

# forschung

Das Magazin der Deutschen Forschungsgemeinschaft



3/2008 ▶ Seen in der Sahara ▶ Der Komponist mit dem Januskopf ▶ Signale aus Dahlem ▶ Grenzen überwinden, Freiräume schaffen ▶ Zürcher Zuteilung ▶ Am seidenen Faden der Reproduktion



## Im Querschnitt

### Erlebnis Mathematik

Ausstellungen, Vorträge und Mitmach-Aktionen: Der Wissenschaftssommer in der Leipziger Innenstadt und die „MS Wissenschaft“ auf Deutschlands Flüssen und Kanälen boten farbige Einblicke in die Welt der Mathematik – viele DFG-Projekte waren dabei. **Seite 26**

### Stelldicke für Europas Forscher

Mit dem dritten Euroscience Open Forum (ESOF) fand das größte interdisziplinäre Treffen der europäischen Wissenschaft in Barcelona statt. Die Resonanz war überwältigend. **Seite 28**

### Exzellenzinitiative: Vor der nächsten Runde

DFG und Wissenschaftsrat haben Eckpunkte für eine Fortführung vorgelegt. Kerngedanke: mehr Wettbewerb und Flexibilisierung. **Seite 30**



Foto: Kröpelin

Mitten in der Sahara: Eine aus zwei Schlauchbooten zusammengebaute Bohrplattform erreicht das Ufer des Yoa-Sees von Ounianga Kebir im Tschad. Die Forscher haben einen neuen Sedimentkern vom Grund des Sees gewonnen.

## Der Kommentar

Matthias Kleiner

**Faszination Forschung** ..... **S. 2**  
Big Science und Basis: Was Teilchenbeschleuniger und Koselleck-Projekte verbindet

## Naturwissenschaften

Stefan Kröpelin

**Seen in der Sahara** ..... **S. 4**  
Wüstengewässer und ihre Sedimente als Schlüssel zur Klimageschichte

## Geisteswissenschaften

Ulrich Konrad

**Der Komponist mit dem Januskopf** ..... **S. 10**  
Musikalisches Schaffen unterm Hakenkreuz – das Beispiel Winfried Zillig

## Jahresversammlung 2008

Rembergt Unterstell

**Signale aus Dahlem** ..... **S. 14**  
Forschung muss Barrieren zwischen Fächern, Nationen und Geschlechtern abbauen

## Exkurs

Matthias Kleiner

**Grenzen überwinden, Freiräume schaffen** ..... **S. I–VIII**  
Ansprache des DFG-Präsidenten auf der Festversammlung 2008

## Biowissenschaften

Alexander Henke, Caroline Michel und Jörg Gromoll

**Am seidenen Faden der Reproduktion** ..... **S. 18**  
Wie Hormone die Fortpflanzung regulieren

## Jahr der Mathematik 2008

Friedrich Pukelsheim

**Zürcher Zuteilung** ..... **S. 22**  
Ein innovatives Wahlverfahren aus der Werkstatt der Mathematik

## forschung unterwegs

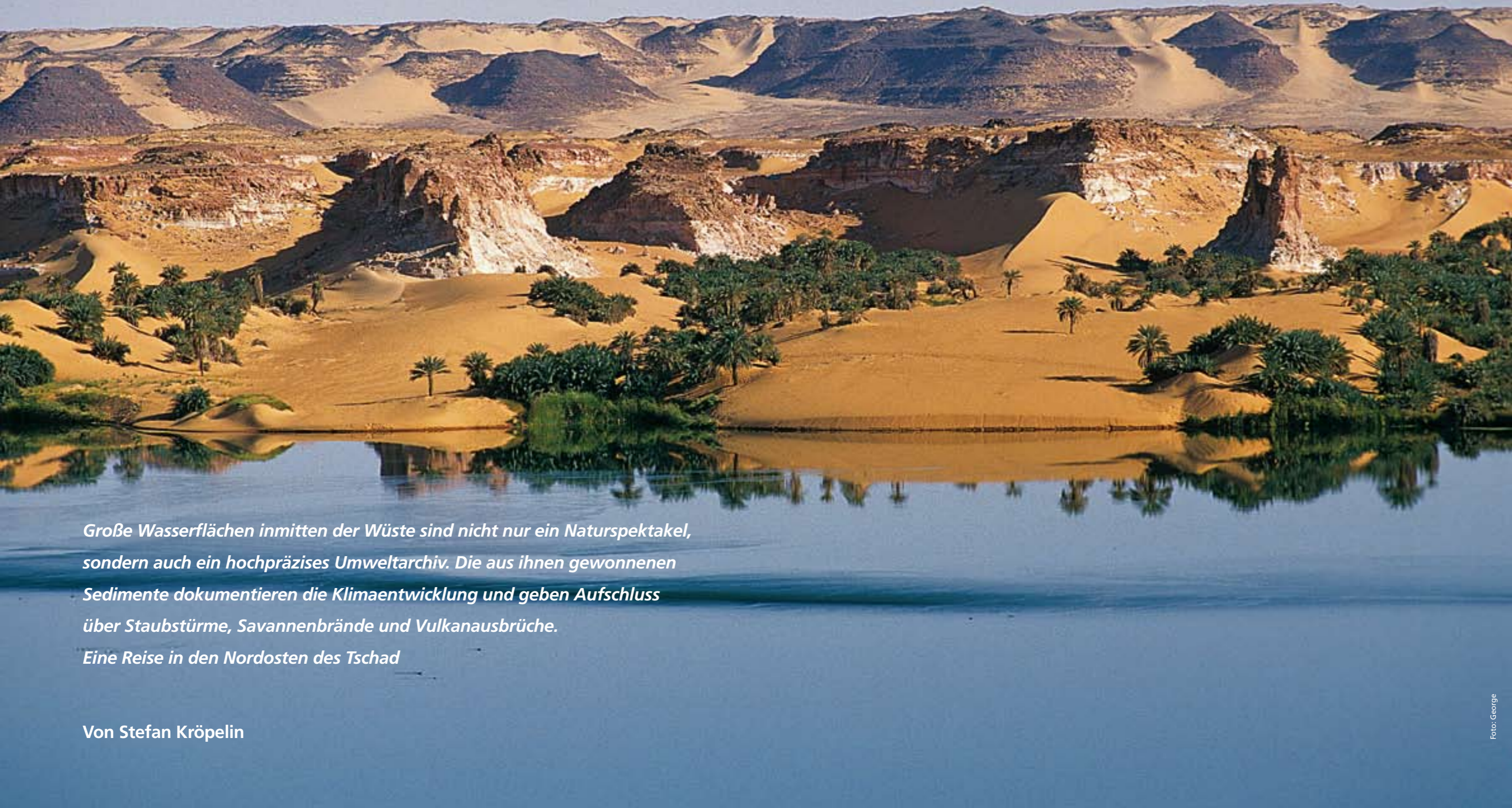
Hans-Dieter Bienert

**Aufbruch in Zentralasien** ..... **S. 25**  
Neue Wege in der Kooperation mit Kasachstan und Usbekistan

## Querschnitt

**Nachrichten und Berichte aus der DFG** ..... **S. 26**

# Seen in der Sahara



*Große Wasserflächen inmitten der Wüste sind nicht nur ein Naturspektakel, sondern auch ein hochpräzises Umweltarchiv. Die aus ihnen gewonnenen Sedimente dokumentieren die Klimaentwicklung und geben Aufschluss über Staubstürme, Savannenbrände und Vulkanausbrüche.*

*Eine Reise in den Nordosten des Tschad*

Von Stefan Kröpelin

Mit dem Kanu geht es hinaus auf den Salzsee. Dort ist eine aus zwei Schlauchbooten und Holzbrettern bestehende Bohrplattform verankert, die über mehrere tausend Kilometer durch die libysche und ägyptische, dann sudanesishe und tschadische Wüste bis zu ihrem Einsatzort transportiert worden ist.

Jetzt, am Nachmittag, ist der beständig wehende Passatwind etwas zur Ruhe gekommen, und die Sonne brennt weniger gleißend vom Himmel. Um sicher zu sein, in einer der windreichsten Gegenden der Sahara bei aufkommendem Sturm auch wieder an Land zu gelangen, ist die Plattform an einem 400 Me-

am Seeboden hineinzudrücken und dann am schweren Gestänge Meter für Meter so vorsichtig heraufzuziehen, dass der kostbare Bohrkern nicht herausfällt. Auf diese Weise werden bis zu 9 Meter lange Sedimentkerne gewonnen, die alle eine millimeterdünne Feinschichtung auszeichnet.

Während frühere Untersuchungen an den Seeablagerungen in den ägyptischen und nordsudanesischen Wüsten die Klimageschichte der letzten Feuchtzeit in der Sahara zwischen etwa 10 000 und 1500 v. Chr. rekonstruieren konnten, existieren für die Folgezeit praktisch keine Daten. Doch diese Hinweise zum Umwelt- und Klima-

nis um die größten Seen der Sahara zu lüften, wurde erst Anfang 1999 in Zusammenarbeit mit Uwe George vom GEO Magazin eine fünfjährige Expedition gestartet, die das Gesicht und „paläoklimatische Profil“ der Seen von Ounianga und der angrenzenden Gebiete erkunden sollte.

Der vier Quadratkilometer große Yoa-See von Ounianga Kebir liegt inmitten der tschadischen Sahara. Regen fällt hier fast nie, während die jährliche Verdunstung einen Weltrekord von über 6000 Millimetern erreicht – etwa das 2000-fache der örtlichen Niederschläge. Die Verdunstungsverluste, die etwa dem Wasserverbrauch der Millio-

Ab lagerungsbedingungen, auch in einer Oase der Extremwüste. Die Beobachtung unterstützte die Annahme, dass der Boden des Yoa-Sees ein bis in die Gegenwart reichendes Umwelt- und Klimaarchiv vermutlich des gesamten Holozäns, also der bisher 12 000 Jahre dauernden Nacheiszeit, birgt.

Die Entdeckung dieses vollständig erhaltenen Klimaarchivs führte zu einem neuen Tschad-Projekt im Rahmen des Sonderforschungsbereichs 389 „Kultur- und Landschaftswandel im ariden Afrika“ (ACACIA). Nach umfangreichen Vorbereitungen mit der Partnerbehörde in der tschadischen Hauptstadt N'Djaména und einer drei

reicht, und es wurden bis zu 9 Meter lange Bohrkern gezogen, bis eine stärker verfestigte Schicht ein weiteres Vordringen verhinderte. Auch dieser lange Sedimentkern wies eine durchgehende Feinschichtung auf, die nach Radiokarbondatierungen und Auszählungen die letzten 6000 Jahre in jahreszeitlicher Auflösung erfasst. Diese Datenbasis stellt das bisher vollständigste und genaueste Klimaarchiv der Sahara für das mittlere und späte Holozän dar.

Die laufenden Laborarbeiten, an spezialisierten Laboratorien im In- und Ausland durchgeführt, umfassen sedimentologische und geochemische Untersuchungen.

kriegerischen Konflikten der Zeitgeschichte in bisher unerreichter Genauigkeit.

Die Ergebnisse beleuchten auch die klimatischen und ökologischen Grundlagen für die prähistorische Siedlungsgeschichte in der Region. Vor allem aber bieten sie eine Antwort auf die Frage, ob und wie aus Bohrkernen des Meeres und des Eises abgeleitete Klimaereignisse und Klimaschwankungen Gültig-

Links: Der Boku-See, gespeist aus fossilem Grundwasser, im heute versandeten Becken von Ounianga Serir. Der Süßwassersee trotz seit 4000 Jahren der Austrocknung. Daneben: Massive Ablagerungen aus dem frühen Holozän.



Lagerplatz in der Sahara: Mit Expeditionsfahrzeugen und schwerem Gerät sind die Forscher in den Tschad gekommen. Daneben: Auf dem Yoa-Salzsee von Ounianga Kebir wird eine Bohrplattform verankert. Die gewonnenen Sedimentkerne (links und rechts am Seitenrand) sind ein Spiegel der Klimageschichte.

ter langen Seil mit einer Palme am Ufer verbunden.

Das Wasser an der Bohrstelle ist 26 Meter tief. Die Wellen schaukeln die Boote und sind schnell vom überschwappenden Salzwasser mit einer weißen Schicht überzogen. Es erfordert viel Geschick und Handarbeit, den Stechzylinder in dem 35 Meter langen Bohrrohr Stück für Stück tiefer in die Ablagerungen

wandel in der größten Wüste der Erde sind von großem Wert – für Aussagen zur jüngeren Dynamik von Trockengebieten oder für Klimamodellierungen im Rahmen der „Global Change“-Programme.

Der Nordosten des Tschad, verkehrstechnisch entlegen und von einer lebensfeindlichen Umwelt geprägt, ist bis heute die unbekannteste Region der Sahara, wenn nicht ganz Afrikas; hinzu kommt die notorisch instabile Sicherheitslage im Land. Auch die Seen von Ounianga sind seit ihrer Entdeckung durch den französischen Militärgeografen Jean Tilho im frühen 20. Jahrhundert kein Feld geowissenschaftlicher Forschung gewesen. In der Hoffnung, das Geheim-

nisstadt Köln entsprechen, werden ausschließlich durch den unterirdischen Zufluss fossilen Grundwassers ausgeglichen. Lotungen in dem äußerst salzigen Seewasser ergaben maximale Tiefen von 26 Metern.

Um die Beschaffenheit der Ablagerungen am Seegrund zu bestimmen, wurde mithilfe eines an einem Drahtseil hängenden Stechzylinders eine erste Probe genommen. Der 50 Zentimeter lange Sedimentkern zeigte millimeterdünne Schichten mit einem charakteristischen Gefüge, das offenbar auf Winter- und Sommerphasen zurückging. Das Entstehen einer solchen Feinschichtung erfordert außergewöhnlich konstante

Monate beanspruchenden Überführung der Fahrzeuge und des Bohrgeräts von Deutschland in die Sahara begannen im Dezember 2003 die ersten Studien vor Ort. Mit einer speziellen Metallzylinder-Bohrrichtung konnten dabei bis zu 4,5 Meter lange Bohrkern aus dem Seeboden geborgen werden, die die letzten 2600 Jahre detailliert dokumentieren.

Die sich anschließende Geländekampagne im Herbst 2004 ermöglichte mit einer 35 Meter langen Bohrrichtung das tiefere Eindringen in die zunehmend verfestigten Sedimente. Bei einer Wassertiefe von 26 Metern war die Grenze der Leichtbohrtechnik er-

Dazu gehören auch hochauflösende Bildanalysen, Alters- und Isotopenbestimmungen sowie detaillierte Auswertungen des Gehalts an pflanzlichen und tierischen Mikrofossilien. Die rund 12 000 hauchdünnen „Lagen“ erlauben nicht nur lückenlose Aussagen über den Klimaverlauf und die Entwicklung der Ökosysteme des Wassers und der Erde in der Sahara. Sie liefern auch jahresgenaue Informationen über Naturereignisse wie schwere Staubstürme, Savannenbrände und Vulkanausbrüche oder über das erste Auftreten bestimmter Nutzpflanzen, zum Beispiel der Dattelpalme. Die Angaben umfassen damit das Mittel- und Spätholozän bis zu den modernen Nukleartests und

keit für den kontinentalen afrikanischen Wüstengürtel besitzen. Darüber hinaus können sie helfen, computergestützte Klimamodelle zu überprüfen und damit globale Klimaprognosen zu verbessern.

Auch die 40 Kilometer östlich von Ounianga Kebir (arabisch kebir = groß) gelegene Senke von Ounianga Serir (arabisch serir = klein) zählt mit ihren Seen zu den landschaftlich schönsten als auch wissenschaftlich interessantesten Orten der Sahara. In einer nahezu regenlosen Region ist schon die bloße Existenz dieser Seen bemerkenswert. Wie beim Yoa-See ist deren Vorhandensein nur dem permanenten Zustrom fossilen Grundwassers zu verdanken, das während der letzten Feucht-

zeit aufgefüllt wurde. Gemeinsam mit Ounianga Kebir stellen die Seen Überreste des frühholozänen „Mega-Tschad-Systems“ dar, des einst ausgedehntesten Binnensees der Erde. Auch wenn alle Wasserflächen der Sahara aufgrund anhaltender Austrocknung, fallender Grundwasserspiegel und vorrückender Dünen ihrer baldigen Verlandung entgegensehen, werden sie bei weiter anhaltendem Grundwasserzuström noch zumindest einige Jahrhunderte überdauern.

**W**ährend der letzten Jahrtausende haben die stetig wehenden Nordostpassate lange Sandzungen in das Becken getrieben. Diese haben den einst zusammenhängenden Süßwassersee in 15 kleinere Seen geteilt, die eine Gesamtfläche von etwa 20 Quadratkilometern aufweisen. Bis auf den zentralen Salzsee (Teli) sind sie weitgehend, zum Teil sogar vollständig von schwimmenden Schilfmatten bedeckt, wodurch die Verdunstung deutlich reduziert wird.

Der offene Zentralsee verdunstet dagegen weitaus stärker und wirkt dadurch wie eine gigantische Verdunstungspumpe, die hier den niedrigsten Seespiegel verursacht. Als Folge dieses Niveaufalles wird stetig frisches Süßwasser aus den höher gelegenen Seen durch die durchlässigen Dünenkörper angezogen.

Dieser Mechanismus erklärt auch die Existenz von Süßwasserseen – ein Paradox unter den klimatischen Bedingungen der Sahara, wo in der Regel aufgrund der hohen Verdunstung eine rasche Versalzung eintritt. Das macht das ökologische System von Ounianga Serir einzigartig. Vergleichbare Süßwasser-Ökosysteme sind weder aus der Sahara noch aus anderen Extremwüsten bekannt.

Infolge der starken Windabtragungen sind an der Oberfläche nur sehr wenige Überreste der Ablagerungen älterer Seestadien erhalten. Diese liegen bis zu 80 Meter über dem heutigen Seeboden. Die feingeschichteten Kieselalgenschlämme und von Schneckengehäusen durchsetzten Kalke sind aufgrund von Radiokarbondatierungen im frühen Holozän entstanden, also vor 7000



Stille Größe: Der 5,5 Quadratkilometer umfassende, salzhaltige Lac Teli von Ounianga Serir. Einst befanden sich die Inseln mindestens 50 Meter unter Wasser. Unten links: Der Autor mit einheimischen Honoratioren. Rechts: Ein überladener LKW erreicht nach einer Irrfahrt durch die Sahara das Forscherquartier.

bis 10000 Jahren. Die einzelnen Sedimentabfolgen sollen später mit dem Klimaarchiv des Yoa-Sees von Ounianga Kebir verglichen werden.

**D**urch Präzisionsmessungen der höher gelegenen Seeablagerungen mithilfe des sogenannten Differentiellen Global Positioning System (DGPS) konnten verschiedene Seestände der Vergangenheit ermittelt werden. „Virtuelle Flutungen“ von digitalen Höhenmodellen auf der Basis dieser Messdaten gestatten eine präzise Rekonstruktion des während der letzten Feuchtzeit vielfach größeren Sees von Ounianga Serir. In geoarchäologischer Gemeinschaftsarbeit hilft dieses Vorgehen auch bei der Suche nach prähistorischen Siedlungsplätzen, da diese meist an den Ufern angelegt wurden – und heute in dem weitläufigen, meist sandbedeckten Gelände kaum auffindbar wären.

Doch die bisher gewonnenen paläoklimatischen Daten müssen schrittweise erweitert werden. Deshalb ist geplant, die aufwendigen Bohrungen in Ounianga Kebir mit schwererem Gerät fortzusetzen, um damit die Umwelt- und Klimaentwicklung der Sahara während des gesamten Holozäns und womöglich sogar des Spätpleistozäns, also während der vergangenen 130000 Jahre, zu erschließen und besser zu verstehen.

Dr. Stefan Kröpelin war Leiter der geoarchäologischen Teilprojekte „Sudan“ und „Tschad“ im Sonderforschungsbereich 389 „Kultur- und Landschaftswandel im ariden Afrika“ (ACACIA).

Adresse: Forschungsstelle Afrika, Institut für Ur- und Frühgeschichte, Universität zu Köln, Jennerstraße 8, 50823 Köln

Der Sonderforschungsbereich wurde von 1995 bis 2007 von der DFG gefördert.

► [www.uni-koeln.de/sfb389](http://www.uni-koeln.de/sfb389)