

# Holozäne Umweltrekonstruktion und Kulturgeschichte der Sahara: Perspektiven aus der sudanesischen Wüste

Stefan KRÖPELIN (Köln)

Mit 15 Abbildungen

## *Zusammenfassung*

Geländeuntersuchungen in geoarchäologisch unerforschten Teilgebieten der sudanesischen Sahara werfen neues Licht auf die Klima- und Kulturgeschichte Nordostafrikas während der früh- und mittelholozänen Feuchtzeit (etwa 9000 – 2000 vor unserer Zeitrechnung). Es handelt sich um (a.) eine heute fast vollständig von Dünen verborgene ehemalige Seenlandschaft östlich des tschadischen Ennedi-Plateaus; (b.) das Wadi Hariq, ein isoliertes Talsystem im Zentrum der südöstlichen Sahara; (c.) das Einzugsgebiet und den Oberlauf des Wadi Howar in West-Darfur sowie (d.) dessen Unterlauf zwischen Jebel Rahib und dem Nil. Diese weit abseits des Niltals gelegenen Bereiche repräsentieren unterschiedliche Landschaften, deren prähistorische Bevölkerung jedoch dem gleichen überregionalen Klimawandel unterworfen war. In einer Gesamtschau werden die neuen Befunde in einen größeren klimatischen Rahmen gestellt. Insbesondere die kontinuierliche Austrocknung und Ausdehnung der Sahara seit etwa 5300 v. u. Z. kann als „Motor der Geschichte Afrikas“ betrachtet werden, da sie die Verteilung der Völker, Wirtschaftsweisen und Kulturen auf dem Kontinent bis heute in nachhaltigem Maße beeinflusst hat. Die Forschungsergebnisse aus der sudanesischen Wüste mögen dazu beitragen, das Blickfeld der nubischen Niltal-Archäologie auf die nun in Umrissen erkennbare Umwelt- und Kulturgeschichte der westlich gelegenen Regionen zu lenken.

## *Abstract*

Geoarchaeological field research in previously unexplored parts of the Sudanese Sahara sheds new light on the climate and cultural change in Northeast Africa during the early- and mid-Holocene humid phase (about 9000 – 2000 B. C. E.). They include (i) a former lake area now buried under the dunes of the eastern foreland of the Chadian Ennedi plateau; (ii) Wadi Hariq, an isolated valley system in the centre of the southeastern Sahara; (iii) the catchment and upper section of the Wadi Howar in Western Darfur; and (iv) the Lower Wadi Howar between Jebel Rahib and the Nile. These areas, located far away from the Nile valley, represent distinct environments while their prehistoric populations were subjected to the same climate variations. The new findings are put in the larger palaeoclimatic context. The gradual desiccation and extension of the Sahara since about 5,300 B. C. E. may be considered as a motor of Africa's evolution because of its implications for the distribution of populations, economies and cultures on the continent up to modern times. The evidence from the Sudanese desert may help to draw the attention of the archaeologist community in the Nubian Nile valley to the meanwhile fairly outlined environmental and cultural history in the adjacent western regions.

## **1. Einführung**

Der Sonderforschungsbereich 389 mit dem Titel „Kultur und Landschaftswandel im ariden Afrika“ war ein multidisziplinäres Langzeitprojekt an der Universität zu Köln, das von der Deutschen Forschungsgemeinschaft getragen wurde und von Juli 1995 bis Dezember 2007 im Nordosten Afrikas (Ägypten, Sudan, Tschad) sowie im Südwesten des Kontinents (Nami-

bia) tätig war. Die geowissenschaftlichen, archäologischen, archäozoologischen und archäobotanischen Untersuchungen in der östlichen Sahara gingen u. a. der Frage nach, mit welchen Überlebensstrategien sich der Mensch während des Holozäns mit dem dramatischen Klima- und Landschaftswandel auseinandergesetzt hat, als Wüsten zu Weiden und später Weiden zu Wüsten wurden. Die alljährlichen Forschungsexpeditionen umfassten insgesamt mehrere Jahre lange Geländeaufenthalte fernab jeglicher Versorgungsmöglichkeit.

Im Folgenden werden einige Forschungsergebnisse zur Klima- und Landschaftsgeschichte und Geoarchäologie aus vier weit abseits des Niltals gelegenen Gebieten der sudanesischen Sahara vorgestellt, die neue Bezüge zu den archäologischen Aktivitäten im Niltal eröffnen und zugleich ein Schlaglicht auf die Spannweite der Geländearbeiten sowie anwendungsbezogene Aspekte werfen. Insgesamt wurden Tausende von geologischen und prähistorischen Lokalitäten dokumentiert, welche die wechselnden Klima- und Umweltbedingungen während des Holozäns und eine hiervon abhängige menschliche Besiedlung bis zur Zeitenwende belegen.

Es ist inzwischen eine gut gesicherte Erkenntnis, dass die heute extrem aride und völlig unbewohnbare Sahara des Nordwest-Sudans bis vor wenigen Jahrtausenden eine von Flüssen und Seen durchsetzte Savannenlandschaft war.<sup>1</sup> Das Wadi Howar, ein längst ausgetrocknetes, fast 1100 km langes Talsystem am Rand der südöstlichen Sahara, war während der letzten Feuchtzeit (ca. 9000–2000 v. u. Z.) der größte Nebenfluss des Nils aus der Großen Wüste und zugleich die wichtigste Verbindung zwischen dem Tschad-Becken und der Nilregion. Die ökologisch günstigen Bedingungen entlang seines Laufs ermöglichten eine mehrere Jahrtausende andauernde, intensive Besiedlung. Durch den Nachweis, dass das Wadi Howar noch im 2. Jahrtausend v. u. Z. aus einer zumindest episodisch miteinander verbundenen Kette von Seen und Feuchtgebieten bestand, wurden Überlegungen zu den Beziehungen der Kulturen des Niltals nach Innerafrika auf eine neue Grundlage gestellt (KRÖPELIN 1999).

Aber auch außerhalb des mittleren Abschnitts des Wadi Howar, das ein Schwerpunkt der archäologischen Ausgrabungen des langjährigen Kölner Forschungsprojekts „Besiedlungsgeschichte der Ostsahara“ (B.O.S.; 1980–1992) war, fand eine intensive prähistorische Besiedlung statt. Deshalb wurden die Geländearbeiten in den Jahren 1995 bis 2007 auf vier archäologisch nahezu unerforschte Teilgebiete ausgedehnt, die sehr verschiedene Landschaftstypen repräsentieren, aber den gleichen großräumigen klimatischen Entwicklungen unterworfen waren. Dies sind

- eine heute fast vollständig von Dünen verborgene ehemalige Seenlandschaft östlich des tschadischen Ennedi-Plateaus;
- das sogenannte „Wadi Hariq“, ein erst jüngst entdecktes Talsystem im Zentrum der südöstlichen Sahara;
- das Einzugsgebiet und der Oberlauf des Wadi Howar im sudanesisch-tschadischen Grenzgebiet von West-Darfur sowie
- der Unterlauf des Wadi Howar zwischen Jebel Rahib und dem Nil (Abb. 1).

---

<sup>1</sup> PACHUR und KRÖPELIN 1987, NEUMANN 1989, PACHUR 2001, PACHUR und ALTMANN 2006.

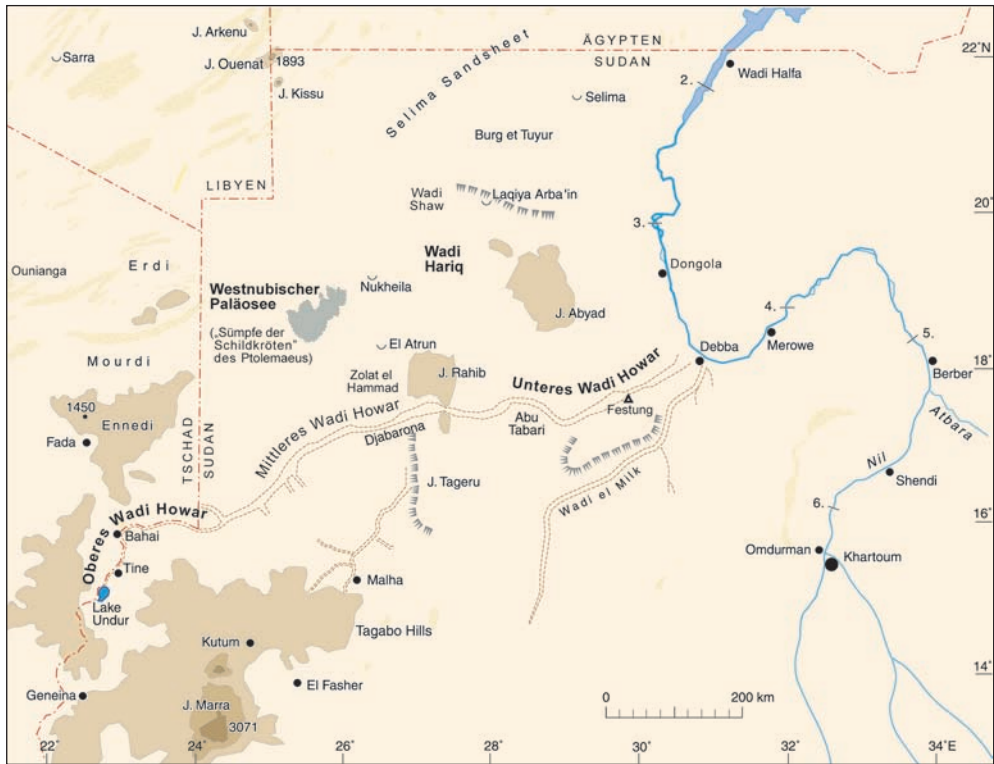


Abb. 1 Die sudanesische Sahara mit im Text erwähnten Lokalitäten

## 2. Der Westnubische Paläosee

Bereits im Rahmen der Geländearbeiten des Berliner Sonderforschungsbereichs 69 „Geowissenschaftliche Probleme in ariden und semiariden Gebieten“ (1981–1995) wurden in den Jahren 1985 und 1986 westlich der Salzoase von El Atrun in einer bis dahin völlig unbekannt Region unter etwa 19° N die peripheren Ablagerungen eines unerwartet großen frühholozänen Seengebiets entdeckt. In den Folgejahren wurden die quartärgeologischen Arbeiten unter schwierigen Arbeitsbedingungen wegen der kriegerischen Auseinandersetzungen im angrenzenden Tschad weiter nach Westen in das große Dünengebiet im östlichen Vorland des Ennedi-Berglands, das mangels einer bekannten Bezeichnung so benannte „Ennedi Erg“, ausgedehnt. Dies führte zum Nachweis eines ausgedehnten und mutmaßlich zusammenhängenden Seebodens, der als „Westnubischer Paläosee“ bezeichnet wurde.<sup>2</sup> Die nur in wenigen Dünenfenstern aufgeschlossenen oder bestenfalls mit einem Bagger erschließbaren Seeablagerungen bestehen hauptsächlich aus Karbonaten, die in permanenten Süßwasserseen gebildet wurden (Abb. 2A). Kaum zweifelhaft ist dieses alte Seesystem mit den von PTOLEMAEUS erwähnten „Sümpfen der Cheloniden“ gleichzusetzen. Tatsächlich konnten die Rückenpanzer der namengebenden Wasserschildkröten in den Ablagerungen geborgen werden (Abb. 2B).

2 PACHUR et al. 1990, HOELZMANN 1992, PACHUR 1997.

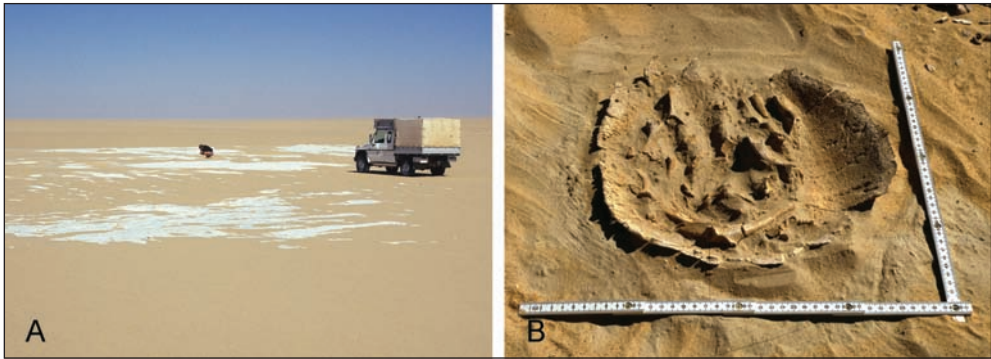


Abb. 2 (A) Zwischen den Dünen des Ennedi Erg zu Tage tretender Boden des Westnubischen Paläosees, bei dem es sich um die von PTOLEMAEUS erwähnten „Sümpfe der Schildkröten“ handeln dürfte. (B) In die Seeablagerungen des Westnubischen Paläosees eingebetteter Rückenpanzer einer Wasserschildkröte (*Tryonox triungius*).

Aus umfangreichen Funden insbesondere aquatischer Faunenreste sowie geochemischen Analysen und Datierungen mit der Radiokarbonmethode ergab sich, dass von etwa 8300 bis 1300 v. u. Z.<sup>3</sup> in der zwischen den Sandstein-Hamadas von El Atrun und Nukheila und dem Ennedi-Gebirge gelegenen heutigen Dünenregion eine Seenlandschaft existierte, die in vieler Hinsicht ein Gegenstück zu dem in etwa gleicher Breitenlage gelegenen Mega-Tschadsee darstellte. Der Hauptsee wurde von lokalen Niederschlägen sowie drei Zuflüssen aus dem Ennedi-Gebirge gespeist. Mit etwa 5300 km<sup>2</sup> maximaler Seefläche war er zeitweise etwa halb so groß wie der moderne – fast ausschließlich aus den regenreichen Tropen gespeiste – Tschadsee.

Extrem reiche Faunenreste dokumentieren die ehemals überaus günstigen Umweltverhältnisse. Hier seien nur der Elefant (*Loxodonta africana*), die Giraffe (*Giraffa camelopardalis*), der Riesenhüffel (*Pelorovis antiquus*), die Riesenelenantilope (*Taurotragus derbianus*), das Flusspferd (*Hippopotamus amphibius*), das Warzenschwein (*Phacochoerus aethiopicus*), Landschildkröten (*Geochelonida* sp.) und verschiedene Gazellenarten genannt (PACHUR et al. 1990).

Hinsichtlich der ökologischen Verhältnisse in den Seen ist unter den rund 20 nachgewiesenen Süßwasserfischen das häufige Vorkommen des Nilbarsches (*Lates niloticus*) besonders aussagekräftig. Die bis über 1,50 m langen Raubfische halten sich vorwiegend in sauerstoffreichen, tieferen Gewässern auf und ernähren sich fast ausschließlich von anderen Fischen (PETERS et al. 2002). Das Gebiet des Westnubischen Paläosees einschließlich des eigentlichen Wasserkörpers war somit vor wie während der menschlichen Besiedlung durch eine Vielzahl an Biotopen charakterisiert, die auch besonders anspruchsvollen Arten wie z. B. Krokodilen (*Crocodylus niloticus*) geeignete Lebensbedingungen boten – und dies über 500 km westlich des Nils in einem heute nahezu regenlosen Gebiet.

Die quantitative Festlegung der Seefläche, die mit der Fragestellung verbunden war, ob es sich tatsächlich um einen zusammenhängenden großen See oder vielmehr um isolierte klei-

3 Chronologische Angaben erfolgen in gerundeten kalibrierten Jahren vor unserer Zeitrechnung (v. u. Z.) gemäß dem *Cologne Radiocarbon Calibration and Palaeoclimate Research Package* (CalPal-2007) von Bernhard WENINGER, Olaf JÖRIS und Uwe DANZEGLOCKE, Köln.

nere Seen in verschiedenen Niveaus gehandelt hat, war jedoch aufgrund der Bedeckung durch das Dünenmeer und des Fehlens verlässlicher Karten und Höhendaten mit großen Unsicherheiten verbunden, was zu sehr unterschiedlichen Schätzungen führte. Desgleichen waren die zahlreichen im Rahmen der geowissenschaftlichen Arbeiten des Berliner Sonderforschungsbereichs 69 in ehemaligen Uferbereichen und inselartigen Lagen beobachteten prähistorischen Fundstellen, darunter auch auffällige, z. T. künstlich angeordnete Konzentrationen von Rinderknochen, unbearbeitet geblieben.

Erst bei einer diesen Fragen gewidmeten Voruntersuchung im November 1995 konnte anhand von präzisionsbarometrischen Höhenmessungen ein erster Zusammenhang zwischen der (paläo-) geomorphologischen Lage der Besiedlungsspuren und den ehemaligen Seespiegelständen hergestellt sowie eine Korrelation der sedimentologischen Hauptfazien (Seesedimente, Uferbildungen, Kalkkrusten) mit den Fernerkundungsdaten (*Landsat Thematic Mapper*) vorgenommen werden. Bei dieser ersten gemeinsam mit Archäologen durchgeführten Begehung fiel der außergewöhnlich gute Erhaltungszustand der prähistorischen Hinterlassenschaften auf, zu denen zahlreiche Keramikfundstellen, Konzentrationen von Knochen von Haus- und Wildtieren, darunter auch Elfenbein, Straußeneischalen mit Verarbeitungsspuren, Mikrolithen sowie massenhafte Reib- und Mahlsteine und andere Steinartefakte zählten.

Darauf aufbauend wurden im Februar 1998 mit Hilfe des differentiellen *Global Positioning System* (DGPS) detaillierte Höhenvermessungen entlang ausgewählter Transekte durch das Seengebiet durchgeführt, die eine quantitative Korrelation der verschiedenen Seespiegelstände mit den Siedlungsphasen ermöglichten und damit ein regionales Beispiel des Zusammenhangs von wechselnden Umweltbedingungen und prähistorischer Besiedlung liefern (HOELZMANN et al. 2001).

Parallel zu den geomorphologischen Untersuchungen und der Vermessung des Paläosees wurden archäologische Aufnahmen durchgeführt, um das menschliche Siedlungsverhalten mit den verschiedenen Stadien des einstigen Sees in Beziehung setzen zu können. Gut erhaltene Keramikfunde auf rund 80 % der über 300 untersuchten Fundstellen ermöglichten eine kulturelle und chronologische Zuordnung der meisten Siedlungsplätze.<sup>4</sup> Sie umfassen die archäologisch gut etablierten Keramikphasen von *Dotted Wavy Line* bis *Halbmondleiterband*. Fundorte mit geometrisch verzierter (*Handessi-*) Keramik fehlen, was darauf hindeutet, dass während der letzten permanenten Besiedlungsphase der Wadi-Howar-Region dieses Gebiet nicht mehr genutzt wurde.

Die große Anzahl an Fundstellen belegt eine intensive Nutzung vor allem der südwestlichen Uferzonen in Richtung zum tschadischen Ennedi-Bergland. Hier liegen über 95 % der kartierten Siedlungsplätze. Im nordöstlichen Paläoseegebiet wurden dagegen nur wenige Einzelfunde registriert. Anscheinend waren die dortigen Uferbereiche wegen eines einmündenden Tals (dem sogenannten „Wadi Feshfesh“) über längere Zeiten zu feucht und sumpfig und daher als Siedlungsgebiet weniger attraktiv. Während des Besiedlungszeitraumes ist eine sukzessive Verlagerung der Siedlungen in tiefer liegende Beckenbereiche festzustellen. Fundplätze mit *Dotted-Wavy-Line*-Keramik, die hier etwa den Zeitraum von 5300 bis 4500 v. u. Z. repräsentiert, weisen einen ersten Verbreitungsschwerpunkt oberhalb eines Wasserstandes von 550 m (59 %) und einen zweiten zwischen 540 und 550 m über dem Meer auf

4 Durch gleichzeitige differentielle Messungen mithilfe des *Global Positioning System* (GPS) ist es möglich, relative Höhendifferenzen über größere Entfernungen bis in den Dezimeterbereich zu ermitteln. Die in diesem Zusammenhang erwähnten keramikspezifischen Aufnahmen sind im Wesentlichen Birgit KEDING, Köln, zu verdanken.

(41 %; Abb. 3A). Kein einziger Fundplatz mit dieser Keramik wurde unterhalb 540 m ü. d. M. registriert. Für die *Dotted-Wavy-Line*-Phase wird daher von einem Wasserstand um 545 m ü. d. M. mit saisonalen Überschwemmungsgebieten ausgegangen. Ein ähnliches Verbreitungsmuster ist für die anschließende *Laqiya*-Phase charakteristisch, welche die Periode von etwa 4500–3900 v. u. Z. widerspiegelt; allerdings befinden sich schon 53 % der Fundstellen in den tieferen Bereichen zwischen 540 und 550 m ü. d. M. (Abb. 3B). Während der *Dotted-Wavy-Line*- und den *Laqiya*-Phasen lebten die Menschen vom Sammeln und Verarbeiten von Wildpflanzen, Fischfang und Jagd. Große Keramikgefäße deuten auf Vorratshaltung hin. Elefanten, Nilpferde und Giraffen, aber auch andere Tiere wie z. B. Landschildkröten, wurden gejagt, erbeutet und verzehrt.

Während der *Leiterband*-Phase, die von etwa 3900 bis 3000 v. u. Z. folgte, werden zunehmend tiefer liegende Bereiche des Seebeckens besiedelt mit bereits 76 % der Fundplätze zwischen 540 und 550 m ü. d. M., was auf einen kontinuierlichen Rückgang des Wasserstandes hindeutet (Abb. 3C). Da kein Siedlungsplatz unterhalb von 540 m ü. d. M. gefunden wurde, dürften in dieser Phase noch permanente Süßwasserseen mit Wasserständen bis in dieses Niveau bestanden haben.

Dies änderte sich während der *Halbmondleiterband*-Phase, die etwa für die Zeit von 3000 bis 2200 v. u. Z. besteht (Abb. 3D). Zwar weisen die jüngeren Fundplätze keine gravierenden Veränderungen im Fundmaterial auf, so dass noch immer von der Existenz permanenter Süßwasserseen ausgegangen werden kann; 4 % der Fundplätze liegen jedoch unter der 540 m-Marke und 68 % zwischen 540 und 550 m ü. d. M. Die Verlagerungen der Siedlungsplätze deuten deshalb auf eine Auflösung des großen Süßwassersees in mehrere kleinere Gewässer. Hinweise auf wirtschaftliche Aktivitäten gibt die große Zahl von Mahl- und Reibsteinen in unterschiedlicher Form und Gesteinsbeschaffenheit. Sie sprechen für eine ausgeprägte Sammelwirtschaft und differenzierte Pflanzenverarbeitung.

Die Verbreitung der Fundplätze der beiden frühen Keramikphasen zwischen 5300 und 3900 v. u. Z. deckt sich also mit dem Höchststand des großen zusammenhängenden Süßwassersees mit Seespiegeln zwischen 540 und 550 m ü. d. M. Die Siedlungslagen der jüngeren Phasen spiegeln das auf fortschreitende klimatische Austrocknung zurückgehende Fallen des Seespiegels wider. In der *Leiterband*- und *Halbmondleiterband*-Zeit zerfällt der See schließlich in kleinere Gewässer und Tümpel mit Wasserspiegeln unter 540 m ü. d. M.

Nach dem endgültigen Trockenfallen der letzten Wasserflächen des einst größten Sees der östlichen Sahara um etwa 2200 v. u. Z. verschwinden auch die letzten den Sandeintrag behindernden Schilfgürtel an den Ufern. Die vom Passat aus dem Norden angewehten Sande und Dünen wandern beständig auf die ausgetrockneten Seeböden, und während der letzten drei Jahrtausende wird das gesamte Becken zu dem Sandmeer, als das es heute erscheint: ein Niemandsland zwischen dem Ennedi-Gebirge und den näher am sudanesischen Nil gelegenen Gebieten.

### 3. Das Wadi Hariq

Das sogenannte Wadi Hariq ist ein verzweigtes Talsystem unter 19°N–27°30'E inmitten einer abgelegenen und relativ schwer befahrbaren Hamada (Felswüste) zwischen der unbewohnten Oase Nukheila und dem Kalksteinplateau des Jebel Abyad (Abb. 1). Streng genommen handelt es sich geomorphologisch um eine reliktsche und durch Talwasserscheiden unterglieder-

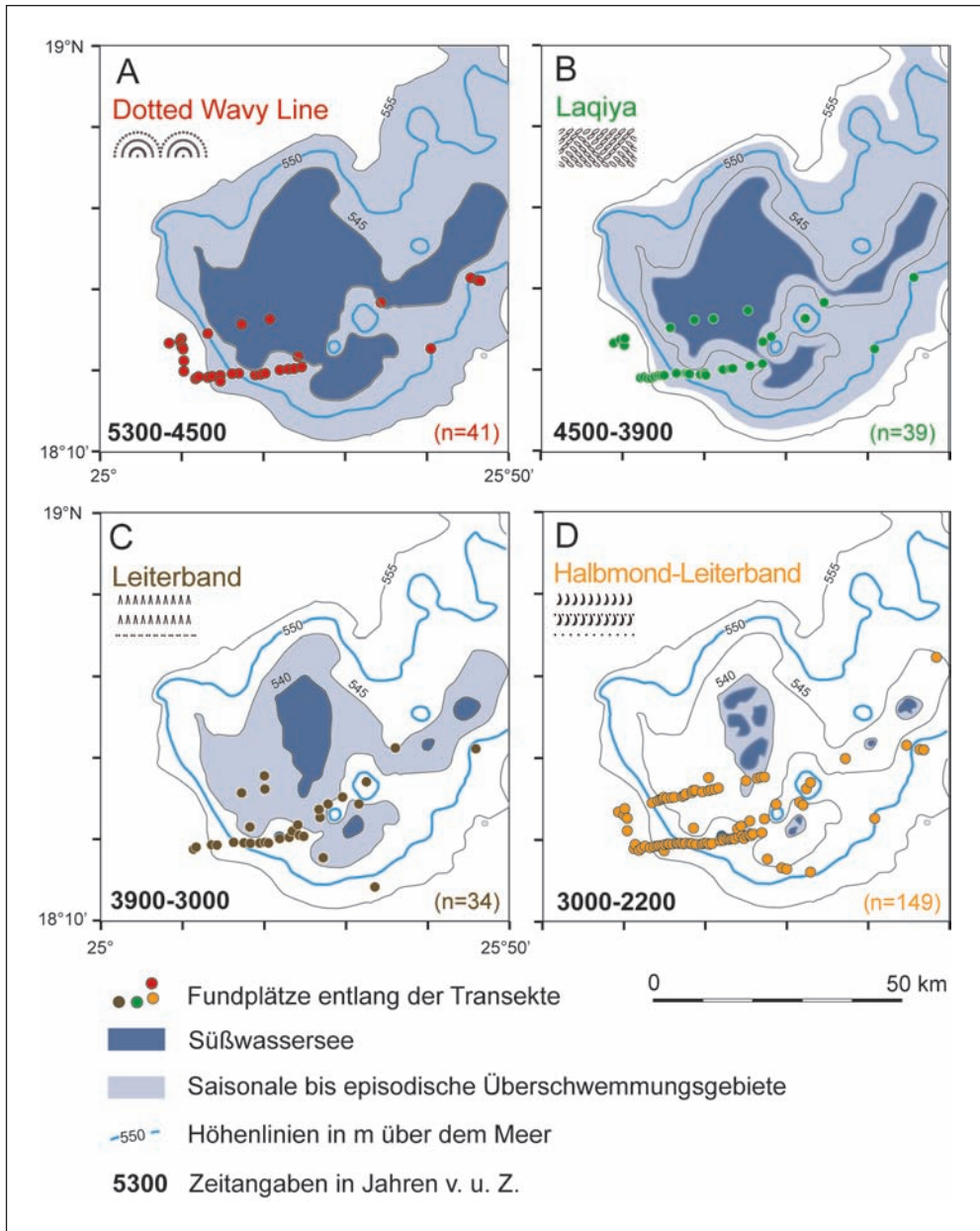


Abb. 3 Korrelation sinkender Seespiegelstände und prähistorischer Besiedlung am Westnubischen Paläosee (A – D siehe Erläuterungen im Text; neue Interpretation auf der Basis von HOELZMANN et al. 2001)

te Talung. Ein Teil der zahlreichen aneinandergereihten Senken wurde erstmals im Jahr 1993 im Laufe der geowissenschaftlichen Arbeiten des Berliner Sonderforschungsbereichs 69 erkundet. Das Gebiet zeichnet sich durch außergewöhnlich gut erhaltene geologische Schich-

tenfolgen aus und stellt in archäologischer Hinsicht eine Nahtstelle zwischen dem Wadi Howar im Süden (17°30'N) und dem im Rahmen des Kölner B.O.S.-Projekts untersuchten Wadi Shaw im Norden (20°30'N) dar.

Das Wadisystem ist über weite Bereiche mit mehreren Metern mächtigen feinkörnigen Sumpfablagerungen, sogenannten Playasedimenten, verfüllt. Die einzelnen Schichten sind durch die erhebliche Windabtragung in verschiedenen Niveaus aufgeschlossen und meist mit keramikführenden Fundplätzen und umfangreichen Makro- und Mikroresten versehen. Diese Konstellation bietet besonders günstige Fundbedingungen zur Klärung der Zusammenhänge zwischen Umwelt- und Kulturentwicklung. Auch in den Uferbereichen und auf den Playaoberflächen finden sich zahlreiche archäologische Fundplätze, die hauptsächlich aus Keramikfragmenten, Reib- und Mahlsteinen und anderen Steinartefakten sowie meist gut erhaltenen Faunenresten bestehen und eine intensive prähistorische Besiedlung und Nutzung der Talsenken belegen.

Die Namen gebende Besonderheit des Wadi Hariq sind jedoch zahlreiche „gefrittete“ (gebrannte, verziegelte) Strukturen, die als Härtlinge die heutige Playaoberfläche um bis zu 1,50 m überragen; dabei handelt es sich offensichtlich um ehemalige Stämme und Wurzelstöcke (Abb. 4). An manchen Stellen sind sogar komplette Bäume mit Baumkrone und fast 1 m dicken Stämmen in die Playasedimente eingebettet. Insgesamt finden sich in den untersuchten Senken mehrere Hundert solcher Strukturen. Es steht außer Zweifel, dass deren Härtung nur auf große und extrem heiße Feuer zurückgehen kann; alleine auf diese Weise konnten sie der seit Jahrtausenden anhaltenden Windabtragung widerstehen. Aus diesem Grund wurde für das namenlose Talsystem die Bezeichnung „Wadi Hariq“ nach dem arabischen Wort für Feuerstelle gewählt (JESSE et al. 2004). Vergleichbare Vorkommen konnten auf den rund 50 Sahara-Expeditionen des Autors an keiner anderen Stelle beobachtet werden.

Zur Analyse des Siedlungsareals wurden in einer der Talsenken die fast 200 noch erhaltenen veriegelten Härtlinge aufgenommen und mehrere davon ausgegraben. Aufgrund unterschiedlicher Deflationsgrade unterscheiden sie sich in Höhe, Größe und Form. Die Grabungsprofile lassen erkennen, dass sich die stammähnlichen Frittionen bis in eine Tiefe von 80 cm unter der Oberfläche fortsetzen und im Basisbereich die Form großer Wurzeln einnehmen. Mit dem gebrannten Playasediment verbackene Holzkohlestückchen boten umfassendes Probenmaterial für botanische Bestimmungen und <sup>14</sup>C-Datierungen. Nahezu alle analysierten Proben stammen von Akazienholz. Reste einer ausgegrabenen Feuerstelle wurden auf ein Alter von etwa 2100 v. u. Z. datiert.

Bei der Frage nach der Entstehung dieser außergewöhnlichen Strukturen wurde zunächst an Keramik- oder Eisenherstellung oder Köhlerei gedacht; hierfür fanden sich jedoch keine unterstützenden Befunde wie etwa durch Fehlbrand bedingte Keramikreste, typische Bestandteile von Verhüttungsöfen oder Anzeichen von Holzkohleentnahme. Vor allem aber befinden sich die meisten Härtlinge in nur wenigen stratigraphischen Niveaus, was einen jeweils synchronen Entstehungszeitpunkt nahelegt. Hier kämen natürliche, z. B. durch Blitzschlag ausgelöste Buschbrände in Betracht. Dagegen sprechen jedoch der Ost-West-Verlauf und die Dekakilometer lange Erstreckung des Wadisystems. Da die dominierenden Passatwinde, die aus nördlicher Richtung kommen, ebenso wie die seltenen Südwinde, etwa rechtwinklig auf das Haupttal treffen, ist eine weit reichende und sämtliche Talwasserscheiden und Verwinklungen zwischen den einzelnen Talkesseln überwindende Ausbreitung der Feuer quer zur Windrichtung nur schwer vorstellbar. So verbleibt bei Abwägung aller bisherigen geologischen und archäologischen Befunde die weiter unten aufgestellte Erklärungshypothese.



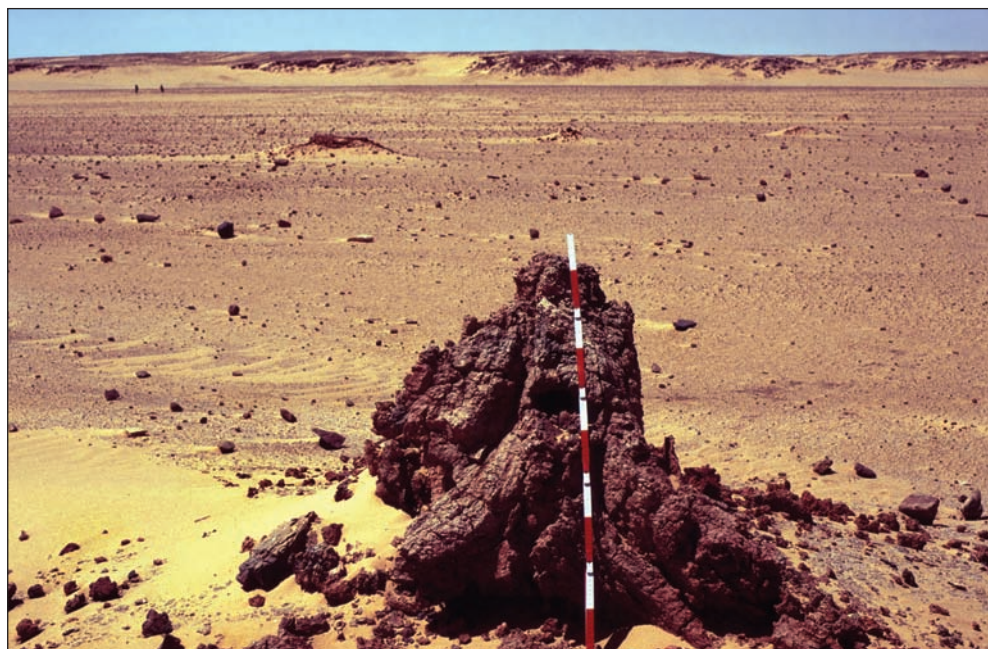


Abb. 4 Senke des Wadi Hariq mit veriegeltem Abtragungsrest eines Wurzelstocks (Maßstab: 1 m)

Das umweltgeschichtlich bedeutsamste geologische Profil wurde in einer ca.  $2 \times 3$  km großen Senke im westlichen Abschnitt des Wadi Hariq aufgenommen. Die Besonderheit dieser Lokalität (Fundplatz-Nr. S97-8) besteht in einer Mollusken führenden karbonatischen Fazies, die an der durch den Wind freigelegten, tiefsten Stelle oberflächennah auftritt, und einem in unmittelbarer Umgebung befindlichen, isoliert stehenden und 2,50 m hohen Yardang aus silikatischen Playaablagerungen (Abb. 5). Dieser nur etwa  $20 \text{ m}^2$  einnehmende Sedimentkörper ist der letzte Abtragungsrest der jüngeren und jüngsten Schichten eines ehemals über  $3 \text{ km}^2$  großen Sees. Er entspricht damit etwa dem 150000-sten Teil des ursprünglichen Seebodens und stellt nach jetzigem Wissensstand das letzte derartige geologische Archiv der jüngeren Klimageschichte der zentralen Südostsahara dar, das jedoch aufgrund der anhaltend heftigen Windabtragung schon bald verloren sein dürfte.

Mit Hilfe eines motorbetriebenen Hammers wurde eine 5 m tiefe Profilgrube in den teils sandsteinartig verhärteten Sedimenten ausgehoben. Außerdem wurden die oberflächlich zugänglichen Lagen über weitere 4 m vertikale Höhe von der Verwitterungsdecke befreit, um eine eindeutige Schichtenaufnahme und -beprobung zu ermöglichen. Gemeinsam mit einem ebenfalls rund 9 m mächtigen Profil im Wadi Bakht im ägyptischen Gilf-Kebir-Plateau, welches jedoch vollständig aufgeschlossen ist (KRÖPELIN 1989), bietet die Lokalität die bisher mächtigste holozäne Schichtenabfolge der östlichen Sahara. Im Gegensatz zu den Profilen in den Playas Südwestägyptens im Norden, in denen ausschließlich silikatische Schlämme vorkommen, und den rein karbonatischen Ablagerungen im Westnubischen Paläosee (siehe oben) oder im Wadi Howar im Süden (siehe weiter unten) sind hier ausnahmsweise beide Fazies vertreten. Die paläoklimatische Aussagekraft wird verstärkt, da nur ein relativ kleines

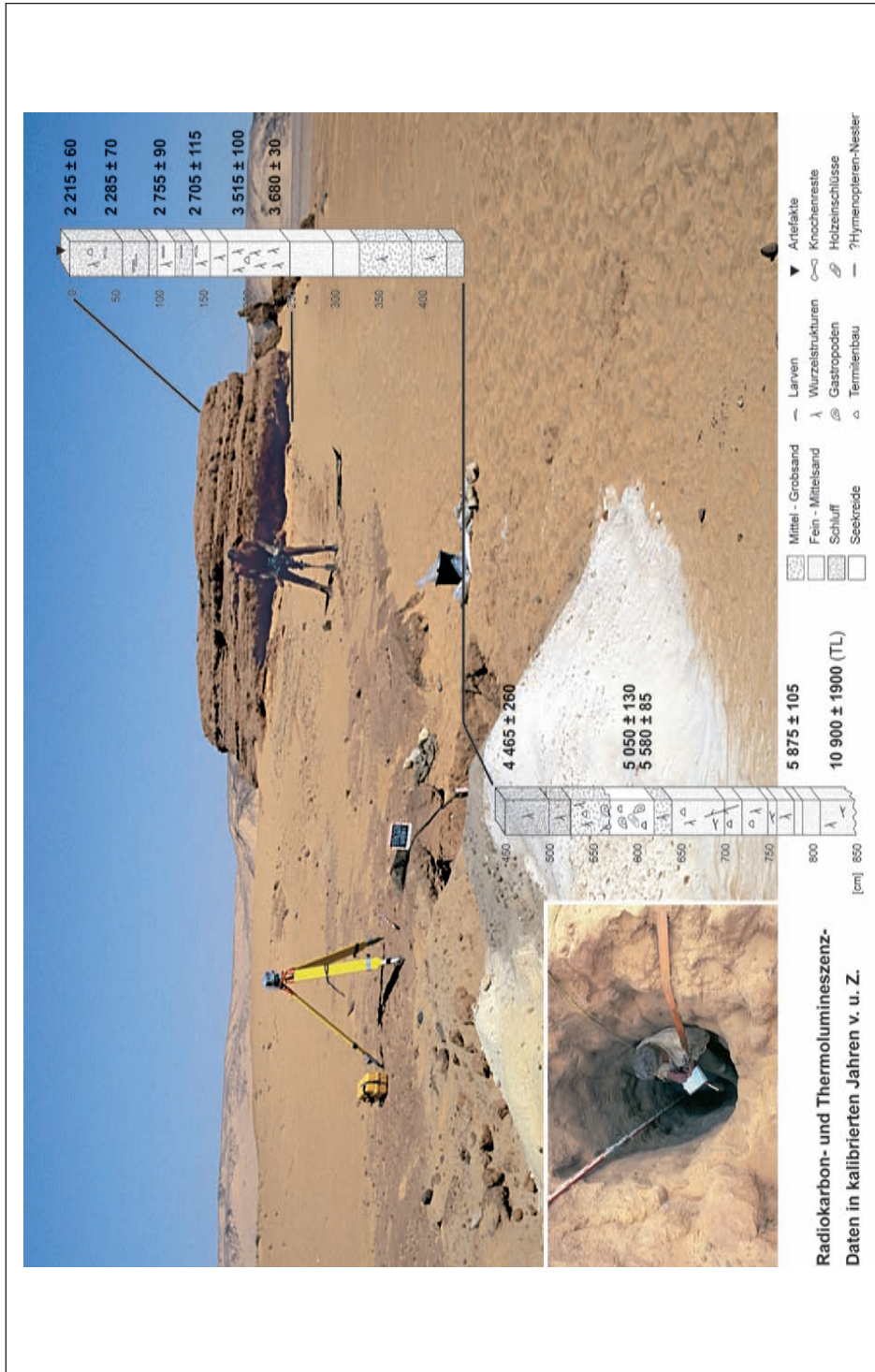


Abb. 5 Lage und Stratigraphie des Profils S978 im Wadi Hariq

Einzugsgebiet vorhanden ist und aufgrund der topographischen Position der Einfluss regionalen Grundwassers nur eine untergeordnete Rolle gespielt haben dürfte. Die Sedimentation wurde somit nahezu ausschließlich durch lokale Regenfälle gesteuert und spiegelt deshalb ein relativ unverfälschtes Bild der paläoklimatischen Bedingungen wider.

Die bisher vorliegenden Daten lassen sich dahingehend zusammenfassen, dass es im Wadi Hariq um etwa 6000 v. u. Z. zur Bildung von kleineren, aber permanenten Süßwasserseen kam, die jahrelang Wasser führten. Nach den vorliegenden Daten geschah dies erst etwa 2000 Jahre später als in den südlich und westlich liegenden Regionen (Wadi Howar, Westnubischer Paläosee) und rund 500 Jahre später als im 140 km nördlich gelegenen Wadi Shaw (GABRIEL und KRÖPELIN 1983). Vorbehaltlich weiterer Datierungen stellt sich damit die Frage, ob das junge Alter auf Datierungsungenauigkeiten, Erosionsdiskordanzen oder spezielle hydrogeologische Rahmenbedingungen zurückgeht, oder ob hier ein weiterer Hinweis auf verstärkte monsunale Niederschläge um 5600 v. u. Z. vorliegt, wie sie aus Isotopenanalysen an Schalen von Süßwasseraustern der Art *Etheria elliptica* aus dem Unteren Wadi Howar abgeleitet wurden (RODRIGUES et al. 2000).

Auf jeden Fall bezeugen die karbonatischen Sedimente und der Gehalt an Schneckengehäusen (u. a. *Segmentorbis angustus*, *Bulinus truncatus*, *Gyraulus costulatus*, *Melanoides tuberculata*) die Existenz permanenter Süßwasserseen inmitten der weiten Hamada-Hochfläche, abseits großer geologischer Becken wie dem Westnubischen Paläosee oder dominierender Abflußsysteme wie dem Wadi Howar. Nach einer von heftigen Niederschlagsereignissen geprägten Übergangsphase traten um 4800 v. u. Z. die ersten Playaseen auf, deren silikatische Schlämme typisch für saisonale bis episodische Wasserführung sind.

Während der Regenzeit oder nach starken Niederschlägen entstanden so bis zu Quadrat-kilometer große und Wochen bis Monate lang bestehende Wasserflächen. Das Ende der Playaseeperiode liegt nach den absoluten Datierungen bei etwa 2200 v. u. Z., also etwa zeitgleich mit dem endgültigen Trockenfallen des Westnubischen Paläosees. Stein- und Grabungsstrukturen auf und in dem Playaboden deuten daraufhin, dass nach dem endgültigen Austrocknen der letzten Tümpel von der prähistorischen Bevölkerung Brunnenrichter (engl. *walk-in wells*) angelegt wurden, um für gewisse Zeit noch an tiefer liegende Wasserschichten zu gelangen.

Von den archäologischen Grabungen sei hier nur ein Fundplatz erwähnt, der sich im zentralen Bereich des weitverzweigten Talsystems befindet und mit einer Größe von etwa  $3,1 \times 1,2$  km fast den gesamten Talboden einnimmt (Fundplatz-Nr. S97/5; JESSE et al. 2004). Die tachymetrisch eingemessenen und ergrabenen Funde setzen sich überwiegend aus diversen Steinartefakten, darunter zahlreichen Reib- und Mahlsteinen, überwiegend gut erhaltenen Knochen und Keramikfragmenten zusammen. In den Uferzonen finden sich auch Steinsetzungen und Schlagplätze, wogegen in den tiefer liegenden Senkenbereichen, wo das Wasser immer noch längere Zeit stand, die Funddichte deutlich abnimmt.

Während die Knochenfunde aufschlussreiche Aussagen zu Wirtschaftsweise und über-regionalen Beziehungen der Siedler erlauben, gestattet das archäologische Keramikinventar erste Hinweise auf die chronologische und kulturelle Einordnung der Fundplätze. Tendenziell weisen alle Merkmale der verzierten (überwiegend *Mattendekor*) und unverzierten Keramik auf eine relativ junge Zeitstellung, nämlich das 3. und 2. Jahrtausend v. u. Z., hin (JESSE et al. 2004).

Im Vergleich zu dem Fauneninventar anderer prähistorischer Siedlungsplätze im Nordwestsudan fallen die Eselknochen auf. Das geborgene Material stammt von mehreren Individuen, da die Funde über sehr große Fundflächen verstreut sind. Aufgrund der anatomischen

Maße handelt es sich zweifelsfrei um Hausesel (BERKE 2001). Daneben sind auch das Rind und das Schaf nachgewiesen. Haustierhaltung war jedoch nicht ausreichend für die Versorgung der Menschen; zerlegte Gazellen zeigen, dass auch gejagt wurde.

Den größten Teil der bestimmten Knochen nehmen jedoch Wildtiere ein, wobei die Giraffen dominieren, deren Hauptnahrungsquelle die Akazie ist, was auch gut zu den festgestellten Akazienbeständen passt. Giraffen müssen außerdem jeden zweiten Tag Wasser aufnehmen. Die Nachweise von Säbelantilopen (*Oryx gazella dammah*) und Dorkasgazellen (*Gazella dorcas*) bestätigen geologische Indizien, dass auf den das Wadi Hariq umgebenden Sandsteinebenen im 3. Jahrtausend v. u. Z. bereits halbwüstenhafte Bedingungen geherrscht haben.

Während des späten 3. und des 2. Jahrtausends v. u. Z. siedelten die Menschen demnach in den Uferbereichen saisonaler oder episodischer Seen mit lichten Akazienwäldern in einem außerhalb der Täler bestenfalls von spärlicher Dornstrauchsavanne geprägten Umland. Sie lebten von Groß- und Kleinviehhaltung, Jagd und Sammelwirtschaft. Zum Transport und möglicherweise auch als Nahrung wurde der an trockenes Klima gut angepasste Esel gehalten. Er spielte sicherlich eine entscheidende Rolle für die Mobilität und bei der Aufrechterhaltung wirtschaftlicher und sozialer Kontakte sowohl mit dem nördlich gelegenen Gunstrum des Wadi Shaw und dem südlich gelegenen Mittleren Wadi Howar und wohl nicht zuletzt auch mit dem Nil.

Im Zusammenhang mit den Hauseseln sind die Expeditionsberichte des HERCHUF aus der 6. Dynastie von besonderem Interesse (EDEL 1955). HERCHUF zog am Ende des 3. Jahrtausends v. u. Z. mehrmals über einen Oasenweg mit Eselskarawanen nach Jem, das bei Kerma oder Shendi im nubischen Niltal vermutet wurde; jüngste Entdeckungen deuten jedoch daraufhin, dass es eher südwestlich des Jebel Ouenat zu suchen ist (CLAYTON et al. 2008).

In der Beschreibung des HERCHUF werden Kämpfe mit Wüstenbewohnern erwähnt. Auf die oben angedeutete Hypothese zurückkommend, bietet sich nach den hier geschilderten Gegebenheiten auch das Wadi Hariq als Austragungsort kriegerischer Auseinandersetzungen an. Es erscheint nicht abwegig, dass die ehemaligen Oasenbewohner des Wadi Hariq mit ihren Eseln Raubzüge in das rund 300 km entfernte Niltal verübten. Dies könnte früher oder später den Zorn der jeweiligen Herrscher herausgefordert und zu Strafexpeditionen geführt haben. Die wirksamste Möglichkeit, die Lebensgrundlage der Wüstenbewohner in dieser ökologischen Nische zu vernichten, bestand im gezielten Inbrandsetzen der weitständigen Bäume in den Akazienhainen, die anders kaum in der erwähnten Ausprägung entflammt sein konnten. Zukünftige Grabungen werden zeigen, ob sich diese Hypothese durch weitere archäologische Befunde erhärten lässt oder ob sich eine bessere Erklärung für die Entstehung der verbrannten Wälder im Wadi Hariq finden lässt.

#### 4. Das Obere Wadi Howar

Das Wadi Howar wurde von W. B. K. SHAW, einem der Pioniere der Erforschung des Nordwestsudan, als „the most interesting natural feature of the southern Libyan Desert“ bezeichnet – obwohl er lediglich den Mittellauf des über 1050 km langen Tals befahren hatte (SHAW 1936). FROBENIUS (1934) nannte es in einer kühnen Hypothese gar den „Gelben Nil“. Aufgrund hydrologischer, geomorphologischer und geologischer Kriterien kann es in drei Hauptabschnitte gegliedert werden (Abb. 1). Der Bereich des Oberen Wadi Howar umfasst den Einzugsbereich des rund 250 km langen Oberlaufs, der mit einigen Quelllästen bei

14°45'N–22°30'E in den Bergregionen zwischen Ennedi und Jebel Marra in etwa 950 m Meereshöhe beginnt. Der als Mittleres Wadi Howar bezeichnete Talabschnitt quert die etwa 700–500 m ü. d. M. gelegenen Ebenen am Südsaum der Sahara in ostnordöstlicher Richtung und ist 390 km lang. Das bis Beginn der 1980er Jahre unbekannte Untere Wadi Howar erstreckt sich schließlich in einem bis 10 km breiten und 400 km langen Streifen ostwärts bis zum Nil, den es gegenüber Old Dongola, der Hauptstadt des frühchristlichen Makuria, erreichte (KRÖPELIN 1993a).

Neben den mehrfachen Grabungskampagnen im Mittleren und Unteren Wadi Howar kam der Erforschung des obersten Abschnitts des Wadi Howar von jeher besonderes Interesse zu. Wegen seiner Entlegenheit und der angespannten Sicherheitslage im Grenzgebiet zum Tschad konnte das Gebiet jedoch erst im Februar und März 1998 im Rahmen einer vom Sonderforschungsbereich 389 ausgerichteten Expedition in Zusammenarbeit mit dem *World Heritage Centre* der UNESCO und der sudanesischen UNESCO-Delegation aufgesucht werden.<sup>5</sup>

Auf der Expedition, die erstmals dem gesamten Lauf des Wadi Howar von seinem Ursprung bis zum Nil folgte, bot sich die bisher einmalige Gelegenheit, das praktisch unerforschte Quellgebiet und den Oberlauf des Wadi Howar zu erkunden, was einige überraschende Beobachtungen zur Folge hatte, von denen einige hier angeführt werden.

Der flache und nur wenige Kilometer lange Lake Undur, in welchem sich die sommerlichen Abflüsse der überwiegend aus dem Tschad einmündenden Wadis sammeln, kann als Quellsee des Wadi Howar betrachtet werden. Er stellt heute den einzigen, episodisch über Wochen bis Monate Wasser führenden Abschnitt des fast 1100 km langen Trockentals dar. Unterhalb seiner Quellarme ist das Flussbett des Oberen Wadi Howar, hier noch Wadi Tine genannt, durch seltene, aber heftige Abkommen tief eingeschnitten. Der Wadiboden ist vegetationsfrei, die Uferböschungen sind steil und mit einem artenreichen Galeriewald überwiegend sahelischer Gehölze bestanden. Die zonale Vegetation ist nordsahelisches Grasland mit Trockengehölzen.

Besonders bemerkenswert ist der Nachweis erster metallzeitlicher Fundplätze in der Wadi-Howar-Region, wodurch endlich auch die jüngere Kultur- und Wirtschaftsentwicklung erfasst werden kann. Auf einer flachen Düne am Ostufer des Wadi Tine wurde ein Siedlungsplatz mit mehreren Eisenobjekten, u. a. einem Hackenblatt, Spiralornamenten, gedrehten Stäbchen und Perlen, aufgefunden. Verschiedene Indizien wie z. B. Fragmente von Belüftungs- und Düsenröhren (*Tuyères*) oder verziegelter Lehm lassen auf lokale Eisenverhüttung und -verarbeitung schließen (Abb. 6). Auch die neben verschiedenen Knochenkonzentrationen, Steinartefakten, Reib- und Mahlsteinen vorkommenden Scherben zeigen Ähnlichkeit mit der früheisenzeitlichen Keramik im benachbarten Ennedi und in der Borku-Region des Tschad. Schon Mitte der

---

5 Die Expedition hatte zur Aufgabe, die naturräumlichen und sozialpolitischen Voraussetzungen für die Einrichtung eines Nationalparks im Nordwest-Sudan zu klären. Beteiligt waren leitende Vertreter verschiedener sudanesischer Behörden und Nichtregierungsorganisationen (*Wildlife Conservation Department, Wildlife Research Centre, Geological Research Authority, National Corporation for Antiquities and Museums, Sudanese Environmental Conservation Society*) sowie ein Abgesandter des Außenministeriums im Botschaferrang. An der vom Autor geleiteten und streckenweise von einer Militäreskorte begleiteten Expedition waren seitens des SFB 389 auch die Archäologin Birgit KEDING und die Geobotanikerin Stefanie NUSSBAUM beteiligt. Als Ergebnis langjähriger Bemühungen zum Schutz des natürlichen und kulturellen Erbes im Nordsudan und nicht zuletzt dieser Mission erklärte die sudanesische Regierung nach Zustimmung der drei betroffenen Provinzen des Nordsudan (Northern Darfur, Northern Province und Northern Kordofan) im Jahr 2001 eine Fläche von über 100 000 km<sup>2</sup> offiziell zum Nationalpark mit der Bezeichnung „Wadi Howar National Park“ – und damit zu einem der größten Schutzgebiete der Erde (KRÖPELIN 1993b).



Abb. 6 Eisenzeitlicher Fundplatz am Oberlauf des Wadi Howar mit Hackenblatt und Verhüttungsdüse (cm-Maßstäbe)

1980er Jahre wurden frühholozäne und spätleistozäne Eisenkrustenbildungen im Uferbereich von Paläoseen am Jebel Rahib oder in dem östlich der eisenzeitlichen Fundplätze gelegenen Dünengebiet („Erg von Tageru“) festgestellt. Goethitgehalte bis zu 90 % machen diese zu einer hervorragenden Eisenerzquelle (KRÖPELIN 1993a). Die Geländebeobachtungen und neue Satellitenbilddauswertungen legen nahe, dass derartige Eisenkrusten auch entlang des Oberlaufs des Wadi Howar weit verbreitet und somit die naturräumlichen Voraussetzungen für Eisenherstellung in reichem Maße gegeben sind.

Die eisenzeitlichen Funde geben Anlass, der noch weitgehend ungeklärten Problematik der „Metallurgisierung“ des südsaharischen Raums während des letzten Jahrtausends v. u. Z., also der Eisenverarbeitung im Übergang vom „Endneolithikum“ zur Eisenzeit als möglicher Strategie zur Krisenbewältigung aufgrund sich verschlechternder Umweltbedingungen, nachzugehen. Das Obere Wadi Howar galt seit langem, wenn auch bisher ohne konkrete Belege, zusammen mit dem nahe gelegenen Ennedi-Gebirge als mögliches Ursprungszentrum der Eisenherstellung. Möglicherweise wird hier die Lücke zwischen der in der Sahara hinlänglich erforschten Neolithisierung und der historischen Zeit vor dem Hintergrund der zunehmenden Trockenheit im Spätholozän geschlossen werden können.

Eine andere, ethnoarchäologisch interessante Beobachtung konnte in einem anderen Abschnitt des Oberlaufs des Wadi Howar unter  $15^{\circ}40'N-23^{\circ}10'E$  bei den hier zeitweise lebenden Familien der Zaghawa gemacht werden. In den ausgedehnten Überschwemmungsbereichen wurden großflächige Vorkommen von Wildgetreide festgestellt, das in der Hauptsache als *Echinochloa colona* bestimmt wurde (Abb. 7). Diese Staunässe erfordernde, wild wachsende Hirseart, lokal „Difra“ genannt, wird von den Frauen mit der relativ hohen Ausbeute von etwa einem Korb pro Tag und Person geerntet. Die noch gegenwärtige Verwendung von Wildgräsern in diesem Raum, und nicht nur in Notzeiten, kann zur Interpretation prähistori-



Abb. 7 Überschwemmungsfläche des Oberen Wadi Howar und Zaghawa-Frauen mit gesammeltem Wildgetreide (*Echinochloa colona*; Maßstab: 5 mm)

scher Befunde im Zusammenhang mit der grundlegenden Diskussion der möglichen frühen Domestikation von Getreide in der Sahara beitragen. Sie zeigt, dass unter ökologischen Bedingungen, die etwa den feuchtzeitlichen Verhältnissen in der zentralen Sahara während des frühen und mittleren Holozäns entsprechen, der Anbau domestizierter Zerealien bis heute zur Ernährung der Bevölkerung nicht erforderlich ist und deshalb auch für prähistorische Gesellschaften nicht zwingend anzunehmen ist.

Etwa 80 km talabwärts unter  $15^{\circ}40'N-23^{\circ}40'E$  wurde ein mehrere Dekakilometer langer und mehrere Kilometer breiter „Wald in der Wüste“ in erstaunlicher Dichte und Vitalität angetroffen. An den Wadirändern dominieren über 10 m hohe Gehölze der bezüglich der Wasserversorgung sehr anspruchsvollen Baumart *Acacia nilotica*. Offensichtlich bieten der Grundwasserstrom am Talboden, gelegentliche Überschwemmungen und die lehmigen Alluvionen günstige Wachstumsbedingungen. Grasarten wie *Panicum turgidum* und *Cenchrus biflorus* bewachsen die trockengefallenen Wadirinnen und die Lichtungen. Der Waldsaum wird u. a. von Sträuchern wie *Cadaba glandulosa*, *Ziziphus spina-christi* und *Francoeuria undulata* gebildet (NUSSBAUM et al. 2007). Das aufgrund seiner Entlegenheit zumindest bis zu Beginn des Darfur-Konflikts nahezu intakte Ökotop kann als authentisches Beispiel für entsprechende Landschaftseinheiten in der östlichen Sahara während der früh- und mittelhologänen Feuchtzeit gelten und besitzt als bedeutendes Sahel-Relikt ein hohes Potential für künftige Biodiversitätsstudien.

## 5. Das Untere Wadi Howar

In Zusammenhang mit der übergeordneten Frage der Aufhebung des abflusslosen Zustands der südöstlichen Sahara während des Frühholozäns kam dem zwischen dem Jebel Rahib und

dem Nil gelegenen Unteren Wadi Howar als wichtigster Abflussleitlinie bei der quartärgeologischen Analyse feuchtzeitlicher Entwässerungssysteme von Anfang an eine besondere Beachtung zu. Die geomorphologischen und quartärgeologischen Feldbefunde führten zu dem Schluss, dass das Untere Wadi Howar aus flachen, ineinander übergehenden Flusseen, Durchfluss- und Hochwasserpfannen bestanden hat, die streckenweise über langsam oder auch schneller fließende Gewässer verbunden waren. Daraus resultierte eine Aneinanderreihung von fluvial, limnisch und sumpfig geprägten Abschnitten (KRÖPELIN 1999).

Typisch sind neben den karbonatischen Seeablagerungen, die insbesondere den Nordrand des Tales säumen, schluffig-sandige Flussablagerungen, die die tiefsten Talbereiche mit Breiten bis zu 10 km, Längen von mehreren Dekakilometern und Tiefen von mehreren Metern ausfüllen. Vergleichbare schlammartige Feuchtsedimente entstehen heute erst etwa 550 km südlich in Nord-Kordofan. Auch auf der Basis botanischer und zoologischer Übereinstimmungen können sie zur Veranschaulichung der feuchtzeitlichen Verhältnisse im Unterlauf des Wadi Howar dienen (Abb. 8A, B). An mehreren Stellen wurden in solche Ablagerungen eingebettete Menschenskelette gefunden, von denen einige aufgrund einer Hockerstellung offensichtlich bestattet wurden, andere hingegen eine unregelmäßige, leicht gebeugte Lage zeigten (Abb. 9). So besteht der Verdacht auf einen Tod durch Ertrinken – in einer heute nahezu wasserlosen Wüste.

An dieser Stelle können nur vier jüngere Ergebnisse aus diesem Talabschnitt erwähnt werden. Im westlichen Vorland des Jebel Rahib befindet sich rund 30 km nördlich der Nordböschung des Wadi Howar eine zerklüftete Felsengruppe mit pittoresken Sandsteinpfeilern. Diese Zolat el Hammad genannte Lokalität bietet eine der wenigen Felsbildstellen in der sudanesischen Sahara. Während einige der an Felshängen auf der Westseite angebrachten Gravierungen, die nahe der alten Karawanenroute Darb el Arbain liegen, bereits während der ersten Erkundungen in den 1920er und 1930er Jahren entdeckt wurden, blieben die Felsbilder auf der östlichen Seite bis zu den geowissenschaftlichen Arbeiten der 1980er Jahre unbemerkt (NEWBOLD 1924, RHOTERT 1952).

Hier befinden sich in vor dem Wind geschützten Lagen zahlreiche Felsgravierungen, die als relativ helle Linien und Flächen gegenüber der natürlichen, dunkel patinierten Oberfläche des Sandsteins in unterschiedlichem Maße hervortreten. Zweifelsohne leiten sich daraus verschiedene Alter ab. Die meisten Darstellungen der offensichtlich älteren Phasen sind in

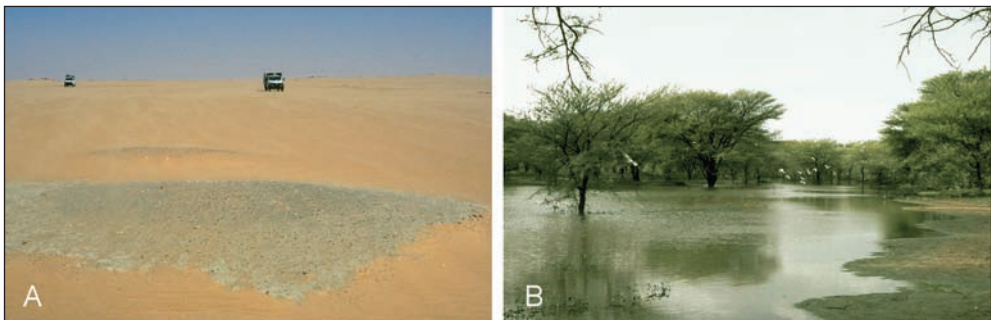


Abb. 8 (A) Feuchtzeitliche Ablagerungen unter Flugsanddecke im Unteren Wadi Howar. (B) Aktualistische Veranschaulichung des Unteren Wadi Howar während der früh- und mittelholozänen Feuchtphase (550 km südlicher gelegenes Wadi in Nordkordofan)





Abb. 9 Skelett einer offenbar ertrunkenen Person in mittelholozänen Ablagerungen des Unteren Wadi Howar

gepunzter Weise anbracht, wobei vor allem die Giraffen mit großer Sorgfalt und künstlerischer Ausdrucksstärke dargestellt sind. Es war jedoch auffällig, dass unter den Petroglyphen von Zolat el Hammad keine Darstellungen von Großwild wie Nashörnern, Flusspferden und Krokodilen vorhanden waren, obwohl diese eindrucksvollen Tiere ebenso wie die dargestellten Elefanten, Giraffen oder Rinder durch Knochenfunde im Wadi Howar nachgewiesen sind. Diese Lücke konnte bei einer Begehung im Jahre 2001 teilweise geschlossen werden, als an einer relativ schwer erklimmbaren Position sehr sorgfältig gearbeitete und wegen des Patinierungsgrads offenbar sehr alte Darstellungen von Nashörnern gefunden wurden (Abb. 10). Eine Besonderheit liegt darin, dass die Nashörner in Herden, was untypisch für diese eher einzelgängerischen Tiere ist, und in enger Verbindung mit rundköpfigen Menschen wiedergegeben sind.

Die menschlichen Figuren mit den großen rundlichen Köpfen sind für den Nordwestsudan bisher einzigartig. Vergleichbare Darstellungen, wenn auch in gemalter Form, sind aus dem Tibesti und insbesondere aus dem Ennedi und dem Borku beschrieben. Die Ähnlichkeiten der Felsbilder deuten so auf frühe kulturelle und möglicherweise ethnische Beziehungen zwischen dem Wadi Howar und dem jenseits des Westnubischen Paläosees gelegenen Ennedi-Plateau und damit auch dem Einflussbereich des früheren Tschadsees hin (KRÖPELIN 2004). Die *Rundkopf*-Periode, die zwischen der *Bubalus*-Zeit und der Rinder-Zeit lag, wird gemeinhin vor das 5. Jahrtausend v. u. Z. gestellt.

Einer jüngeren Phase gehören dagegen die deutlich frischer wirkenden Darstellungen großer Herden mit gefleckten und vermutlich domestizierten, lang- und kurzhornigen Rindern an, die in vergleichsweise gröberer Weise angelegt wurden. Auffallend sind die zahlreichen Strauße, die inmitten der Rinderherden auftreten und womöglich domestiziert waren. In der Nähe der Herden sind auch Menschen und Hunde erkennbar. Diese Szenen überlagern zum Teil die Darstellungen von Giraffen. Als offenbar jüngste Darstellungen finden sich Mähnen-



Abb. 10 Vermutlich frühholozäne Felsgravierungen von Zolat el Hammad mit Nashörnern, Straußen und rundköpfigen Menschen

schafe (*Ammotragus lervia*), die zu den bereits an extreme Trockenheit angepassten Arten gehören und deshalb wohl den Beginn der Austrocknung des Raumes signalisieren. Dagegen sind nirgends Dromedare dargestellt, was darauf hinweist, dass die Lokalität spätestens seit deren Einführung vor rund 2000 Jahren wegen unzureichender Lebensbedingungen nicht mehr bewohnt wurde.

Das unbestritten bedeutendste archäologische Phänomen im Unteren Wadi Howar sind die sogenannten Siedeldünen, die hauptsächlich entlang des ehemaligen Nordufers auftreten. Nach jüngsten Geländeaufnahmen und Auswertungen hochauflösender Satellitenbilder können nahezu 200 Exemplare lokalisiert werden. Es handelt sich dabei um bis zu 20 m hohe Dünen, die allein durch eine Deckschicht aus Artefakten stabilisiert und damit am Weiterwandern infolge der beständig wehenden Passatwinde gehindert wurden (Abb. 11). Aus physikalischen Gründen können sämtliche Partikel mit Durchmessern über der Sandfraktion ( $> 2$  mm) nur durch den Menschen auf die Dünen gelangt sein. Sowohl Anzahl und Ausdehnung wie die Materialfülle dieser prähistorischen Siedlungsplätze sind wahrscheinlich nicht nur in der Sahara ohnegleichen (GABRIEL et al. 1985, KRÖPELIN 2007). Die Siedeldünen können somit als wichtigstes prähistorisches Erbe der südöstlichen Sahara aufgefasst werden.

Die von Kulturschutt bedeckten Dünenkörper bilden Quadratkilometer große Siedlungsplätze, die nach den absoluten Datierungen und der Keramiktypologie über mehrere Jahrtausende genutzt wurden. Die bis einen Meter tief reichenden Kulturschichten bestehen aus relativ kohlenstoffreichen sandigen Bodenbildungen, die von Steinartefakten, Keramikfragmenten, Knochen- und Vegetationsresten durchsetzt sind und den sterilen Dünensanden aufliegen. Der erhöhte Kalkgehalt in den obersten Lagen rührt vom Zerfall von Siedlungsresten wie Knochen, Schnecken oder Muscheln her.



Abb. 11 Siedeldüne im Unteren Wadi Howar mit dichter Bedeckung aus Kulturschutt

Das auf den Dünen befindliche anthropogene Material ließe sich in Stückzahlen nur in Millionen beziffern. Es besteht hauptsächlich aus dem für Siedlungszwecke oder zur Steinwerkzeugherstellung herangeschafften Rohmaterial und den dabei entstandenen Bruchstücken. Die aus verschiedenen Gesteinen hergestellten Steinartefakte, darunter Reibsteine, Reibschalen, Steinkugeln, Steinbeile und Mikrolithen, stehen an zweiter Stelle. Keramikscherben variabler Stärke, Magerung und Verzierung sind auf allen Siedeldünen sowohl auf der Oberfläche wie im Sediment in großer Häufigkeit verbreitet.

Daneben sind auch Steinsetzungen vorhanden, darunter Anhäufungen vollständiger und zerbrochener Reibschalen und Reibplatten, und metergroße Mulden mit zerfallenen Knochen, die auf von Wildtieren ausgegrabene Gräberfelder zurückgehen dürften. Menschliche Bestattungen finden sich auf vielen Siedeldünen, wobei die Skelette oft vom Sandstrahlgebläse des Windes messerscharf gekappt wurden. Bei einem Teil der Keramik, darunter auch vollständige Gefäße, oder Ketten aus Hunderten von Straußenei-perlen, handelt es sich offenbar um Grabbeigaben. Andere Knochenkonzentrationen, darunter nicht selten Rinderkiefer, sogar Elefantenschädel, dürften auf Schlachtplätze oder Speisereste zurückgehen, was sich auch in den hohen Phosphatwerten der Bodenbildungen widerspiegelt.

Von besonderem Interesse für die Umweltrekonstruktion ist die Tatsache, dass – wie neue Satellitenbilddauswertungen bestätigen – in den meisten Fällen die ursprüngliche Form der Dünen erhalten ist. Es handelt sich um Parabeldünen, deren zur Passatwindrichtung (also nach Norden) offene Parabelform sich im Gelände wie im Satellitenbild deutlich von der leeseitig (also nach Süden) geöffneten Sichelform der mobilen Barchane abhebt (Abb. 12). Wie in einer Momentaufnahme ist damit der Dünentyp zum Zeitpunkt der ersten Besiedlung festgehalten. Parabeldünen sind charakteristisch für semiaride Klimaverhältnisse, die mit flächenhafter Kraut- oder Grasbedeckung und hoher Bodenfeuchte aufgrund entsprechender lokaler Niederschläge, regelmäßiger Überschwemmungen oder oberflächennahen Grundwassers einhergehen. Alle diese Faktoren lassen sich im Umfeld der Siedeldünen nachweisen.



Abb. 12 Siedeldüne im östlichen Vorland des Jebel Rahib mit zur Passatwindrichtung geöffneter Parabelform



Abb. 13 Vermutlich napatansische Festungsanlage am Unteren Wadi Howar

Bei einer Änderung dieser Parameter wäre ohne die Konservierung durch die Kulturschichten eine schnelle Umwandlung in Barchane erfolgt, die bis heute besonders für den Nordsudan typisch sind. Heute treten in der gesamten Sahara keine vergleichbaren (natürlichen) Parabeldünen mehr auf.

Die Anfang 1984 etwa 100 km westlich des Nil am Unterlauf des Wadi Howar entdeckte Festungsanlage stellt nach wie vor das größte bisher bekannte Bauwerk der gesamten suda-

nesischen Sahara dar (Abb. 13, KUPER 1988, KRÖPELIN 1993a). Nach neueren Erhebungen wurde es an einer Gunstposition unmittelbar gegenüber einer undurchlässigen Basaltdecke errichtet, von der selbst spärlichere Niederschläge in die direkt unterhalb der Festung gelegene Talsenke abfließen konnten. Innerhalb der Festung sind übrigens die Umrisse einer kleinen Regensammelanlage (*Hafir*) erkennbar.

Laufende archäologische Ausgrabungen deuten darauf hin, dass die trapezförmige Anlage mit ihren imposanten 100–180 m langen sowie 5–6 m breiten Mauern und Bastionen nicht – wie früher angenommen – während der meroitischen Epoche (etwa 400 v. u. Z. bis 350 u. Z.), sondern bereits in der vorhergehenden napatanschen Periode vermutlich zu Beginn des 1. Jahrtausends v. u. Z. errichtet wurde (JESSE und KUPER 2006). Das monumentale Bauwerk belegt die noch relativ späte strategische Bedeutung des Unteren Wadi Howar als Kontrollpunkt einer Ost-West- oder West-Ost-Achse zwischen dem Nil und dem Tschadseegebiet oder einer Nordost-Südwest-Verbindung zwischen dem nubischen Nil und Nord-Kordofan.

Nahe der Festung wurden einige bemerkenswerte Felsgravierungen angetroffen, die in sehr harte Quarzitbänke am Wadiboden eingeritzt wurden. Sie stammen aufgrund ihres unterschiedlichen Patinierungsgrads aus verschiedenen Perioden und zeigen neben Darstellungen von Tieren und rätselhaften Gegenständen auch ein Anch-Zeichen, welches einen frühen Bezug zum pharaonischen Ägypten herstellt (KRÖPELIN 2004, JESSE 2005).

In Zusammenhang mit dem viel diskutierten Thema der Wüstenausbreitung sollen noch Langzeitbeobachtungen erwähnt werden, die auf den wiederholten Befahrungen des Unteren Wadi Howar während der letzten 25 Jahre gemacht wurden. Entgegen der weitläufigen Annahme abnehmender Niederschläge am Südrand der Sahara finden sich hier unzweifelhafte Belege verstärkter Sommerregen. Diese bewirkten eine erstaunlich dichte Pflanzendecke aus Gräsern, Kräutern und sogar aufkeimenden Bäumchen in zuvor nahezu bewuchslosen Talabschnitten. Die den Talboden zum Teil über mehrere Kilometer Länge bedeckende Vegetation repräsentiert offenbar den bisherigen Höhepunkt eines Trends zunehmender Niederschläge, der mit dem seinerzeit vermeintlichen „Jahrhundertregen“ im August 1988 eingesetzt hat (KRÖPELIN 1993a). Die gegenwärtig im von menschlichem Einfluss unberührten Unteren Wadi Howar konstatierte Vegetation übertrifft bei Weitem die für den nordsudanesischen Wüstensaum typische, sogenannte Gizu-Vegetation, die nur aus einem Flaum winziger Gräser bestand. Die Vegetationszunahme hat bereits eine Zuwanderung von Vögeln, Gazellen, Füchsen, Mäusen und sogar Fröschen zur Folge; schon weiden einzelne Kababisch-Familien ihre Kamelherden in dem zumindest seit Generationen kaum nutzbaren Gebiet (Abb. 14).

Die Niederschläge und die daraus resultierende Vegetation können als Indiz für hygrisch günstige Auswirkungen der globalen Erwärmung auf die südöstliche Sahara gewertet werden. Anstatt der allgemein angenommenen Verstärkung der Trockenheit aufgrund der rezenten globalen Erwärmung scheint es in Folge zunehmender Verdunstung über den Meeren und einer damit einhergehenden Verstärkung monsunaler Systeme wie zuletzt nach dem Ende der Kaltzeit zu vermehrten Niederschlägen zu kommen. Ein Anhalten dieses Trends wäre ein positives Signal für den Nordrand der sudanesischen Sahelzone, und womöglich für den Südrand des gesamten altweltlichen Trockengürtels, welches der Mensch-gemachten Deserifikation zumindest in begrenztem Umfang entgegenwirken würde.



Abb. 14 Kababisch-Nomaden auf Kamelweide im zuvor nahezu vegetationslosen Unteren Wadi Howar

## 6. Einordnung in den paläoklimatischen und kulturellen Gesamtrahmen

Im Gegensatz zur westlichen und zentralen Sahara ist die östliche Sahara nicht durch Gebirge gegliedert, die Klimasignale tropischer Sommer- und mediterraner Winterregen verfälschen können. Mit den vielfältigen geologischen, biologischen und archäologischen Klimazeugen, die meist oberflächennah exponiert sind, ist die Ostsahara ein hervorragendes Arbeitsgebiet in der Zielsetzung, den Ablauf der holozänen Klima- und Besiedlungsgeschichte der Sahara in verschiedene Phasen zu untergliedern und mit bedeutenden kulturgeschichtlichen Entwicklungen zu korrelieren.

Wesentlichste Grundlage der Rekonstruktion der Klima- und Besiedlungsgeschichte ist eine Synthese aus 150 über die gesamte Ostsahara verteilten archäologischen Ausgrabungen und rund 500 Radiokarbondatierungen, in denen sich die Anwesenheit des Menschen in bestimmten Gebieten während verschiedener Zeitscheiben widerspiegelt (KUPER und KRÖPELIN 2006). Der Mensch, der an keinem Ort ohne verfügbares Oberflächenwasser überleben konnte, wird dabei als sensibler Klimaindikator betrachtet, dessen Siedlungsspuren – ebenso wie deren Abwesenheit – Niederschlagsintensitäten und Umweltbedingungen sowie das annähernd breitenparallele Fortschreiten der Wüstenränder von Nord nach Süd präzise nachzeichnen.

Im Endpleistozän nach dem letzten glazialen Maximum von 21 000 v. u. Z. reichte die Sahara noch Hunderte Kilometer weiter nach Süden als heute. Zu dieser Zeit waren die Existenzmöglichkeiten ausschließlich auf das Niltal beschränkt (Abb. 15A). Mit dem Beginn des Holozäns im 9. Jahrtausend v. u. Z. änderte sich dieses Bild entscheidend, als sich die hyperaride und wie heute völlig unbesiedelte Ostsahara in eine bewohnbare Savanne verwandelte. Die neuen Siedlungsmöglichkeiten wurden umgehend vom Süden her bis jenseits des Gilf-Kebir-Plateaus genutzt (Abb. 15B). Schätzungen auf der Basis geologischer, biologischer und archäologischer Klimaindikatoren ergeben für die Phase 8500–7000 v. u. Z. jährliche

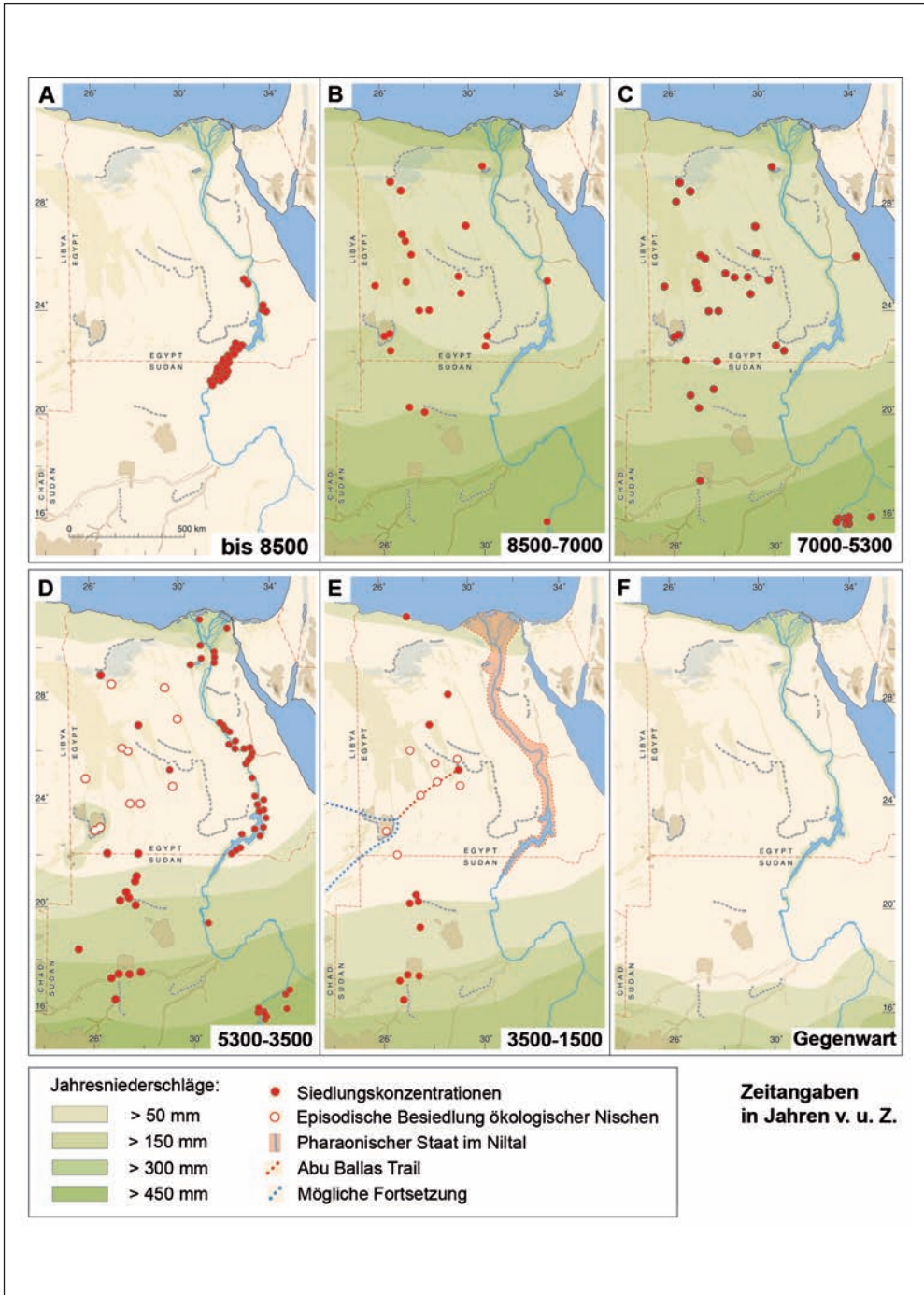


Abb. 15 Klimawandel und Besiedlung der östlichen Sahara während des Holozäns (nach KRÖPELIN und KUPER 2007)

Niederschläge, die zwischen etwa 450 mm im Süden (Wadi Howar) und noch über 50 mm im Norden (Große Sandsee Ägyptens) liegen.

Während im Vorderen Orient zur gleichen Zeit bereits der Übergang von der jägerischen Lebensweise zu Sesshaftigkeit mit Ackerbau und Viehhaltung stattfindet, Keramik aber erst später erscheint, leben in der Sahara Keramik gebrauchende Jäger und Sammler. Nach der Verbreitung ihrer Siedlungsplätze bevorzugten sie offenbar die neu entstandene Savanne gegenüber dem auffällig fundleeren Niltal und mieden auch das Gebiet des Westnubischen Paläosees oder die Niederungen des Wadi Howar im Süden, weil die dortigen Umweltverhältnisse zu feucht und gefährlich waren, oder nicht ihrer Wirtschaftsweise entsprachen.

In der Folgezeit von 7000 bis 5300 v. u. Z. ähnelt die Niederschlagsverteilung noch der vorangegangenen Phase, wenn sich auch eine leichte Südverschiebung der Isohyeten abzeichnet, wobei z. B. die Niederschläge im Gilf-Kebir-Plateau unter 150 mm/Jahr und im Mittleren und Unteren Wadi Howar unter 450 mm/Jahr fielen. Die Jagd bildet zwar weiterhin eine wesentliche Lebensgrundlage, doch erfolgen wirtschaftliche und kulturelle Veränderungen, die die geschichtliche Entwicklung des gesamten Kontinents nachhaltig beeinflussten (Abb. 15C). Wichtigste Neuerung ist der Beginn der Viehhaltung, insbesondere die Domestikation des Rindes. Der damit verbundene Pastoralismus bildet bis heute die wesentlichste Lebensgrundlage der Menschen in den ländlichen Trockengebieten Afrikas, einem Drittel des Erdteils.

Der Getreideanbau jedoch, der zu Beginn des Holozäns im Vorderen Orient den grundlegenden wirtschaftlichen Wandel des Übergangs von der aneignenden zur Nahrung produzierenden Lebensweise markiert, ist in dieser Phase nirgends im Bereich der heutigen Sahara sicher belegt. Offensichtlich war es nicht notwendig, Ackerbau zu betreiben, solange die Savanne noch Wildgetreide in ausreichendem Maß bot. In welchem Umfang wild wachsende Gräser selbst noch heute zur Nahrung beitragen, zeigen die oben erwähnten Beobachtungen bei den Zaghawa in Nord-Darfur.

Hieraus ergibt sich ein grundlegend anderes Modell wirtschaftlichen Wandels als es traditionell mit der sogenannten Neolithischen Revolution im „Fruchtbaren Halbmond“ Südwestasiens verbunden ist, von wo aus die neue Lebensweise im 5. Jahrtausend v. u. Z. auch Mitteleuropa erreichte. Statt vom nomadisierenden Jäger und Sammler zum sesshaften, Keramik herstellenden Ackerbauern und Viehzüchter wird der Mensch in der Sahara vom relativ sesshaften, an das Wasser gebundenen Fischer und Jäger, der schon über Keramik verfügt, zum nomadisierenden Viehzüchter (KUPER und KRÖPELIN 2006).

Um 5300 v. u. Z. deutet sich mit einer Datenlücke im Norden der östlichen Sahara die Auffassung bestimmter Regionen an. In der Folgezeit bis 3500 v. u. Z. verschlechtern sich die Lebensbedingungen zunehmend und nähern sich insbesondere in der ägyptischen Sahara den heutigen Wüstenverhältnissen (Abb. 15D). Dort sinkt der Niederschlag auf unter 50 mm/Jahr; lediglich in höher gelegenen Gebieten wie dem Gilf Kebir und dem Jebel Ouenat fällt noch etwas mehr. Besiedlung ist deshalb nur noch in solchen ökologischen Nischen, an grundwassernahen Standorten oder in der Umgebung der ägyptischen Oasendepression möglich.

Gegen Ende dieser Phase erscheinen im vorher fundleeren Niltal die ältesten bäuerlichen Siedlungen, aus denen heraus später die pharaonische Hochkultur erwuchs. Neben der offenkundigen Verlagerung der Besiedlung in Richtung Süden beziehungsweise in das Niltal lässt das archäologische Fundmaterial auf einen Rückzug in Regionen schließen, die episodisch oder saisonal noch ausreichende Lebensbedingungen boten. Die Ebenen und Täler des nördlichen Sudan wurden auch weiterhin von den Monsunregen erreicht und stärker als in den früheren Phasen besiedelt.



Nach 3500 v. u. Z. lassen die fehlenden Daten die westliche Wüste Ägyptens siedlungsleer erscheinen und zeichnen ein Bild, das der heutigen Situation ähnelt (Abb. 15E). Demgegenüber konnte sich in der südlichen Sahara viehzüchterisches Leben weiter entfalten. Siedlungsabfolgen wie in Wadi Shaw und Wadi Hariq im Nordwestsudan (GABRIEL und KRÖPELIN 1983, JESSE et al. 2004) belegen noch am Ende des Alten Reiches dorfähnliche Ansiedlungen mit Brunnenanlagen, die offenbar die Basis für eine Wanderweidewirtschaft bildeten, wie sie bis heute in den Trockengebieten Afrikas weit verbreitet ist. Infolge der ausbleibenden Regen trockneten zunächst die zahlreichen Seen, einschließlich des Westnubischen Paläosees, und später auch die Brunnen aus, so dass den Menschen ab etwa 2200 v. u. Z. ihre Lebensgrundlage entzogen war. Bemerkenswerterweise liegen gerade aus diesem Zeitraum altägyptische Berichte vor, nach denen Nomaden ins Niltal kommen und um Aufnahme bitten, weil „die Wüste vor Hunger stirbt“ (SMITHER 1945).

Dagegen waren 300 km weiter südlich, im Wadi Howar, die ökologischen Bedingungen noch erheblich besser, was sich in überaus reichen Fundplätzen entlang seiner Ufer dokumentiert. Um 3000 v. u. Z. entwickelte sich entlang des Mittleren Wadi Howar eine Rinderhirtenkultur, deren Siedlungsspuren Lebensbilder der spezialisierten Rindernomaden Ost- und Westafrikas wachrufen (KEDING 1997). Doch auch hier schritt die Dürre fort, was sich etwa in einer Abnahme der Rindernachweise in den Siedlungen des 2. Jahrtausends und in einer stärkeren Hinwendung zur Kleinviehzucht widerspiegelt. Insgesamt werden mit diesen Gruppen wohl die Völker greifbar, die den Hintergrund altägyptischer Darstellungen über Kontakte mit den afrikanischen Nachbarn bilden.

Jüngste Entdeckungen von über 30 linear angeordneten pharaonischen Stationen zwischen den Dakhla-Oasen und dem Gilf Kebir liefern Hinweise auf die Zeit vom Alten Reich bis in die Römerzeit, als die ägyptische Sahara bereits zur Anökumene gehörte (BERGMANN und KUHLMANN 2001, KUPER und FÖRSTER 2003). Der sogenannte „Abu Ballas Trail“ wurde über mehrere tausend Jahre zumindest episodisch genutzt, wenn auch noch offen bleibt, ob als Handelsweg, zu staatlichen Zwecken wie Militär- oder Prospektionsunternehmen, zur Gewinnung seltener Rohstoffe, zur Jagd, zur Kontrolle des Schmuggels begehrter Güter aus dem subsaharischen Afrika oder aus sonstigen Gründen (vgl. Abb. 15E).

Da das Kamel erst kurz vor der Zeitenwende in die Sahara eingeführt wurde, waren solche Entfernungen nur mit Eseln zu bewältigen, was einen erheblichen logistischen Aufwand mit einem ausgeklügelten Versorgungssystem und der Einrichtung von Etappenstationen in Tagesabständen erforderlich machte (KUPER 2001). Jedenfalls stellen diese Wüstenkarawanen die bisher ältesten Belege für einen Transsahara-Verkehr dar. Ob und in welcher Weise sich Kontakte zwischen den pharaonischen Expeditionen mit der prähistorischen Restbevölkerung abgespielt haben, ist eine der spannendsten Fragen am Übergang von der Vorgeschichte zur Geschichte, bevor die östliche Sahara schließlich den aktuellen hyperariden Zustand erreichte (Abb. 15F).

Die um 5300 v. u. Z. einsetzende kontinuierliche Austrocknung der Sahara wird durch einen chronologisch hochauflösenden Sedimentkern aus dem Yoa-See von Ounianga Kebir im nördlichen Tschad bestätigt, der ebenso wie der Klimaablauf in Ägypten und Nordsudan Annahmen einer abrupten Austrocknung der Sahara widerlegt (KRÖPELIN et al. 2008a, b). Die langsame Expansion der größten Wüste der Erde hat die heutige Verteilung der Völker, Sprachen, Wirtschaftsweisen und Kulturen auf dem gesamten Kontinent in einem Maße beeinflusst, dass man sie als einen „Motor der Geschichte Afrikas“ betrachten kann.

## Dank

Den langjährigen Weggefährten Baldur GABRIEL, Rudolph KUPER, Bernd MEISSNER und Hans-Joachim PACHUR sei ebenso gedankt wie den Direktoren Omer KHEIR (*Geological Research Authority of Sudan*), Hassan HUSSEIN IDRIS und Salah ED-DIN AHMED (*National Corporation for Antiquities and Museums*) und Mutasim BASHIR NIMIR (*Sudanese Environment Conservation Society*) für die bald drei Jahrzehnte lange ausgezeichnete Zusammenarbeit und nicht zuletzt der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) für die ebenso lange Förderung.

## Literatur

- BERGMANN, C., und KUHLMANN, K. P.: Die Expedition des Cheops. *GEO Special* 5, 120–127 (2001)
- BERKE, H.: Gunsträume und Grenzbereiche. Archäozoologische Beobachtungen in der Libyschen Wüste im Sudan und Ägypten. *Archäologische Berichte* 14, 238–256 (2001)
- CLAYTON, J., DE TRAFFORD, A., and BORDA, M.: A hieroglyphic inscription found at Jebel Uweinat mentioning Yam and Tekhebet. *Sahara* 19, 129–134 (2008)
- EDEL, E.: Inschriften des alten Reiches. V. Die Reiseberichte des Hrw-hwjf (Herchuf). In: FIRCHOW, O. (Ed.): Ägyptologische Studien Nr. 29, S. 51–75. Berlin: Deutsche Akademie der Wissenschaften zu Berlin, Institut für Orientalforschung 1955
- FROBENIUS, L.: Die Kulturdokumentation der Libyschen Wüste und die natürliche Vergangenheit der Libyschen Wüste. In: FROBENIUS, L., und RHOTERT, H. (Eds.): Die Ergebnisse der 11. Deutschen (inner-afrikanischen) Forschungs Expedition in die Libysche Wüste und den Anglo-ägyptischen Sudan 1933. Beiblatt 4 zu den Mitteilungen des Forschungs-Instituts für Kulturmorphologie E. V. 40, 47–59 (1934)
- GABRIEL, B., und KRÖPELIN, S.: Jungquartäre limnische Akkumulationsphasen im NW-Sudan. *Zeitschrift für Geomorphologie NF Suppl.-Bd.* 48, 131–143 (1983)
- GABRIEL, B., KRÖPELIN, S., RICHTER, J., und CZIESLA, E.: Parabeldünen am Wadi Howar – Besiedlung und Klima in neolithischer Zeit im Nordsudan. *Geowissenschaften in unserer Zeit* 3, 105–112 (1985)
- HOELZMANN, P.: Palaeoecology of Holocene lacustrine sediments within the West-Nubian Basin, SE-Sahara. *Würzburger Geographische Abhandlungen* 83, 59–71 (1992)
- HOELZMANN, P., KEDING, B., BERKE, H., KRÖPELIN, S., and KRUSE, H.-J.: Environmental change and archaeology: Lake evolution and human occupation in the Eastern Sahara during the Holocene. *Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology* 169, 193–217 (2001)
- JESSE, F.: Rock art in Lower Wadi Howar, Northwest Sudan. *Sahara* 16, 27–38 (2005)
- JESSE, F., and KUPER, R.: Napata in the West? – The Gala Abu Ahmed fortress in the Lower Wadi Howar (NW Sudan). *Archéologie du Nil Moyen* 10, 135–159 (2006)
- JESSE, F., KRÖPELIN, S., LANGE, M., PÖLLATH, N., and BERKE, H.: On the periphery of Kerma – The Handessi horizon in Wadi Hariq, Northwestern Sudan. *Journal of African Archaeology* 2, 123–165 (2004)
- KEDING, B.: Djabarona 84/13 – Untersuchungen zur Besiedlungsgeschichte des Wadi Howar anhand der Keramik des 3. und 2. Jahrtausends v. Chr. *Africa Praehistorica* 9, 9–371 (1997)
- KRÖPELIN, S.: Untersuchungen zum Sedimentationsmilieu von Playas im Gilf Kebir (SW-Ägypten). *Africa Praehistorica* 2, 183–305 (1989)
- KRÖPELIN, S.: Zur Rekonstruktion der spätquartären Umwelt am Unteren Wadi Howar (Südöstliche Sahara/NW-Sudan). *Berliner Geographische Abhandlungen* 54, 1–293 (1993a)
- KRÖPELIN, S.: Environmental change in the southeastern Sahara and the proposal of a Geo-Biosphere Reserve in the Wadi Howar area (NW Sudan). In: THORWEIHE, U., and SCHANDELMEIER, H. (Eds.): *Geoscientific Research in Northeast Africa*; pp. 561–568. Rotterdam: Balkema 1993b
- KRÖPELIN, S.: Terrestrische Paläoklimatologie heute arider Gebiete: Resultate aus dem Unteren Wadi Howar (Südöstliche Sahara/Nordwest-Sudan). In: KLITZSCH, E., and THORWEIHE, U. (Eds.): *Nordost-Afrika: Strukturen und Ressourcen. Ergebnisse aus dem Sonderforschungsbereich „Geowissenschaftliche Probleme in ariden und semi-ariden Gebieten“*. S. 448–508. Weinheim: Wiley-VCH 1999
- KRÖPELIN, S.: New petroglyph sites in the Southern Libyan Desert (Sudan-Chad). *Sahara* 15, 111–117, 3 plates (2004)
- KRÖPELIN, S.: Wadi Howar – Climate change and human occupation in the Sudanese desert during the past 11,000 years. In: HOPKINS, P. G. (Ed.): *Kenana Handbook of Sudan*; pp. 17–38. London: Kegan Paul 2007
- KRÖPELIN, S., und KUPER, R.: Holozäner Klimawandel und Besiedlungsgeschichte der östlichen Sahara. *Geographische Rundschau* 4, 22–29 (2007)

- KRÖPELIN, S., VERSCHUREN, D., and LÉZINE, A.-M.: Response to comment by Brovkin and Claussen on “Climate-driven ecosystem succession in the Sahara: The past 6000 years”. *Science* 322, 1326. doi: 10.1126/science.1163483 (2008a)
- KRÖPELIN, S., VERSCHUREN, D., LÉZINE, A.-M., EGGERMONT, H., COCQUYT, C., FRANCUS, P., CAZET, J.-P., FAGOT, M., RUMES, B., RUSSELL, J. M., DARIUS, F., CONLEY, D. J., SCHUSTER, M., SUCHODOLETZ, H. VON, and ENGSTROM, D. R.: Climate-driven ecosystem succession in the Sahara: The past 6000 years. *Science* 320, 765–768. doi: 10.1126/science.1154913 (2008b)
- KUPER, R.: Neue Forschungen zur Besiedlungsgeschichte der Ost-Sahara. *Archäologisches Korrespondenzblatt* 18, 127–142 (1988)
- KUPER, R.: By donkey train to Kufra? – How Mr Meri went west. *Antiquity* 75, 801–802 (2001)
- KUPER, R., and FÖRSTER, F.: Khufu’s *mefat* expedition into the Libyan desert. *Egyptian Archaeology* 23, 25–28 (2003)
- KUPER, R., and KRÖPELIN, S.: Climate-controlled Holocene occupation in the Sahara: Motor of Africa’s evolution. *Science* 313, 803–807 (2006)
- NEUMANN, K.: Zur Vegetationsgeschichte der Ostsahara im Holozän – Holzkohlen aus prähistorischen Fundstellen. *Africa Praehistorica* 2, 13–181 (1989)
- NEWBOLD, D.: A desert odyssey of a thousand miles. *Sudan Notes and Records* 7, 43–92 (1924)
- NUSSBAUM, S., KRÖPELIN, S., and DARIUS, F.: The flora and vegetation of Wadi Howar. In: BUBENZER, O., BOLTEN, A., and DARIUS, F. (Eds.): *Atlas of Cultural and Environmental Change in Arid Africa*. *Africa Praehistorica* 21, 40–41 (2007)
- PACHUR, H.-J.: Der Ptolemäus-See in Westnubien als Paläoklimaindikator. *Petermanns Geographische Mitteilungen* 141, 227–250 (1997)
- PACHUR, H.-J.: Holozäne Klimawechsel in den nördlichen Subtropen. *Nova Acta Leopoldina NF Bd. 88, Nr. 331*, 109–131 (2001)
- PACHUR, H.-J., und ALTMANN, N.: *Die Ostsahara im Spätquartär*. Berlin: Springer 2006
- PACHUR, H.-J., and KRÖPELIN, S.: Wadi Howar: Paleoclimatic evidence from an extinct river system in the South-eastern Sahara. *Science* 237, 298–300 (1987)
- PACHUR, H.-J., KRÖPELIN, S., HOELZMANN, P., GOSCHIN, M., and ALTMANN, N.: Late Quaternary fluvio-lacustrine environments of Western Nubia. *Berliner geowissenschaftliche Abhandlungen* 120/1, 203–260 (1990)
- PETERS, J., PÖLLATH, N., and DRIESCH, A. VON DEN: Ichthyological diversity in the Holocene palaeodrainage systems of Western Nubia. In: LENSSEN-ERZ, T., TEGTMEIER, U., and KRÖPELIN, S. (Eds.): *Tides of the Desert – Gezeiten der Wüste*. *Contributions to the Archaeology and Environmental History of Africa in Honour of Rudolph Kuper*. *Africa Praehistorica* 14, 325–335 (2002)
- RHOTERT, H.: *Libysche Felsbilder*. Darmstadt: Wittich 1952
- RODRIGUES, D., ABELL, P. I., and KRÖPELIN, S.: Seasonality in the early Holocene climate of NW Sudan. In: KRÖPELIN, S., and PETIT-MAIRE, N. (Eds.): *Special Issue “Paleomonsoon Variations and Terrestrial Environment Change during the Late Quaternary”*. *Global and Planetary Change* 26, 181–187 (2000)
- SHAW, W. B. K.: An expedition in the Southern Libyan desert. *Geographical Journal* 87, 193–221 (1936)
- SMITHER, P.: The Semnah despatches. *Journal of Egyptian Archaeology* 31, 3–10 (1945)

Dr. Stefan KRÖPELIN  
Universität zu Köln  
Institut für Ur- und Frühgeschichte  
Forschungsstelle Afrika  
Jennerstraße 8  
50823 Köln  
Bundesrepublik Deutschland  
Tel.: +49 221 556680  
Fax: +49 221 5502303  
E-Mail: s.kroe@uni-koeln.de