

**DFG Ha 4318 /3-1**

**Rekonstruktion eines Paläo-Seesystems am UNESCO Weltkulturerbe  
Tsodilo Hills, Kalahari, Botsuana: MIS3 und MIS2 Ökosystemdynamik und  
Klima-, Wetter- und Umweltvariation, abgeleitet von  
Sedimentationsprozessen und Bioindikatoren**

Kai Hartmann & Frank Riedel, FB Geowissenschaften, FU Berlin

**Zusammenfassung**

Permanente Wasserflächen gehören in der Kalahari zu den Ausnahmen. Die Geologie und die heutigen Niederschläge verhindern eine langjährige Existenz von Seen. Dennoch gibt es eine Vielzahl von Becken, in denen im späten Pleistozän und im Holozän ausgedehnte Seen existierten und damit höhere Grundwasserspiegel und andere atmosphärische Bedingungen als heute anzeigen.

Ein hervorragendes Beispiel ist der Tsodilo See im nordwestlichen Becken des Okavango-Deltas in Botswana. Die gleichnamigen Berge umrahmen im Osten ein mindestens 30km<sup>2</sup> großes Becken mit oberflächennahen fossilreichen Seesedimenten. Die Tsodilo Berge sind wegen ihrer 4500 Felsmalereien und ihrer außerordentlichen archäologischen Bedeutung 2001 als „Louvre of the Desert“ zum UNESCO Weltkulturerbe erklärt worden. Seit über 100.000 Jahren ist menschliche Einfluss an diesem Ort dokumentiert. Erste oberflächliche Untersuchungen britischer Forscher zeigten, dass mindestens seit 40.000 Jahre bis zum Ende der letzten Glazialzeit zumindest zeitweise ein ausgedehnter See existiert hat, der den steinzeitlichen Menschen als Lebensgrundlage diente. Die gefundenen Fossilien geben dabei Auskunft über das Alter der Seeablagerung und die Wasserqualität. Die bisherigen Befunde geben aber weder Auskunft über die Größe des Sees noch über die hydro-klimatischen Bedingungen, unter denen der See existieren konnte.

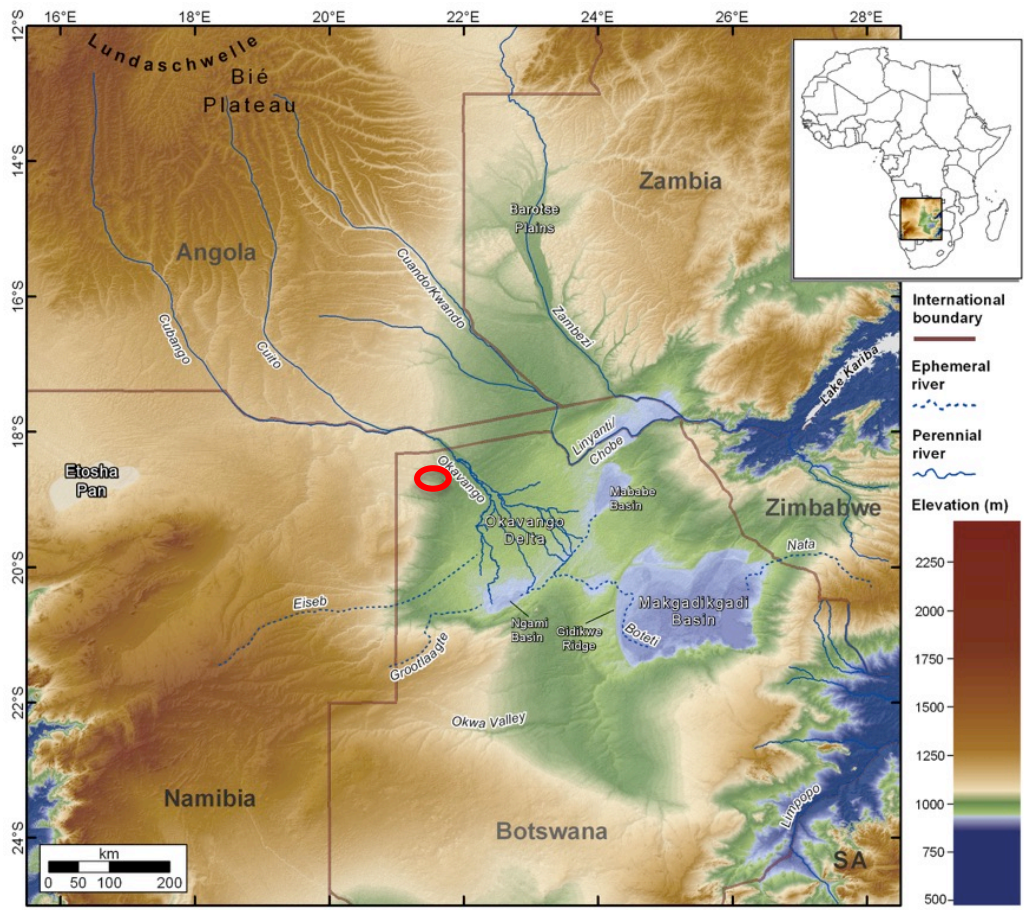
In diesem Projekt soll das Ökosystem des Tsodilo Sees und seiner Umgebung für den Zeitraum der letzten Eiszeit rekonstruiert und die hydro-klimatischen Rahmenbedingungen abgeleitet werden. Dabei werden die landschaftsprägenden Prozesse (fluviale Dynamik, Dünenbildung, etc.) aus einer geomorphologischen Analyse und den geochemisch-physikalischen Eigenschaften der Sedimente abgeleitet. Dabei liefern Analysealgorithmen für Korngrößenverteilungen eine Quantifizierung beteiligter Transportprozesse und geochemisch-mineralogische Analysen Informationen über den Wasserhaushalt. Isotopenanalysen an Gastropodenschalen geben Auskunft über die Saisonalität der Niederschläge und damit Hinweise auf die vorherrschenden atmosphärischen Zirkulationssysteme im südlichen Afrika während der letzten Eiszeit. Weiterhin geben Mikrofossilien (u.a. Gastropoden, Ostrakoden und Diatomeen) Auskunft über den Salzgehalt, Wassertiefe, -temperatur und Nährstoffgehalt. Hieraus kann gefolgert werden, welche Ressourcen der See geliefert hat und welche Gefahren er (z.B. Bilharziose-Risiko) für die Menschen dargestellt hat. Mittels Pollenanalyse soll die Vegetation im Einzugsgebiet des Sees rekonstruiert werden um sowohl Niederschlagsmengen und Temperatur als auch die Diversität und Dichte jagdbarer Säugetiere abzuschätzen.

## Abstract

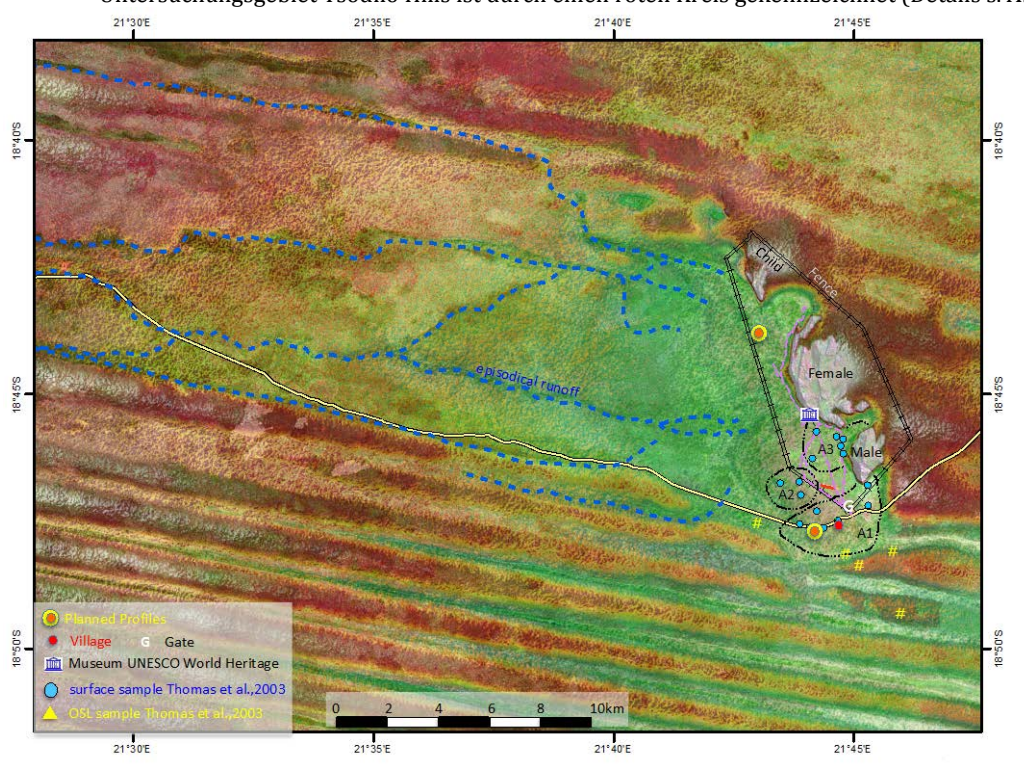
Natural permanent lakes are recently an exception in the Kalahari. The geology and precipitation inhibit a long lasting existence. However, during Late Pleistocene and Holocene time large lakes covered a considerable part of the recent semi-arid Kalahari basin. They indicate a much higher groundwater level from different climate conditions.

An outstanding example is the former Tsodilo lake in northwestern Botswana within the basin of the Okavango Delta. The correspondent small hill chain frame a ca. 30 km<sup>2</sup> wide basin with fossil-bearing lake carbonates to the east. With one of the highest concentrations of rock art in the world (4,500 rock painting over an area of less than 10 km<sup>2</sup>), Tsodilo has been called the 'Louvre of the Desert' and inscribed in the list of UNESCO World Heritage Cultural Sites in 2001. Human activities and environmental change are documented in and around the small hills. First superficially investigations of mostly British researcher revealed the existence of extensive lakes during time slices of some thousand years since ca. 40,000 years ago until the end of the last glacial time (Late Pleistocene). Obviously, these lakes provided the livelihood for the stone-age hunters and gatherers. Small lake fossils such as gastropoda and diatoms provided information of changing water quality and sedimentation age. But they weren't able to reconstruct either the maximum extents of the former lake or the hydro-climate conditions responsible for the long-term existence.

The aim of this project is a holistic reconstruction of the lake and its vicinity ecosystem dynamics as well as the responsible hydro-climatic preconditions. Hereby, geomorphological analyses and the geochemical/physical properties of the sediments will enable a reconstruction of processes (e.g. run-off, dune movement, etc.) affecting the former landscape. Therefore, e.g. statistical algorithms applied on high-resolution grainsize distributions are able to unravel settings and quantification of transport processes while multivariate geochemical/mineralogical data analyses will provide information about the water budget. Isotope data with intra-annual resolution from gastropoda shells reveal information about the seasonality of precipitation. The latter may indicate former predominant atmospheric circulation pattern in southern Africa. Microfossils (gastropoda, ostracoda, diatoms, etc.) will provide further information about water temperature, depth and nutrition content of the lake. This information will enable us to estimate the resources provided by the lake and the risks (e.g. bilharziosis) for the people lived around. Furthermore, reconstruction of vegetation from pollen analyses will enable an estimation of temperature and precipitation changes as well as a derivation of diversity and density of huntable wildlife.



**Abb.1:** DEM der Kalahari und der Einzugsgebiete der großen Flüsse (aus Riedel et al. 2014). Das Untersuchungsgebiet Tsodilo Hills ist durch einen roten Kreis gekennzeichnet (Details s. Abb.2).



**Abb.2:** Übersichtskarte des Untersuchungsgebiet am UNESCO Weltkultuererbe Tsodilo auf der Basis SRTM1 und Landsat ETM+Pan.



Das Kalahari-Research-Team aus **BIUST** und **Freier Universität Berlin** im ehemaligen Seebecken an den Tsodilo-Hills auf der Feldkampagne im August 2015 (v.l.n.r. stehend: B. Kgosidntsi; C. D. Ramotoroko; Frank Riedel; P. Tlale; Robert Wiese; J. Kaavera; A. Kandjou; B. Nthaba; Kai Hartmann; sitzend: K. Kavindama; Venise Bayer; Lasse Riedel)