

DATZ - Sonderheft

DM 16,80  
öS 120.—  
sfr 16,80

# Tanganjikasee

Ökologie, Biotopschutz, Reisen

Buntbarsche: Lebensräume,

Evolution, Verhalten, Importe

Interviews, Adressen,

Literatur



# Entwicklungsgeschichte des Tanganjikasee-Grabens

Der Tanganjikasee liegt in einem tektonischen Graben, der zum Ostafrikanischen Grabenbruchsystem gehört (McConnell 1972). Er ist ein langlebiger, tiefer See, der durch ein sehr schnelles Absinken des Grabenbodens entstanden ist und noch nicht vollständig mit Sedimenten aufgefüllt wurde.

Von Damien Delvaux \*)

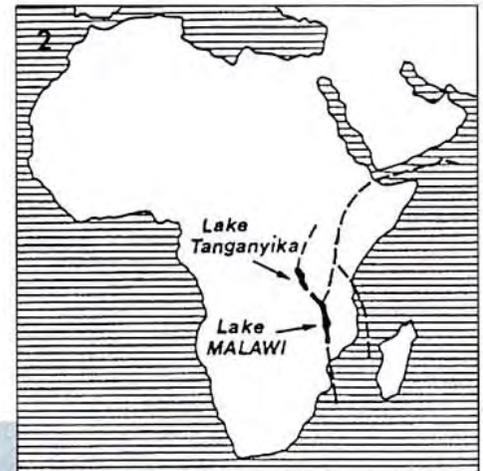
**D**er Tanganjikaseegraben ist geologisch instabil. Seine dynamische Entwicklung ist in erster Linie von tektonischen Prozessen beherrscht, die eine Öff-

nung des Grabenbruchs ausgelöst haben. Die tektonischen Bewegungen sind an den Hauptverwerfungen des Grabens lokalisiert; sie sind von einem relativen Absinken des Grabens und einem Aufsteigen der Grabenflanken begleitet. Eine dieser Flanken wird vom einzigen Ausfluß des Tanganjikasees in den Lukuga-Fluß durchschnitten. Als Folge dieses seitlichen Ausflusses wird das gesamte Seesystem durch fortlaufendes Anheben der Grabenflanken und Absinken des Seebodens kontrolliert. Dieser Prozeß wird nur teilweise durch Erosion des Überlaufes ausgeglichen, die tendenziell den Wasserspiegel absenkt und durch Sedimentation im Becken die Wassertiefe verringert. Im Gegensatz dazu fließt der aus dem Malawisee austretende Sire-Fluß in den Graben selbst, was in Einklang mit dem generellen Verlauf des Grabens steht. In diesem Fall wird die Höhe des Ausflusses durch ein Absinken des Seebeckens kontrolliert (Delvaux 1995).

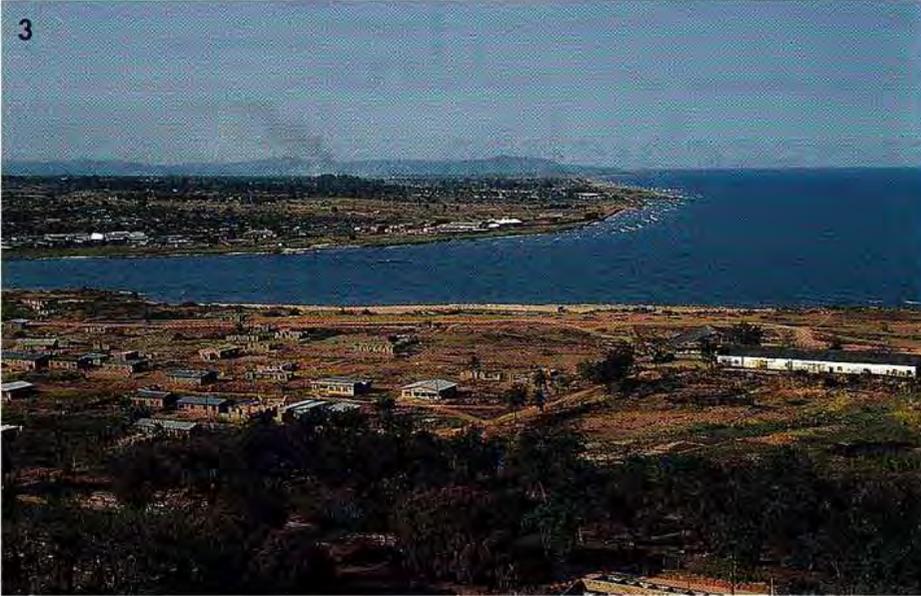
Das Kivu-Vulkangebiet ist ebenfalls für die Entstehung des Tanganjikasees verant-

wortlich, und mit jeder erneuten vulkanischen Aktivität erfolgt ein regionales Aufwölben. Dieser Faktor wirkt jedoch nur langsam und ist daher lediglich in geologischen Zeiträumen von Bedeutung.

Ein weiterer wichtiger Faktor, der den Seespiegel beeinflusst hat, sind Klimaänderungen. Der Tanganjikasee fließt zur Zeit in den Lukuga-Fluß; während früherer Trockenperioden sank der Wasserspiegel jedoch weit unter die gegenwärtige Ab-



**1** Der Rusizi entwässert den Kivusee erst seit etwa 10000 Jahren in den Tanganjikasee; der Wasserchemismus unterscheidet sich grundlegend von den übrigen Zuflüssen des Tanganjikasees. **2** Das Ostafrikanische Grabenbruchsystem.



**3 Der Lukuga bei Kalemie ist der einzige Ausfluß des Tanganjikasees.**

160 Kilometern Länge und 30 bis 60 Kilometern Breite unterteilt werden. Diese Halbgraben, die im Kartenmaßstab gekrümmt sind, sind von Randverwerfungen begrenzt und bestehen vornehmlich aus Abschiebungen. Jede Halbgraben-Einheit ist von der benachbarten durch Zonen getrennt, in denen schiefe Horizontalverschiebungen vorherrschen, die die tektonischen Spannungen aufnehmen. Eine Rekonstruktion der tektonischen und stratigraphischen Geschichte des Sees zeigt bedeutende Verschiebungen der Lage der Depotzentren im Laufe der Aufspaltung. Der Graben scheint aus einzelnen, begrenzten Teilgebieten hervorgegangen zu sein, wobei die zuerst entstandenen Gräben entlang eines Prä-Grabenzuges angeordnet sind, der schräg zum heutigen Grabenverlauf steht.

Sander & Rosendahl (1989) haben den Tanganjikaseegraben in vier durch Höhenzüge voneinander getrennte Gebiete und Ablagerungsräume unterteilt: Rusizi-Graben, Ubwari-Höhenzug, Kigoma-Graben, Mahale-Höhenzug, Kalemie- und Mpulungu-Graben.

### Die Gestalt des Tanganjikaseegrabens

Die erste bathymetrische Karte des Tanganjikasees wurde von Capart (1949) erstellt, die später vor allem durch Echolot-Profile des GEORIFT-Projekts von Elf Aquitaine verbessert wurde. Morphologisch wird der Tanganjikaseegraben in drei Hauptgräben (nördlicher, mittlerer und südlicher) unterteilt, die ihrerseits nochmals in sieben Unter-Gräben unterteilt werden. Sie sind ebenso wie die randlichen Hauptverwerfungen an einer oder an beiden Seiten durch steile Flanken begrenzt. Der nördliche Graben ist vom mittleren durch den unterseeischen Ubwari-Rücken getrennt, der mittlere vom südlichen durch den in Verlängerung der Mahale-Berge liegenden Kalemie-Mahale-Rücken. Dieser Aufbau des Seebekens spiegelt relativ genau die unter dem sedimentären Becken liegende tektonische Struktur wider.

Entlang der randlichen Hauptverwerfung sind die Seeufer generell felsig, während die Ufer entlang der Seerücken meist sandig sind. Am südlichen Ende der Mahale-Berge wurde durch Wellen und Wind eine lange und leicht gekrümmte Sandbank gebildet. Hinter der Sandbank haben sich sumpfige Tümpel gebildet, die vom offenen See isoliert sind. Diese Situation läßt sich gut mit derjenigen in Matema am nördlichen Ende des Malawi-/Nyasa-sees vergleichen. Anlässlich neuerer Unter-

flußhöhe. Im Vergleich mit tektonischen Einflüssen laufen klimatische Schwankungen rascher ab und haben stärkere Auswirkungen.

In diesem Artikel, der auf neueren Untersuchungen beruht, stellen wir kurz eine Übersicht über die Geologie, die Entwicklung des Tanganjika-Grabenbruchs sowie die Hydrographie und Wasserspiegelschwankungen im Laufe der Zeit vor.

### Westlicher Arm des Ostafrikanischen Grabenbruchsystems

Der westliche Arm des Ostafrikanischen Grabenbruchsystems setzt sich aus einer Serie von tiefen Furchen zusammen, die einen typischen tektonischen Graben bilden. Dieser der Form nach geschwungene Graben begrenzt den Tansania-Kraton gegen Westen. Die Gräben sind mit mächtigen pliozänen bis quartären Ablagerungen angefüllt, in denen Mobutu- (Albert-), Idi-Amin- (Eduard-), Kivu-, Tanganjika-, Rukwa- und Malawisee liegen. Der Graben ist in 60 bis 100 Kilometer lange, vorwiegend asymmetrische Becken (Halbgraben-Einheiten) unterteilt, von denen der jeweilige Rand durch steile Abschiebungen mit starkem vertikalen Versatz begrenzt ist. Die Becken waren ursprünglich isoliert und sind nun durch der Länge nach voranschreitende Randverwerfungen miteinander verbunden (Ebinger 1989 a).

Tertiärer Vulkanismus kommt in vier isolierten Gebieten am westlichen Grabenbruch vor (Toro-Ankole, Virunga, Kivu und Rungwe), die die größeren Gräben des Rifts unterteilen. Zwischen Vulkanismus und Entstehung der Verwerfungen zu Beginn der Entwicklung des kontinentalen Grabenbruchs wird eine enge Beziehung diskutiert (Ebinger 1989 a; Pasteels et al. 1989). Der

Vulkanismus begann vor zwölf Millionen Jahren (Miozän) im Kivu-Vulkangebiet am nördlichen Ende des Tanganjikasees (Ebinger 1989 b). Im Rungwe-Gebiet (zwischen Rukwa- und Malawisee) setzte der Vulkanismus im späten Miozän, vor 8,6 Millionen Jahren, ein (Ebinger et al. 1993). Eine zweite Phase vulkanischer Aktivität, die nach wie vor andauert, begann im späten Pliozän.

### Struktur und Entwicklung des Tanganjikasee-Grabens

Der Tanganjikasee erstreckt sich über eine Länge von 650 Kilometern; er ist bis zu 70 Kilometer breit. Die Seeoberfläche liegt auf 773 Metern über dem Meer. Das Grabengebirge erreicht Höhen von über 2000 Metern über NN; die maximale Seetiefe beträgt 1470 Meter. Der Tanganjikasee-Graben ist mit 4000 bis 5000 Meter mächtigen Sedimenten gefüllt. Der vertikale Versatz zwischen der vom Grabengebirge gebildeten Hochebene und der Basis der Grabensedimente beträgt demnach 7400 bis 8500 Meter.

Der Beginn der „Aufspaltung“ des Tanganjikasees wird je nach verwendeter Methode und betrachtetem Gebiet auf das späte Miozän bis Pliozän datiert. Die Bildung des zentralen Grabens begann nach Cohen et al. (1993) vor ungefähr neun bis zwölf Millionen Jahren, die des nördlichen Grabens vor etwa sieben bis acht Millionen Jahren und die des südlichen Grabens vor zirka zwei bis vier Millionen Jahren.

Die Geometrie dieser „Spaltung“ innerhalb des Tanganjikasees wurde anhand der PROBE-Mehrkanal-Reflexionsseismik interpretiert (Sander & Rosendahl 1989). Das Gebiet des Tanganjikaseegrabens hat eine komplexe strukturelle Vergangenheit. Es kann in Halbgraben-Einheiten von 80 bis

suchungen wurden mehrere aktive und fossile hydrothermale Lagerstätten entdeckt (Tanganhydro Group 1992). Eine fossile hydrothermale Lagerstätte mit Travertin-Vorkommen ist von den Kilipi-Inseln bekannt. Aktive unterseeische hydrothermale Lagerstätten wurden in Pemba und am Cape Banza im nördlichen Graben im Kongo entdeckt.

## Hydrographie

Der axial entwässernde Rusizi-Fluß fließt gegenwärtig aus dem Kivusee, der seine Hauptspeisung bildet. Im Tanganjikasee selbst verdunsten über 90 Prozent des gesamten Wasserzuflusses, wobei der Rest über den Lukuga ins Lualaba-Becken entwässert (Degens et al. 1971). Das größte Entwässerungssystem des Tanganjikaseebeckens ist der Malagarasi-Fluß. Der Rusizi-Fluß war nur im Holozän, während der letzten 10000 Jahre, bedeutsam, als ein Lavaström im Virunga-Vulkanfeld einen Damm am nördlichsten Ende des Kivusees bildete und so den Abfluß zum Eduardsee blockier-

te. Dadurch wurde das Wasser des Kivusees über den Rusizi zum Tanganjikasee umgeleitet (Peeters 1957). Mehrere Legenden ranken sich um dieses Ereignis.

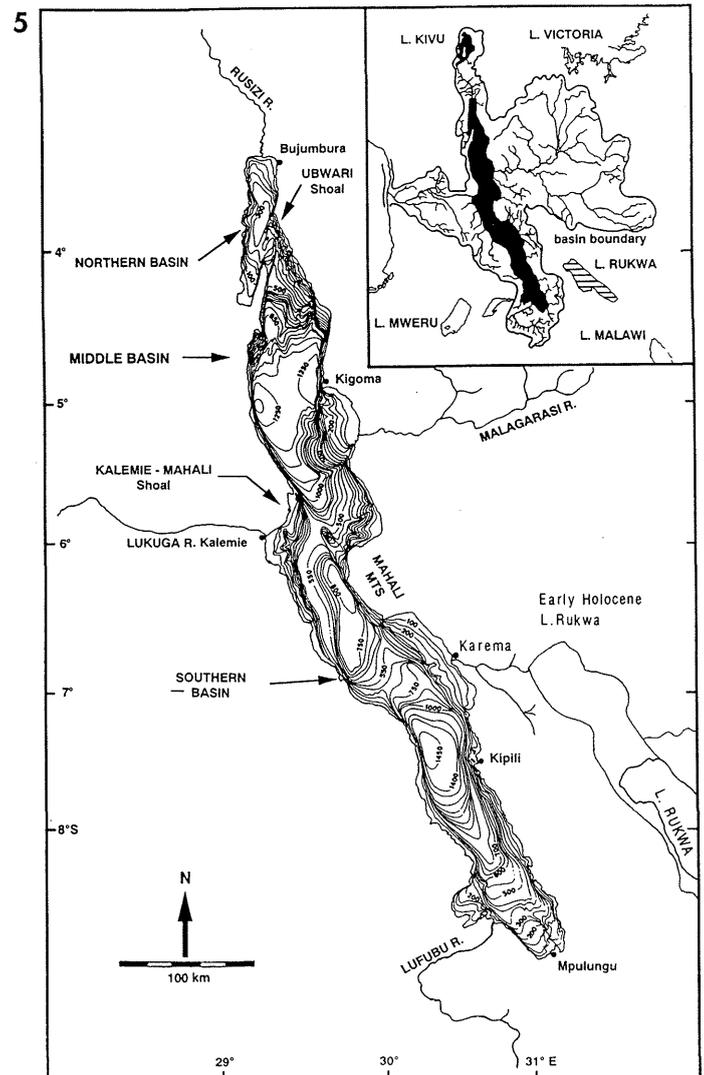
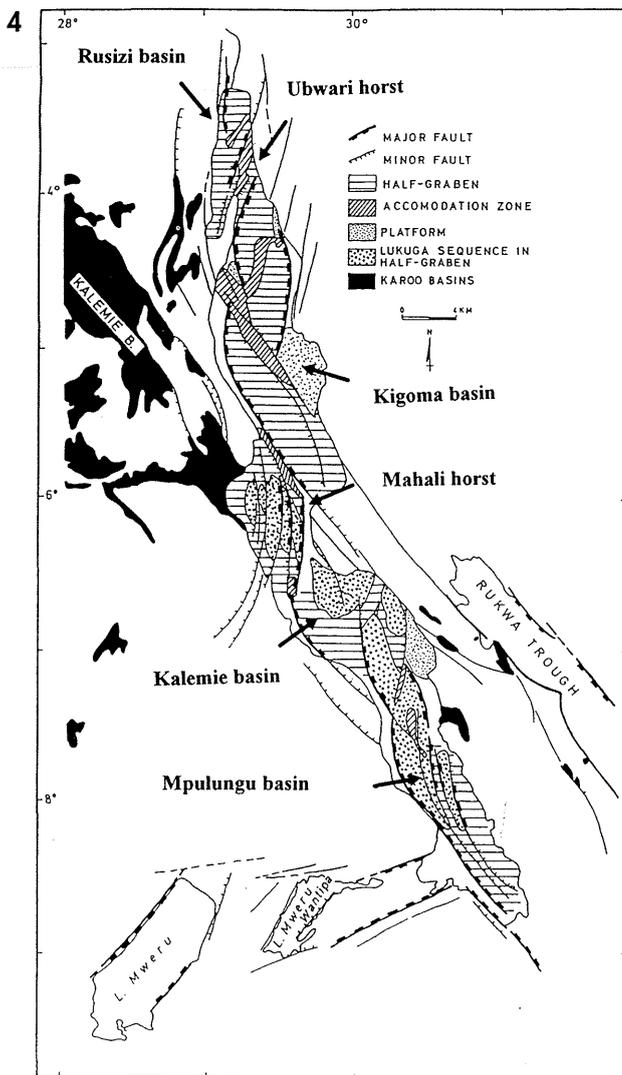
Während des zentralafrikanischen Klima-Optimums im späten Pleistozän / frühen Holozän (12000 bis 9000 Jahre vor heute) vergrößerte sich das hydrographische Tanganjikaseebecken durch Verbindung mit dem hydrographischen Rukwaseebecken. Der Spiegel des Rukwasees stieg um 200 Meter und erreichte damit die Höhe der Wasserscheide zwischen den hydrographischen Systemen des Rukwa- und Tanganjikasees. Das überschüssige Wasser des Rukwasees floß zum Nkamba-Fluß ab, der bei Karema in den Tanganjikasee mündete (Delvaux et al. 1998). Damit war ein Weg für mögliche Einwanderungen von endemischen Arten aus dem Rukwasee in den Tanganjikasee möglich (Diatomeen, Fische...).

Während einer langen Zeitspanne hatte der Tanganjikasee keinen permanenten Abfluß, da der Lukuga je nach Wasserhaushalt entweder in den See hinein oder aus ihm

heraus floß. Während der letzten 125 Jahre wurden rasche Seespiegelschwankungen mit einer maximalen Amplitude von zwölf Metern registriert (Livingstone 1965; Degens et al. 1971; Bergonzini 1995). Vor 1878 hatte der See keinen Abfluß, so daß der Seespiegel allmählich bis zu einem Maximalstand von 783,6 Metern anstieg. Ursache hierfür war ein natürlicher Damm, der den Lukuga-Fluß blockierte.

Als größere Wassermassen in den Jahren 1877–1878 über diese Barriere ausflossen, wurde sie jedoch rasch zerstört. Der Wasserspiegel sank in der Folge schnell, bis er 1894 einen Minimalstand von 772,5 Metern erreichte (Bergonzini 1995). Seitdem entwässert der Tanganjikasee in den Luku-

**4 Geologische Struktur des Tanganjikasee-grabens (nach Delvaux 1991).**  
**5 Hydrographie und Bathymetrie des Tanganjikasee- und Rukwasee-Beckens; Bathymetrie des Tanganjikasees aus GEORIFT (nach Rolet et al. 1991 und Delvaux et al. 1998).**



**6 Steil abfallende Küstenregionen kennzeichnen die Flanken des Tanganjikaseegrabens. Fotos: H. H. Büscher**



ga. Spuren dieser höheren Seespiegelstände sind heute noch leicht an felsigen Uferpartien zu erkennen. Die Sockel der sichtbaren Felsen sind von einer dünnen mineralischen Schicht bedeckt und besitzen nur selten eine voll entwickelte Vegetation.

**Seespiegelschwankungen**

Die Entwicklungsgeschichte des nördlichen Tanganjikaseegrabens und des Mpulungugrabens in Sambia im Spät-Tertiär wurde durch verschiedene refraktionsseismische Studien an Sedimenten und durch die Analyse von Flachwasser-Bohrkernen untersucht (Tiercelin et al. 1988; Mondeguer et al. 1989; Lezzar et al. 1996; Cohen et al. 1997). Diese Studien ermöglichten eine fein abgestufte Rekonstruktion der Paläogeographie und der Seespiegelschwankungen, wobei wichtige zeitliche Veränderungen in der Paläo-Umgebung nachgewiesen werden konnten.

Gegenwärtig ist der Seespiegel im Gleichgewicht mit dem Niveau des Überlaufes, so daß der See fortwährend in den Lukuga-Fluß entwässert. Für einen historischen Höchststand des Seespiegels auf 55 Metern oberhalb des gegenwärtigen Standes gibt es nur wenige Anhaltspunkte (Ilunga 1984); die beobachteten paläolakustrinen Ablagerungen könnten auch auf ein erosionsbedingtes Absinken des die westliche Grabenflanke durchquerenden Überlaufes hinweisen. Zahlreiche Indizien deuten jedoch auf einen Tiefstand in der Seegeschichte. Im nördlichen Becken stellten

Lezzar et al. (1996) sechs Hauptphasen der sedimentären Entwicklung fest, die vom späten Miozän (etwa 7,4 Millionen Jahre) bis in die Gegenwart durch tektonische Aktivitäten und Klimaschwankungen beeinflusst wurden.

Sie benutzen seismische Daten, um die Paläo-Topographie und den Paläo-Seespiegel zu rekonstruieren. Durch Kombination von seismischen Daten und <sup>14</sup>C-Datierungen von Bohrkernen aus dem Flachwasser ermittelten sie sowohl das Alter als auch das Niveau des Seetiefstandes. Anhand ihrer Rekonstruktionen scheint die Tektonik vor allem für langfristige Vorgänge bedeutsam gewesen zu sein, während Klimaschwankungen eher einen kurzfristigen und ausgeprägten Einfluß gehabt haben. Der tektonische Einfluß war offensichtlich zu Beginn

des See gültig, während der tektonische Einfluß von Gebiet zu Gebiet in Intensität und Zeitpunkt variieren kann.

Für das späte Pleistozän wiesen Tiercelin et al. (1988) im Mpulungugraben zwei durch einen geringfügig tieferen Wasserspiegel getrennte Seehochstände vor 25000 bis 17000 Jahren und vor 12500 bis 5000 Jahren nach. Der Seetiefstand wird mit der in Ostafrika während der letzten Eiszeit herrschenden Trockenperiode in Verbindung gebracht. Der letzte Seehochstand wird mit dem letzten Klimaoptimum während des Überganges Pleistozän-Holozän in Beziehung gesetzt. Genau während dieser Periode stieg der Wasserspiegel des Rukwasees um 200 Meter und entwässerte in den Tanganjikasee. Etwa vor 11000 Jahren wurde eine Schicht vulkanischer Asche aus dem Rungwe-Vulkanzentrum im südlichen Teil des Mpulungugrabens abgelagert.

wichtig, während das Klima die dominante Einflußgröße im Pleistozän darstellte. Allerdings könnte das auch nur ein Effekt der Zeitskala und des Auflösungsvermögens der verwendeten Methoden sein. Die klimatisch bedingten Änderungen des Wasserspiegels und der Paläo-Morphologie sind offensichtlich für den gesam-

**Schlußfolgerungen**

Die dynamische Entwicklung des Tanganjikasees wird primär von geologischen Prozessen gesteuert, die für die Entwicklung des westlichen Armes des Ostafrikanischen Grabenbruchs verantwortlich sind. Vulkanismus, Verwerfungs- und Hebungsvorgänge, Erosion an den Grabenflanken, Bodensenkungen und Sedimentation im Graben sowie die zeitliche Steuerung tektonischer Aktiv- oder Ruhephasen sind alle mit dem Mechanismus der Grabenbruchbildung der Afrikanischen Platte verbunden. Entwicklung, Erosion und Sedimentation innerhalb des Sees sind zudem von Klimaschwankungen abhängig. Die Einzigartigkeit des Tanganjikasees entstand aus dem Zusammenwirken all dieser Prozesse.

**7 Wasserspiegelschwankungen des Tanganjikasees nach den Ergebnissen von Lezzar et al. 1996. Abbildungen: D. Delvaux**

