renommierten Universität von Yale in Baltimore als Adjunct Professor zu forschen und unterrichten.

Die Themen seiner Arbeiten sind weitgespannt und konzentrieren sich in nur ganz wenigen Stichworten ausgedrückt auf die Form und Funktion bei Fossilien – wobei er laut eigenem Bekennen methodisch seit Anbeginn seiner Tätigkeit vor allem das Zeichnen von Objekten zur Erhellung seiner Konzepte durchgeführt hat. Konkret hat sich Seilacher insbesondere mit den Vergesellschaftungen von Lebensspuren auseinander gesetzt, aber auch Konstruktionsmorphologie aller möglichen Arten von Organismen, Fossildiagenese und Fossilagerstätten gehören zu den in seinen Publikationen immer wieder behandelten Bereichen seiner Interessen. Seit einigen Jahren beschäftigen ihn jetzt zunehmend die fremdartigen Lebewesen des Präkambriums und ihre Hinterlassenschaften, auf deren Suche er sich u. a. gemeinsam mit Hans Luginsland zum Autor dieser Buchbesprechung im Frühjahr 1998 nach Swasiland begab, um im Nordwesten des kleinen Königreiches archaische Sedimente gezielt zu studieren und dabei im Gelände Rippelmarken mit mutmaßlichen Algenmatten in der etwa 3 Ga Fig Tree Series entdeckte (Fig. 1).

Das jetzt vor zwei Jahren publizierte Buch „Trace Fossil Analysis“ summiert Seilachers und anderer Paläoichnologen im Lauf der Jahrzehnte gewonnenen Erkenntnisse über diesen lange vernachlässigten Teilbereich der Paläontologie, und es ist obendrein nicht nur für den Spezialisten ein ästhetischer Genuss, wiewohl mit keiner einzigen farbigen Abbildung ausgestattet. Dabei soll es in seiner Darstellung nach Aussage des Verfassers eigentlich nicht zur Vermittlung von purem Wissen über fossile Lebensspuren beitragen, sondern vor allem das Geschick und die Fähigkeit des jeweiligen Lesers oder Nutzers bei der Ausdeutung vergangener organischer Hinterlassenschaften anspornen. Entstanden ist es im Gefolge Seilachers Kurse an etlichen Universitäten in aller Welt, wo von ihm stetig und eindrücklich auf die immense Bedeutung der Spurenfossilien hingewiesen wurde.

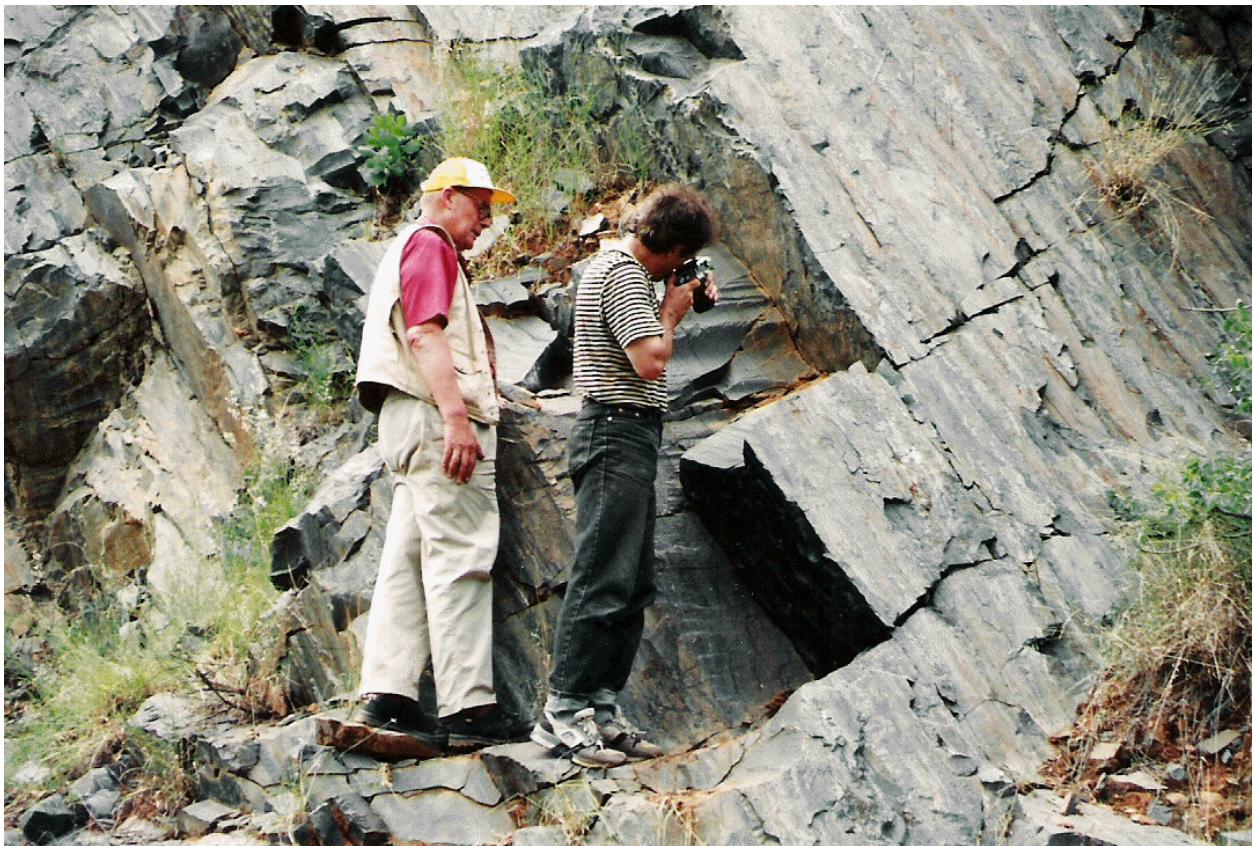


Fig. 1: Adolf Seilacher und Hans Luginsland besichtigen Rippelmarken in Swasilands 3 Ga alter Fig Tree Series

Das Buch ist in 15 Kapitel unterteilt, aber den Kern zum Verständnis des behandelten Stoffes stellen 75 im Text integrierte Tafeln dar, denen jeweils ausführliche Paragraphen mit Erläuterungen beigefügt sind. Literaturverweise befinden sich übrigens direkt nach der Einführung in jedes Kapitel, also vor der Erläuterung der jeweiligen Tafeln. Vermerkt sei hier nur kurz, dass Seilacher durchaus zur Aufrechterhaltung formaler Prinzipien neigt, denn jedes der 15 Kapitel enthält genau jeweils fünf Tafeln. Ausdrücklich weist Seilacher darauf hin, dass der Gebrauch und Nutzen des Buches eigentlich davon abhängt, inwieweit dem Leser eigenes Material an Spurenfossilien zur Verfügung steht, auf das die im Text dargestellten Hypothesen Anwendung finden können.

Nur am Rande werden im Buch übrigens die fossilen Spuren von Wirbeltieren behandelt, mit Ausnahme und praktisch zur Einführung in die Problematik nur die des aus dem Buntsandstein stammenden rätselhaften *Chirotherium* oder Handtiers, das schon das Interesse Alexander von Humboldts hervorgerufen hatte, dessen systematische Zugehörigkeit aber auch heute noch nicht restlos geklärt ist, wenngleich es sich mit großer Wahrscheinlichkeit dabei um einen mit Schwergewicht auf den Hinterbeinen laufenden Dinosaurier handelt.

Die jeweiligen Kapitel wenden sich folgenden spezifischen Themen der Paläoichnologie zu: 1. Vertebrate Tracks, 2. Arthropod Trackways, 3. Trilobite Burrows, 4. Arthropod Tunnel Systems, 5. Resting Traces, 6. Burrows of Short Bulldozers, 7. Burrows of Wormlike Bulldozers, 8. Burrows of Stripminers, 9. Arthrophycid Burrows, 10. Probers, 11. Deepsea Farmers, 12. Pseudo-Traces, 13. Earliest Trace Fossils, 14. *Cruziana* Stratigraphy, 15. Ichnofacies. Seilacher weist ausdrücklich darauf hin, dass das Buch keine taxonomischen Ambitionen hat, sondern sich mehr

darauf konzentriert, gut unterscheidbare und repräsentative Ichnogenera als Beispiele heranzuziehen.

Mehrfach verweist Seilacher darauf, dass sich die immer wieder auftauchende Frage nach der Identität eines „Täters“ oder Verursachers einer Spur leider nur selten beantworten lässt – manchmal im Vergleich mit anderen Vorkommen ähnlicher Art, aber häufig bleibt sie rein spekulativ. Darüber müssen wir laut Seilacher aber nicht verzweifeln, sondern mögen uns bei Bedarf der reinen Faszination fossiler Objekte hingeben. Denn faszinierend sind solche allemal: durch ihre Geschichte, aber auch durch die Formen, die aus dem zufälligen Zusammenwirken physikalischer und biologischer Prozesse entstanden sind. Abstrakter, reiner Kunstgenuss ist auch das Ausgangserlebnis vieler Wissenschaftler, nur geben sie sich meist damit nicht zufrieden (Seilacher, 1995). Und leider löscht die Wissenschaft im Gegensatz zur Kunst ihre Vergangenheit weitgehend aus, wenn nach einem wissenschaftlichen Umbruch Bücher, Zeitschriften und Sonderdrucke aus einer aktiven Bibliothek verschwinden und bestenfalls als ausrangiertes Archivmaterial darin verbleiben (Kuhn 1978, p. 453).

Adolf Seilacher hat mit diesem Buch einen Meilenstein zur Popularisierung der Orchideendisziplin Paläoichnologie innerhalb der Orchideenwissenschaft Paläontologie markiert – alle an diesem Fachgebiet Interessierten, seien es Wissenschaftler oder Laien, sollten ihm dafür nicht nur dankbar sein, sondern können sich jetzt mit neuem Elan den fossilisierten Hinterlassenschaften von Organismen zuwenden, nachdem diese meist selbst schon längst spurlos verschwunden und vergangen sind. Dieses Buch weist den Weg dazu.

Prof. Dr. Thomas Schlüter, Institut für Geowissenschaften, Universität Potsdam, Karl-Liebknecht-Straße 24, Haus 27, D-14476 Potsdam, oder von August 2009 an: Department of Geography, Environmental Sciences and Planning, University of Swaziland, Private Bag 4, Kwaluseni, Swaziland.

Email: thomas.schlueter2008@googlemail.com

Zitierte Referenzen:

- Kuhn, T. S. (1978): Bemerkungen zum Verhältnis von Wissenschaft und Kunst.- In: T. S. Kuhn, Die Entstehung des Neuen – Studien zur Struktur der Wissenschaftsgeschichte, suhrkamp taschenbuch wissenschaft **236**: 446-460; Frankfurt am Main.
- Seilacher, A. (1995): Fossile Kunst. Albumblätter der Erdgeschichte.- 1-48; Goldschneck-Verlag, Werner K. Weidert, Korb.

Hinweise für Autoren

Information zum Druck Ihrer wissenschaftlichen Arbeiten in der ***documenta naturae***:
Herausgeber: Dr. H.-J. GREGOR und ORR Dr. H. J. UNGER.

Voraussetzungen

Die Herausgeber drucken Manuskripte und Promotionsarbeiten (evtl. auch Diplom-Arbeiten), bei welch letzteren die Erlaubnis zum Druck vom Doktorvater bzw. der Fakultät vorliegen muss.

Form

Die Manuskripte sollen druckfertig im Format DIN A4 oder A3 geliefert werden (können aber auch gegen Aufpreis für den Druck mit einem Textverarbeitungsprogramm erfasst werden). Foto-Tafeln sind als Anhang vorzusehen, nicht im Text. Die Übergabe von Dateien auf Datenträger oder per e-mail mit Angabe des Erstellungsprogramms ist erwünscht.

Vorschriften für Schrifttyp etc. bestehen nicht (normalerweise Arial oder Times New Roman 12). Blocksatz ist erwünscht, aber auch eine zweispaltige Ausführung ist möglich.

Abwicklung

Die Arbeiten werden ab sofort begutachtet (z. B. auch vom Doktorvater) und können gleich nach Abgabe gedruckt werden (Druckzeit normalerweise 1-2 Wochen).

Die Herausgeber entscheiden Kopie- und Druckverfahren und Auflagenhöhe. Der Autor kann die Exemplare seiner Arbeit zum Selbstkostenpreis vom Verlag beziehen. Vier Exemplare müssen vom Autor einer Doktorarbeit kostenfrei an die Deutsche Bibliothek Frankfurt und die StaBi München abgegeben werden - dann ist die Arbeit mit einer ISBN und einer ISSN-Nummer international verfügbar.

Alle Anfragen speziell über die Herausgeber sind zu richten an:
Hrn. Dr. Gregor

Tel.: +49 (0) 8142-16463
e-mail: h.-j.gregor@t-online.de)

Ausführung

Es wird angestrebt, die ***documenta naturae*** zum günstigsten Preis anzubieten. Deshalb ist der Druck relativ einfach, wobei viel Wert auf die Gestaltung der Tafeln gelegt wird. Das Kostenrisiko liegt bei den Herausgebern. Kostenpunkt für den Doktoranden - nach Absprache, aber keine Verpflichtung.

Die Autoren können neuerdings über die Herausgeber die Dienste der VG Wort in Anspruch nehmen, d. h. dass ein bestimmter Betrag dieser Gesellschaft für den jeweiligen Autor zu seiner Veröffentlichung möglich ist.

Weitere Abmachungen werden jeweils extra getroffen.

Für besonders schnelle Erledigung von Spezialarbeiten, die schnell auf den Markt kommen sollen, sind wir (fast) unschlagbar!