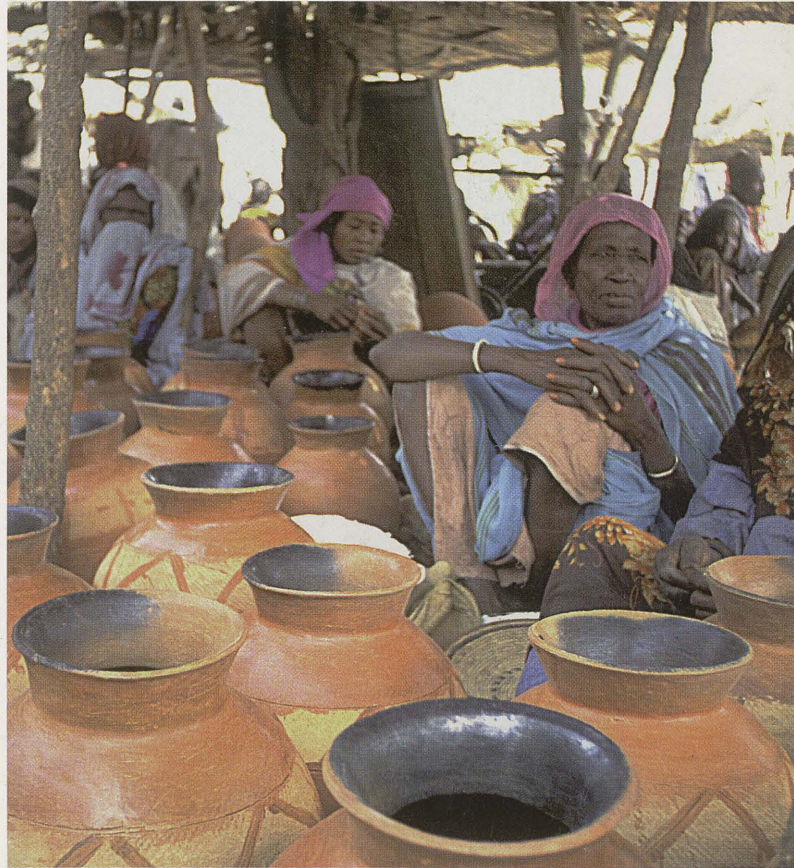


408

A 355

Hu
Flu

Forschung Frankfurt



Schwerpunktthema Westafrikanische Savanne

- ▶ Erntedank in Tenkodogo ▶ Trocknet der Tschadsee aus? ▶ Der Einbaum von Dufuna: Das älteste Boot Afrikas ▶ Dynamik ethnischer und sprachlicher Prozesse im Mega-Tschad-Raum ▶ Stahlkocher in der Savanne ▶ Die Ordnung in der Zelle: Über die verschiedenen Funktionen des Zytoskeletts
- ▶ Frankfurter Zoologe entdeckt zwei Leguanarten in Mittelamerika ▶ Positronen-Emissions-Tomograph: Stoffwechsel und Signaltransfer auf molekula-

Stadt- u. Urv. Ebene werden sichtbar
Frankfurt/Main

Es ist verdammt hart, die Nummer 1 zu sein...

Unsere Produkte haben einen entscheidenden Vorteil

Wenn Sie teure Mainframe-Lösungen ergänzen, ersetzen oder vermeiden wollen, benötigen Sie offene Systeme. Dazu erstklassige Datenbankserver, Entwicklungswerkzeuge, Netzwerkprodukte und Frontend-Tools.

Zum Beispiel den neuen INFORMIX-OnLine Dynamic Server mit interner Parallelverarbeitung. Mit „DSA“ sprengt es heute alle Leistungsgrenzen - macht aus offenen Systemen „offene Mainframes“.

Offene Datenbanksysteme kommen meistens vom Marktführer* Informix. Kein Wunder: schließlich sorgen unsere relationalen SQL-Client-/Server-Datenbanken durch mehr Performance auch für mehr Investitionssicherheit.

Hinter Informix stehen neben modernster Softwaretechnologie über 400 Partner mit individuellen Informix-Anwendungen, kompetenter Beratung, Schulung und Support.

Und wenn Sie wissen wollen, wie offen wir wirklich sind, sollten Sie bei uns anrufen oder bei einem unserer Partner vorbeischaun.

Weitere Informationen erhalten Sie unter **Telefon 089 / 960 98-222.**

* Laut IDC Marktstudie 1993

INFORMIX Software GmbH, Oskar-Messter-Str. 25, 85737 Ismaning

 **INFORMIX**
Die führende Datenbank-Software



Seite 4: Westafrikanische Savanne

Erntedank in Tenkodogo

Will das Werk der Pflanzler und Bauern gelingen, so bedarf es der Hilfe und des Segens jenseitiger Mächte. In Tenkodogo, einer Stadt mit 30.000 Einwohnern in Burkina Faso, sind es vor allem die Ahnen, und besonders die über den Tod hinaus einflussreichen königlichen Vorfahren, auf deren Unterstützung man vertraut. Am Hofe des Tenkodogo-naaba konnten die Ethnologen *Ute Ritz-Müller* und *Hans Zimmermann* erleben, wie der Monarch Dank für das verflossene Jahr abstattet und um Gesundheit und künftigen Wohlstand für sich und seine Untertanen bittet.

Seite 6: Westafrikanische Savanne

Ein Sonderforschungsbereich stellt sich vor

Kulturentwicklung und Sprachgeschichte im Naturraum Westafrikanische Savanne ist das Thema des Sonderforschungsbereichs 268, dessen Forschungskonzept sein Sprecher *Günter Nagel* skizziert. Die Beiträge in dieser Ausgabe geben einen Einblick in die Spannweite dieser fächerübergreifenden Zusammenarbeit.

Seite 12: Westafrikanische Savanne

Trocknet der Tschadsee aus?

Das einstmals größte Feuchtgebiet zwischen Sahel und Savanne scheint unaufhaltsam zu schrumpfen: So bedeckte der Tschadsee Anfang der sechziger Jahre noch 23.000 Quadratkilometer, Mitte der achtziger nur noch 3.000. Welche Ursachen und Auswirkungen diese Entwicklung hat, untersuchen die Geographinnen *Friderun Fuchs* und *Claudia Dobe*, die Ethnologen *Ulrich Braukämper* und *Holger Kirscht*, der Archäologe *Detlev Gronenborn* und die Archäobotanikerin *Katharina Neumann*.

Seite 22: Westafrikanische Savanne

Der Einbaum von Dufuna – das älteste Boot Afrikas

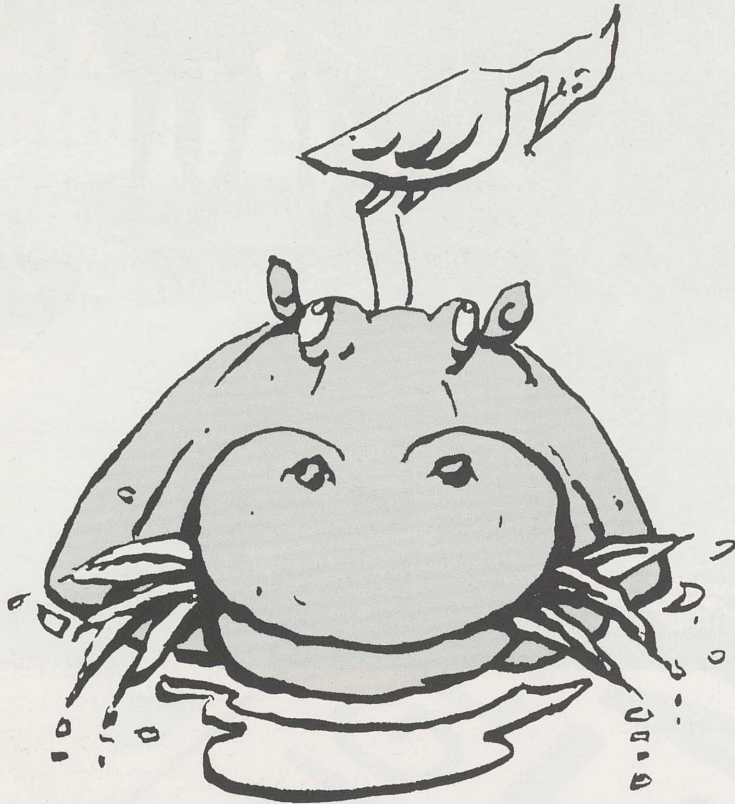
An einem der wenigen großen Flußsysteme Nordnigerias machte ein Hirte beim Brunnengraben eine spannende Entdeckung: Er stieß auf einen ausgehöhlten Baustamm, der sich als ältestes Boot Afrikas entpuppte. Sein Alter wurde nach Radiokohlenstoff-Datierungen auf mindestens 8.000 Jahre bestimmt. *Peter Breunig*, Professor für Vor- und Frühgeschichte Afrikas, berichtet über diesen archäologischen Schatz und über seine kulturgeschichtliche Bedeutung.

Seite 26: Westafrikanische Savanne

Dynamik ethnischer und sprachlicher Prozesse im Mega-Tschad-Raum

Seit mehreren Jahrhunderten drängen die islamisch geprägten Kanuri von der Sahara in den Mega-Tschad. Borno, Siedlungsraum der Kanuri im heutigen Nordostnigeria, wurde ursprünglich von Sprechern tschadischer Sprachen bewohnt, das Kanuri gehört dagegen zur saharanischen Sprachfamilie. Trotz ihrer Dominanz haben die Kanuri andere Sprachen und Kulturen nicht verdrängt, sondern integriert. *Norbert Cyffer*, *Herrmann Jungraihmayer*, *Editha Platte* und *Raimund Vogels* stellen den kulturellen und sprachlichen Wandel mit Beispielen aus Sprachwissenschaft, Ethnologie und Musikethnologie dar.

Das Systemhaus der Großen mit dem Service im Kleinen



BITservice. Im Rhein-Main-Gebiet einer Ihrer größten Systemhaus-Partner im Bereich "Lehre und Forschung" für Personal Computer Systeme und RISC-Workstations sowie alle PC Dienstleistungen.



BITservice Rhein/Main GmbH
Lyoner Str. 36 · 60528 Frankfurt
Telefon 0 69 / 6 64 02-0
Telefax 0 69 / 6 64 02-1 55

BITservice
SERVICE AUF DEM PUNKT

Wenn beim Sparen für Sie die Sonne aufgehen soll,



■ sind unsere Festzins-Sparangebote genau das richtige.

Denn mit dem Deutsche Bank-Festzins-sparen oder den Deutsche Bank-Sparbriefen bekommen Sie zur Zeit besonders attraktive Zinsen. Wie lange, bestimmen Sie selbst.

So können Sie Ihr Geld zwischen 6 Monaten und 10 Jahren für sich arbeiten lassen.

Natürlich kostenfrei und ohne Kursrisiken. Wenn das keine sonnigen Aussichten sind.

■ Reden wir darüber.

Deutsche Bank



Filiale Frankfurt · Roßmarkt 18 · Zweigstellen in allen Stadtteilen

Seite 36: Westafrikanische Savanne

Stahlkocher in der Savanne

Was die Qualität ihrer Stahlwerkzeuge anbelangt, so brauchten die Stahlkocher aus der Savanne die Konkurrenz mit Europa nicht zu scheuen. Erst die deutsche Kolonialmacht bereitete Ende des 19. Jahrhunderts der florierenden Produktion in Togo ein Ende. Um die jahrtausendealte Technik wenigstens als Kulturerbe zu dokumentieren, startete der Ethnologe *Hans Peter Hahn* gemeinsam mit Bewohnern von Bandjeli ein Experiment: Direkt vor dem Gehöft des Häuptlings bauten und entzündeten sie noch einmal einen Schachtofen und gewannen schmiedbaren Stahl.

Seite 46: Zellbiologie

Die Ordnung in der Zelle

Was ist im Raum zwischen den membran-begrenzten Organellen in der Zelle, besteht er nur aus formlosem Gel? Mitte der siebziger Jahre entdeckten die Zellbiologen, daß das Grundplasma aus fädigen Elementen besteht, die je nach Differenzierung und Herkunft einer Zelle ganz verschiedene Anordnung aufweisen können. Die Summe der fibrillären Elemente wird Zytoskelett genannt. Das Zytoskelett gibt Zellen ihre Form und spielt eine entscheidende Rolle bei ihrer Bewegung und Teilung, es wirkt sich sogar auf den Stoffwechsel aus. Mit den verschiedenen Funktionen des Zytoskeletts beschäftigt sich der Arbeitskreis Kinematische Zellforschung des Zoologischen Instituts unter Leitung von *Jürgen Bereiter-Hahn*.

Seite 54: Mosaik

Man nennt mich: Ctenosaura alfredschmidti

Der Frankfurter Zoologe *Gunther Köhler* aus der Arbeitsgruppe von *Bruno Streit* entdeckte bei Forschungsarbeiten in Honduras und Mexiko im vergangenen Jahr zwei Leguanarten. (Seite 54)

Positronen-Emissions-Tomographie (PET)

Stoffwechsel und Signaltransfer auf molekularer Ebene werden sichtbar. Seit Mitte Juli 1994 steht dem Frankfurter Universitätsklinikum dieses neuartige medizinische Diagnostikgerät zur Verfügung. Über die Funktion und Anwendungsgebiete berichten die Nuklearmediziner *Richard P. Baum*, *Gustav Hör*, *Frank-Dieter Maul* und *Andreas Hertel*. (Seite 57)

Impressum und Abbildungsverzeichnis (Seite 63)

Auf dem Niger und Benue, eine afrikanische Stromfahrt.

Die Reisebeschreibungen des Kunstmalers *Carl Arriens*, der den Ethnologen *Leo Frobenius* auf seinen Expeditionen nach Afrika begleitete, gewähren Einblicke in das Expeditionsleben, die auf den heutigen Betrachter beschwerlich und romantisch, aber auch vergnüglich und nahezu kurios wirken mögen. (Seite 64)

■ Eine Frage an alle Computer-Handbuch-Hasser:

Kann man Software leichter lernen?

■ Die Software ist auch nicht mehr das, was sie einmal war. Nicht nur, daß sie wesentlich leistungsstärker und schneller ist, man kann die Software auch noch einfacher lernen. Schuld daran sind in erster Linie jede Menge !logo LernVideos.

Lernen wann und wo man will.

■ Die !logo LernVideos erleichtern Ihnen das alltägliche Arbeiten mit dem PC beträchtlich. Mit !logo LernVideos lernen Sie überall an Ihrem PC - zuhause oder direkt an Ihrem Arbeitsplatz.

Nutzen Sie Ihre Zeit einfach effektiver!

■ Die !logo LernVideos sind nach Anwendungsgebieten aufgeteilt und nicht länger als 45 Minuten; so können Sie sich das Gelernte am besten einprägen. Und Sie werden erstaunt sein, wie schnell Sie lernen!

Für kostenlose Informationen wenden Sie sich bitte an die !logo GmbH, Gartenstraße 23 b, 86938 Schondorf Fax 0 81 92 / 999 004

Der Frage voraus



ZEITSCHRIFTEN & BÜCHER

Innere Medizin · Herz- und Gefäßchirurgie · Gerontologie · Chemie · Ernährungswissenschaft

BOOKS & JOURNALS



STEINKOPFF
DARMSTADT

Erntedank

von Ute Ritz-Müller und Hans Zimmermann



Kinder beim Hühnerrupfen während des *basga*. Hähne sind die häufigste Opfergabe. Man deutet ihr *Kikeriki* am Vorabend des *basga* als Unheil ahnenden Gesang: *beog raarâ n ka raare ye ned fâa ta na ko n saam noâ! nora pool karga têeg ruke têe*. „Morgen wird kein guter Tag für uns sein, denn jedermann wird seinen Vätern einen Hahn geben! Die Hähnchenschenkel werden sich reckend aus dem Topf strecken“.

Weltweit erfahren Menschen, daß die mühsame Bearbeitung des Bodens allein nicht ausreicht, wollen sie ihre Ernte sicher und reichlich einbringen. Dürre, Hagel, Frost, Feuer, zahlreich sind die existenzbedrohenden Kräfte der Natur. In der Vorstellung aller Pflanzler und Bauern bedarf es, um Überleben und Fortbestand der Gemeinschaft zu garantieren, immer auch der Hilfe und des Segens jenseitiger Mächte. In Tenkodogo sind es vor allem die Ahnen, und besonders die über den Tod hinaus einflußreichen königlichen Vorfahren, auf deren Unterstützung man vertraut. Am Hofe des

Tenkodogo-naaba konnten wir erleben, wie der Monarch Dank für das verfllossene Jahr abstattet und um Gesundheit wie künftigen Wohlstand für sich und seine Untertanen bittet.

Der große Freitag

Das *basga* des Königs zählt als Ernte- und Neujahrsfest zu den zentralen Riten im agrarischen Kalender. Es findet statt an einem Freitag, der gleichzeitig auf einen der im dreitägigen Turnus veranstalteten Markttag fällt. Möglicherweise geht die Wahl eines Freitags als festlichem Höhepunkt auf islamische

in Tenkodogo

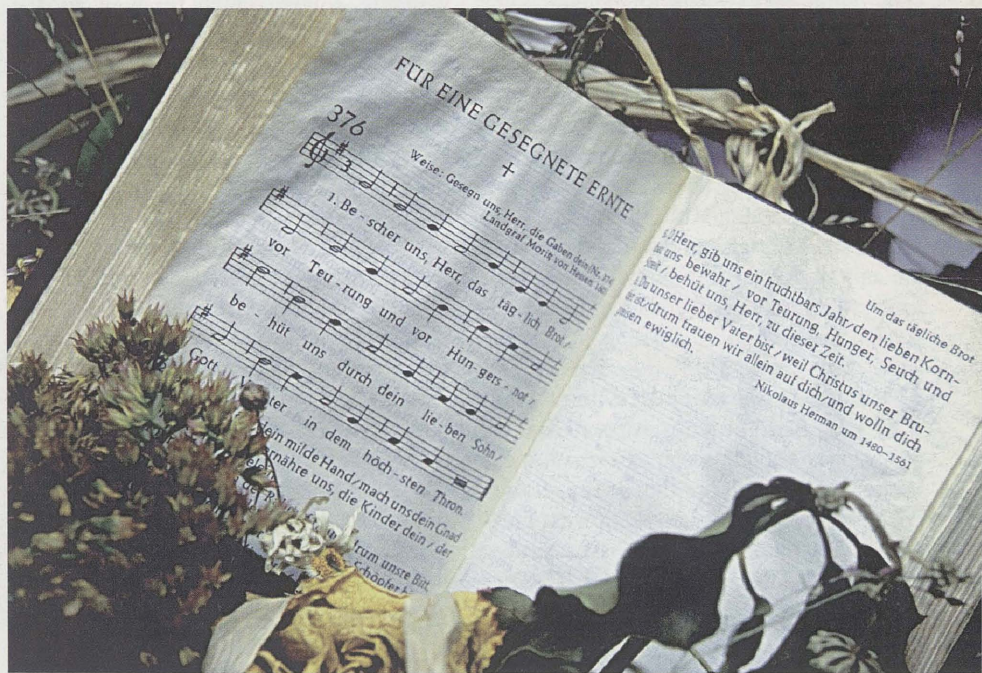
Einflüsse zurück, zumal „kleinere Chefs“ im Umkreis des *naaba* ihr Fest nahezu ausnahmslos an einem Samstag zelebrieren. Auf jeden Fall ein Zugeständnis an die muslimischen Untertanen ist, daß der König einen Angehörigen der ethnischen Gruppe der Fulbe, das heißt einen Muslim, mit dem Schächten der Opferstiere betraut. Dabei wird dem unbetäubten Tier die Kehle bis auf die Halswirbel durchtrennt. So können alle am Festmahl teilhaben, ohne dadurch gegen Reinheitsgebote ihrer Religion zu verstoßen. Die Integration anderer Gruppen und Anschauungen war für Mosi-Herrscher immer ein probates Mittel ihrer Machtpolitik. Als sie mit Beginn des 15. Jahrhunderts als Eroberer ins Land kamen, überlagerten sie die in diesem Raum etablierten, politisch unstrukturierten Dorfgemeinschaften, zwangen diesen ihre Herrschaft auf und verwandelten die eher egalitär ausgerichtete in eine hierarchische Gesellschaft mit einem König an der Spitze. In der Tenkodogo-Region waren die Unterlegenen vor allem Bisa. Der Unterwerfungsprozeß dauerte bis zum 18. Jahrhundert an. Große Teile dieser Bevölkerung wurden durch Heirat von den Mosi absorbiert oder, mit wichtigen Ämtern versehen, in ihr System integriert. Diesen Vasallen schenken die Herrscher größeres Vertrauen als Mitgliedern der eigenen Familie, innerhalb derer sowohl Brüder als auch Söhne verschiedener Mütter um die Macht konkurrieren. Rivalitäten, Intrigen und Ränkespiele sind nirgendwo alltäglicher als bei Hofe.

Tekni Balima, erster Opferpriester, eilt früh am Freitag in den Innenbereich



*„O Herr, gib uns ein fruchtbars Jahr
den lieben Kornbau uns bewahr
vor Teurung, Hunger, Seuch und Streit
behüt uns, Herr, zu dieser Zeit.“*

(Vers 5, Lied 376 im evangelischen Kirchengesangbuch)



der Residenz, den zu betreten allein dem Herrscher, seiner großen Familie sowie Mitgliedern des Hofstaates gestattet ist. Mit den ersten, nicht öffentlichen Zeremonien an diesem Morgen sagt er Dank allen persönlichen Schutzmächten des *naaba* und seiner Familie. Tekni Balima ist präsent, zeichnet als Grabopferer Seiner Majestät aber wesentlich verantwortlich für an den Ahnenkult geknüpfte Zeremonien. Dabei verlieren immer Tiere ihr Leben. Seine Tätigkeit ist nicht ungefährlich, denn sogar die rituelle Tötung gilt als „Mord“, der Rache herausfordert. Vor negativen Folgen schützen spezielle „Medizinen“ (*tiinamo*). Erst wenn

die Riten im Palast vollzogen sind, verlagert sich das Geschehen von drinnen nach draußen und damit an die Öffentlichkeit.

Die Grabopfer

Gegen neun Uhr schreitet Tekni Balima, gefolgt von einigen Helfern, aus dem Tor der Residenz. Die kleine Prozession zieht in chronologischer Ordnung zu den im Kerngebiet der Stadt verstreut liegenden Grabstätten ihrer ersten neun Herrscher. Für den Uneingeweihten sind die meisten dieser Gräber nicht als solche zu erkennen, da nur ein gro-

Die westafrikanische Savanne

– eine Kulturlandschaft

von Günter Nagel

Kulturentwicklung und Sprachgeschichte im Naturraum der Westafrikanischen Savanne ist das Thema des Sonderforschungsbereichs 268, der 1988 an der Johann Wolfgang Goethe-Universität in Frankfurt eingerichtet wurde. Damit gelang es den Frankfurter Afrikaforschern und insbesondere dem im Juni 1992 verstorbenen Direktor des Frobenius-Instituts, Professor Dr. Eike Haberland, die bereits vorhandenen Aktivitäten in den Geistes- und Naturwissenschaften thematisch zu bündeln: Das interdisziplinär angelegte Forschungskonzept hat zum Ziel, die historische Entwicklung von Kulturen in der westafrikanischen Savanne, also die ökonomischen und sozialen Aktivitäten der Menschen, ihre Sprache und Literatur – auch die mündliche –, ihre Musik, ihre Religion und ihre handwerklichen Traditionen zu erforschen.

Da im Vordergrund der Betrachtungen Bevölkerungsgruppen stehen, die ausschließlich von Feldbau oder Viehzucht leben, kommt der Frage nach der Interdependenz von Kulturentwicklung und naturräumlicher Ausstattung eine besondere Bedeutung zu. Dies schließt die den „Naturraum“ gestaltenden Prozesse, wie Relief-, Boden- und Vegetationsentwicklung ein. Die Savanne ist nicht zuletzt deshalb ein spannender Forschungsgegenstand, weil sie den Übergangsraum zwischen extremem Trockengebiet und feuchten Tropen bildet und weil diese Region sowohl von den seßhaften Feldbauern wie auch von den als Nomaden lebenden Viehzüchtern genutzt wird.

Die Aktivitäten der Menschen finden, indem sie die natürlichen Ressourcen nutzen, sie verändern und den Lebensraum gestalten, ihren sichtbaren Ausdruck im Siedlungs- und Landschaftsbild. In diesem Sinne ist die west-

afrikanische Savanne eine „alte“ Kulturlandschaft. Dies wird aus eurozentrischer Sicht betrachtet oft vergessen, stattdessen existiert in den Köpfen vieler Europäer noch das Bild der unberührten Savannenlandschaft und des geschichtslosen Kontinents. Doch in dieser Region Afrikas finden wir nicht nur Zeugen für die natürlichen Prozesse der Landschaftsentwicklung und des Klimawandels, sondern auch für weit zurückreichende Entwicklungen von Kulturen und deren Wirtschaftsform (vgl. die Beiträge „Stahlkocher in der Savanne“, Seite 36 und „Der Einbaum von Dufuna“, Seite 22).

Wie Umwelt erkannt, bewertet und diese Bewertung umgesetzt wird, ist immer abhängig von der Kultur und dem jeweiligen technologischen Stand einer Gesellschaft. Naturverständnis und Umgang mit der Natur ist zudem geprägt durch religiöse Wertvorstellungen und findet, ebenso wie der Kulturwandel, seinen Ausdruck im Kulturwortschatz. Gemeinsam mit den afrikanischen Kollegen wollen die Frankfurter Wissenschaftler auch nur mündlich überlieferte Kulturleistungen und das Sprachgut dokumentieren und zugänglich machen, um so zu einem besseren Verstehen der afrikanischen Kulturen beizutragen (vgl. die Beiträge „Auf den Spuren vergangener Kulturen – Dynamik ethnischer und sprachlicher Prozesse im Mega-Tschad-Raum“, Seite 26 und „Erntedank von Tenkodogo“, Seite 4).

In der Auseinandersetzung mit ihren naturräumlichen Existenzbedingungen haben die verschiedenen Gesellschaften, Gruppen oder Lebensgemeinschaften in der Savanne über lange Zeiträume hinweg sehr unterschiedliche Umweltkonzepte und Strategien entwickelt. Dabei gilt es zu berücksichtigen, daß die naturräumlichen Bedingungen in den

letzten 10.000 Jahren nicht nur durch die Landnutzung, sondern auch durch natürliche Vorgänge, wie Klimawandel, entscheidende Veränderungen erfahren haben, was zu einer ständigen Anpassung der Wirtschafts- und Lebensweise zwingt (vgl. den Beitrag „Trocknet der Tschadsee aus?“, Seite 12).

Wann und unter welchen Bedingungen sind ökologische Krisen aufgetreten? Wie haben die betroffenen Gesellschaften diese überwunden? Antworten auf diese Fragen könnten dazu beitragen, zukünftige Krisen frühzeitig zu erkennen und Strategien zu ihrer Vermeidung zu entwickeln. Die Erweiterung des Forschungsprogramms um angewandte Fragestellungen ist nicht nur wünschenswert, sondern liegt auch im Interesse der mit uns zusammenarbeitenden Universitäten in Nigeria und Burkina Faso. Die Mißerfolge vieler Entwicklungshilfeprojekte in Afrika resultieren nicht zuletzt aus einer einseitigen Sichtweise, die entweder zu stark sozioökonomisch oder naturwissenschaftlich-technokratisch bestimmt ist. Hier könnte unser „kulturökologischer Ansatz“ hilfreich sein.

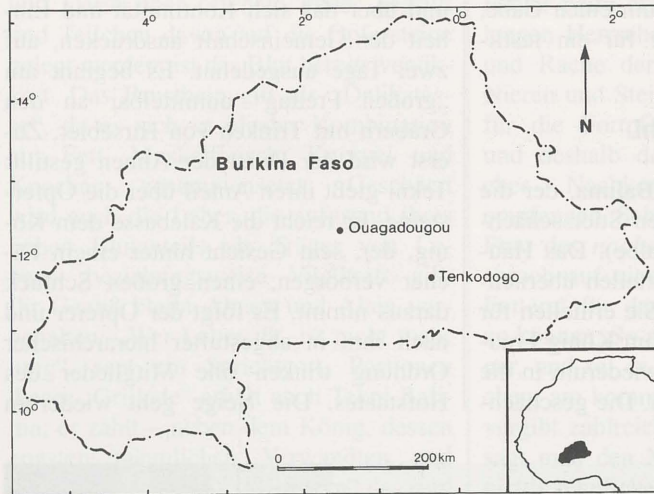
Kulturlandschaftsforschung erfordert die interdisziplinäre Zusammenarbeit von Geistes- und Naturwissenschaften. Im Sonderforschungsbereich 268, der von der Deutschen Forschungsgemeinschaft und dem Land Hessen finanziert wird, sind dies die Afrikanischen Sprachwissenschaften, die Anthropogeographie, die Archäologie, die Archäobotanik, die Geobotanik, die Historische Ethnologie und die Physische Geographie. Die über 40 wissenschaftliche Mitarbeiter aus verschiedenen Fachrichtungen kooperieren eng mit den Wissenschaftlern der Universitäten Ouagadougou in Burkina Faso und Maiduguri in Nigeria. Dank der Unterstützung der Universität Frankfurt nehmen

die Afrikaner als Gastprofessoren oder als Forschungsstipendiaten am akademischen Austausch in Frankfurt teil.

In früheren Ausgaben dieses Wissenschaftsmagazin wurden bereits Beiträge von Mitgliedern des Sonderforschungsbereichs veröffentlicht, die über Ergebnisse der Feldforschungen in Burkina Faso und Nigeria, den regionalen Forschungsschwerpunkten in der Westafrikanischen Savanne, berichtet haben (vgl. Forschung Frankfurt 4/88 mit Beiträgen von Eike Haberland „Afrika – Schwarzer Kontinent im Licht der Forschung“, Herrmann Jungraithmayr „Sprachforschung in Afrika – Wege und Ziele“, Klaus Schneider „Handwerk als Schlüssel zur Kultur“, Forschung Frankfurt 1/91 mit Peter Müller-Haude „Probleme der Bodennutzung in der westafrikanischen Savanne“).

Der Sonderforschungsbereich veranstaltete zum Gedenken an Eike Haberland im Dezember 1992 ein internationales Symposium, an dem 130 Wissenschaftler, darunter 23 Wissenschaftler aus Afrika, teilnahmen. Ein zweites Symposium ist bereits für 1995 geplant. Die Mitarbeiter des SFB informieren auch außerhalb der Universität über ihre Forschungsergebnisse und bemühen sich so, einer breiten Öffentlichkeit Kenntnisse über afrikanischen Kulturen näherzubringen. Diesem Anliegen dienten Vortragsreihe und Ausstellung mit dem Thema „Die Völker Nordnigerias – Umwelt, Alltagsleben und Kultur“, die der Sonderforschungsbereich in Zusammenarbeit mit dem Volkshochschulverband vom 6. bis 27. Mai 1994 in Bad Homburg veranstaltete.

Professor Dr. Günter Nagel ist Sprecher des Sonderforschungsbereichs und lehrt am Institut für Physische Geographie, Fachbereich Geowissenschaften.



Karte von Burkina Faso mit der Hauptstadt Ouagadougou und dem Sitz der Verwaltung der Provinz Boulgou. Tenkodogo zählt circa 30.000 Einwohner. Rechnet man alle unter Oberhoheit des traditionellen Herrschers stehenden Ortschaften dazu, erstreckt sich sein Einflusbereich auf circa 120.000 Personen. Die Stadt liegt an der Hauptroute nach Togo, die erst kürzlich asphaltiert wurde und verfügt im Gegensatz zu den kleineren Ortschaften über eine moderne Strom- und Wasserversorgung.

ber, aus der Erde ragender Stein von ihrem Vorhandensein zeugt. Traditionell bestatten die Mosi ihre Toten in oder neben den Gehöften. Die unterschiedliche Lage der Gräber deutet auf eine häufige Verlagerung der königlichen Residenz. Aufgrund einer veränderten Siedlungsstruktur finden sich die Grabstätten heute an eher ungewöhnlichen Orten. Das Grab *naaba* Sigris, des Gründers von Tenkodogo (Mitte bis zweite Hälfte des 17. Jahrhunderts), als einziges nachträglich mit einer steinernen Umfriedung versehen, liegt an einer vielbefahrenen Straße am Markt. Ansonsten stößt man auf Grabsteine in einem abgeernteten Hirsefeld, auf einem freien, inzwischen als Müllhalde genutzten Platz sowie in versteckten Winkeln und Ecken verschiedener, um den Palast angesiedelter Gehöfte.

Die an den jeweiligen Gräbern vollzogenen Opferhandlungen folgen identischem Muster. Erstes Opfer ist immer *zoom-koom*, in Wasser aufgelöstes Hirsemehl. Mit ihm heißt man die Toten willkommen, die mit Abschluß der Bestattungsriten Fremde wurden und nur zu besonderen Anlässen unter den Lebenden weilen. Durch die Opfergaben gestärkt, kehren sie, bis auf weiteres versöhnlich gestimmt, zurück ins Totenreich. Nach Darbietung des Begrüßungstranks durchschneidet Tekni einem Hahn den Hals und läßt das spritzende Blut über den Opferstein rinnen. Während der Libation (Trankspende) und den folgenden Opfern trägt er dem jeweiligen Ahn das Anliegen des Königs vor. Er dankt für die erhaltenen Feldfrüchte, Tiere und Kinder, bittet um Gesundheit und künftigen Wohlstand. Den in seiner Todesagonie flatternden Hahn wirft er von sich. Wie er fällt, entscheidet darüber, ob der Ahn gewillt ist, das Opfer anzunehmen und somit den an

ihn gerichteten Wünschen nachzukommen. Nur wenn der noch immer krampfhaft zuckende Vogel auf dem Rücken zu liegen kommt, wenn also Brust und Bauch als Sitz der mit Nahrung gefüllten Eingeweide himmelwärts weisen, deutet man es als gutes Zeichen: Die Ahnen werden sich beim Himmelsgott dafür verwenden, daß es auch im kommenden Jahr ausreichend und wohlverteilt regnet. Ein Knabe eilt, den Kadaver aufzuheben und reicht ihn dem Opferer. Der reißt dem Hahn kleine Federbüschel vom Rücken und klebt sie auf das über dem Opferstein langsam verkrustende Blut. Dann bricht er dem Vogel beide Oberschenkel: den linken, um alles von Frauen ausgehende Böse aus der Welt zu schaffen; den rechten, um von Männern intendiertes Unheil abzuwehren. In gleicher Manier, ohne das Tier zu Orakelzwecken zu nutzen, tötet er im Anschluß ein Perlhuhn. Abschließend gießt Tekni aus rotem Sorghum gebräutes Hirsebieb über den Opferstein.

Das Geschehen an diesen neun Gräbern hat kaum öffentliches Interesse erweckt. Anders die Zeremonien, die sich an Vater, Großvater und Urgroßvater des *naaba* richten. Sie setzen ein, bevor die Sonne den Zenit erreicht und bilden den sakralen Höhepunkt des Festes. Jetzt erscheinen Herrscher und Hofstaat, was viel Volk anlockt. Diese bevorzugten Gräber liegen unmittelbar neben beziehungsweise im Hof der Residenz und tragen einen Zementaufbau mit Kreuz. Der zum Zeichen von Tod und Erinnerung in ein schwarzes Prunkgewand gehüllte König nimmt neben dem jeweiligen Grab Platz. Er streicht über die Rücken der Opfertiere. Dabei formuliert er leise Dank und Bitte an den Ahn. Das Opfer gestaltet sich jetzt großartiger: neben einem weißen Hahn und einem jungen Perlhuhn sind ein kräftiger Widder

sowie ein junger Stier zum einen Gabe, zum anderen Grundlage für ein festliches Mahl.

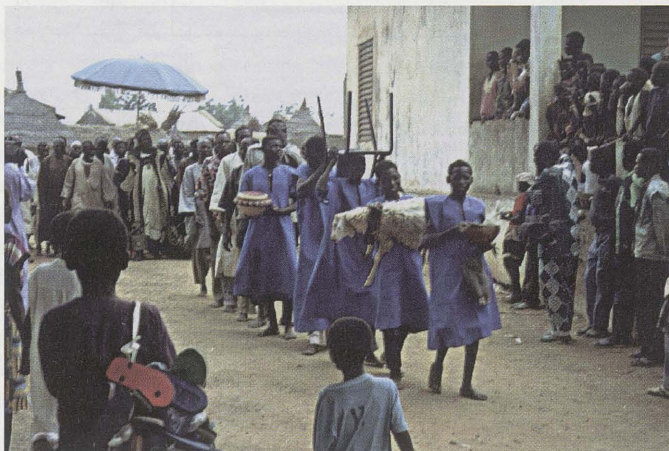
Das gemeinsame Mahl

Wieder ist es Tekni Balima, der die Opfer vollstreckt, nur den Stier schächtet ein Fulga (Plural: Fulbe). Das Häuten, Ausnehmen und Zerteilen übernehmen ehemalige Diener. Sie erhielten für ihre Tätigkeit bei Hof vom König Frauen, deren Erstgeborene wiederum in die Dienste des *naaba* treten. Die geschäch-

und über das sich Kontinuität und Einheit der Gemeinschaft ausdrücken, auf zwei Tage ausgedehnt. Es beginnt am „großen Freitag“ unmittelbar an den Gräbern mit Trinken von Hirsebier. Zuerst wird der Durst der Ahnen gestillt: Tekni gießt ihren Anteil über die Opfersteine. Er reicht die Kalebasse dem König, der, sein Gesicht hinter einem Fächer verborgen, einen großen Schluck daraus nimmt. Es folgt der Opferer und nach ihm in abgestufter hierarchischer Ordnung trinken alle Mitglieder des Hofstaates. Die Neige geht wiederum

Religion und Gesellschaft

Das *basga* ist auch heute noch zentraler Ritus des traditionellen Glaubens, wenngleich ein Teil der Stadtbevölkerung wenig Interesse an den rituellen Handlungen zeigt, sondern sich eher an den unterhaltsamen Ereignissen des Festes beteiligt, wie zum Beispiel den Tänzen und Musikvorführungen. Für die kleine Gruppe der Fulbe, die das Jahr über ziemlich einsam als Hirten in der Wildnis leben, bietet das Fest willkommenen Anlaß, sich zu versammeln und nach möglichen Ehepartnern Ausschau zu halten. Das *basga* ist eines der vielen Ereignisse, an denen die gegenseitige Toleranz der drei in Tenkodogo vertretenen Religionen gelebt wird. Traditioneller Glaube, Islam und Christentum bestehen in Tenkodogo neben- und miteinander. Bestes Beispiel für eine religiöse Offenheit ist der Herrscher selbst. Beim *basga* und anderen Riten des traditionellen Glaubens opfert er an den Gräbern seiner Vorfahren. Beim höchsten Fest der Muslime (Tabaski) Tenkodogos beginnt das große Gebet nicht ohne seine Anwesenheit und (fast) jeden Sonntag besucht er die katholische Messe vor Ort.



Bevor die Sonne am „großen Freitag“ im Zenit steht, ziehen Pagen, Opferpriester und *naaba* Tigre mit großem Gefolge zu den Gräbern der letzten drei Herrscher von Tenkodogo, um als Höhepunkt des *basga* die wertvollen Opfer darzubringen.

teten Stiere werden mit Messern und Beilen zerteilt, nachdem Tekni ihr Blut über die Opfersteine gegossen hat. Das Blut mit seiner ihm innewohnenden Vitalkraft bildet die wesentliche Gabe an die Ahnen, die sich darüber „beleben“ und für die Interessen ihrer Nachkommen vor allem beim Himmelsgott verwenden. Muskelfleisch, Fett, Knochen, Organe, also den überwiegenden Teil des entbluteten Tierkörpers, verzehren die höfischen „Beamten“, denn das Opferritual endet mit einem gemeinsamen Essen. Es bildet den Abschluß auch der vorangegangenen „kleineren“ Erntefeste, daher auch der Name „letztes Mahl“, *basga*. Im Rahmen der Familienverbände speisen alle am gleichen Ort und zur gleichen Zeit. An den Festlichkeiten bei Hof aber partizipieren aufgrund der weitreichenden Verpflichtungen des *naaba* so viele, daß das gemeinsame Essen zu verschiedenen Zeiten und mit jeweils begrenzter Teilnehmerzahl stattfindet. Hier ist das verbindende Mahl, das Lebende und Tote teilen

Monat	Fest
tolgo nif kiugu Auge der Hitze Mond (April)	toe ribo Baobab-Blätter (aus Wildvegetation) Essen
sakom kiugu Regenwasser Mond (August)	beng ribo Bohnenblätter und Okra (Gombo) Essen
je nach Regenfall 42 beziehungsweise 63 Tage später	kazeeg-diligre Hirse Nahrung
sepalego kiugu Trockenzeit Mond (Oktober)	kara ribo (<i>basga</i>) Rotes Sorghum (Hirsebier) Essen Zubereitung von Hirsebier
21 Tage später	
wogod singre kiugu Kälte Anfang Mond (November)	

Erntefeste im Jahresverlauf. Der Verzehr zahlreicher Früchte bleibt den Lebenden untersagt, bevor nicht die Jenseitsmächte ihren Teil im Rahmen eines Rituals erhalten haben. Dies gilt jedoch nur für

altbewährte Nahrung. Nutzpflanzen, welche erst in neuerer Zeit auf den Feldern um Tenkodogo angebaut werden, wie zum Beispiel Mais und Erdnüsse, sind von diesem Verbot nicht betroffen.



SUBARU HÄUSLER
Brot vom Bäcker. Service von Häusler.

Rainer Häusler GmbH
Weisbachstraße 4 - 6, 60314 Frankfurt
Tel. 069/44 80 73, Fax 069/44 30 47

an die Ahnen. Jetzt stimmen die Trommeln die königliche Genealogie an. Die Trommler schlagen keinen Rhythmus, sondern erzählen in der Sprache ihrer Instrumente. Der *naaba* leert, begleitet vom Geträller der anwesenden Tanten und Schwestern, die ihm dargebotene Kalebasse. Salven, abgeschossen aus alten Vorderladern, beenden die Opferhandlungen. Der König kehrt in den Palast zurück.

Wenn er aufs neue erscheint, ist er in Rot gekleidet, der Farbe des Kriegers und der Sonne. Würdevoll schreitet er zum Zentrum seiner im Außenhof des Palastes gelegenen Versammlungshalle, *zaande*, die augenscheinlich hierarchische und topographische Strukturen widerspiegelt. Zahlreiche Dorf- und alle Distriktchefs haben ihre angestammten Plätze zu Füßen der Pfosten, die in Richtung auf ihren Herkunftsort weisen. Während die Ahnen im *zaande* weitere Libationen erhalten und Untertanen den König preisen, trifft die erste Musikgruppe ein. Unterdessen sind Diener des *naaba* noch immer mit der Verteilung der Opfertiere beschäftigt. Wenn die Hälfte von Brustbein, Leber, Lunge, Magen

und Darm über offenem Feuer gegrillt und Teilchen davon auf die Opfersteine gelegt werden, ist das Blut bereits versickert. Das Brustbein gilt als „Delikatesse“, da es sich in idealer Kombination aus Fett, Muskelfleisch, Knorpel und Knochen zusammensetzt. Geschätzt wird auch die Leber, die aufgrund ihres hohen Blutanteils als Träger von Lebens- beziehungsweise Vitalkraft gilt. Ihr Genuß bleibt Ahnen und Alten vorbehalten: „Wer Leber isst, ist nicht mehr jung“, sagt ein Sprichwort. Portionen dieser „Grillade“ erhält auch Tekni Balima; er zählt – neben dem König, dessen engsten männlichen Verwandten und den beiden ersten „Ministern“ – zum auserwählten Kreis, der „mit den Ahnen“ speist. Teile der geopfert Stiere sind auch für die anderen Amtsträger bestimmt. Die ihnen zustehenden Portionen nehmen symbolisch Bezug auf das Amt des jeweiligen Empfängers.

Der Kriegshef bekommt alle Herzen, durften seine Vorgänger früher doch aus einer Schlacht nur als Sieger heimkehren. Die Köpfe gehen an die Trommler; ihre Tätigkeit verlangt scharfe Ohren und ein gutes Gedächtnis: Ein

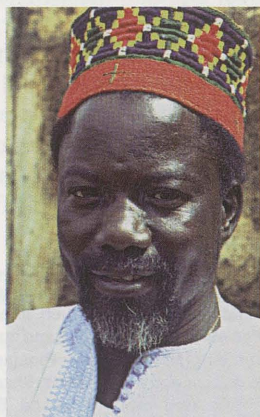
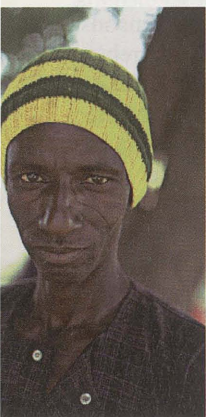
Fehler beim ermüdenden Aufzählen der langen Herrschergenealogie würde Zorn und Rache der Ahnen auf sie lenken. Nieren und Steißbein, das als wesentlich für die Fortpflanzung angesehen wird und deshalb den Wunsch nach stattlicher Nachkommenschaft ausdrückt, empfangen Schwestern sowie die erste Frau des *naaba*. Tekni Balima hat Anspruch auf einen Stierschwanz, um ein Futteral für das Opferrmesser herstellen zu können. So partizipiert jeder Amtsträger, und sei es über das kleinste Stückchen, am kommunalen Mahl. Der König vergibt zahlreiche Ämter; nicht umsonst sagt man den Mosi nach, sie erstrebten nichts sehnlicher als Titel und Befehlsgewalt. Über diesen „Wesenszug“ machen sich viele Bisa lustig. So behaupten sie beispielsweise, daß selbst, wenn zwei Mosi in einen Brunnen fielen, wichtiger

Öffentliche Versammlungshalle, *zaande*, des Tenkodigo-*naaba*. Im Mittelpunkt des *zaande* sitzend, empfängt *naaba* Tigre auch während des *basga* Gefolgsleute und Gäste. Im Sand zu Füßen der drei konzentrisch angeordneten Pfostenkreise besteht für die Amtsinhaber eine feste Sitzordnung, die hierarchische und topographische Strukturen des Reiches widerspiegelt. Der *zaande* wird alle drei Jahre erneuert und beim Tod des Königs zerstört.

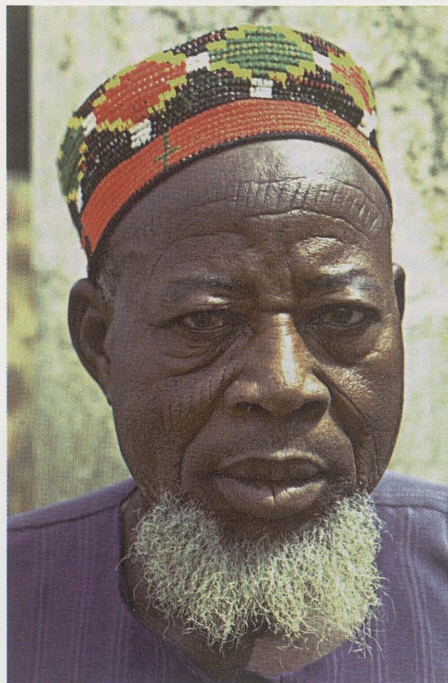


als eine Befreiung aus der mißlichen Lage die Frage sei, wem als „Brunnen-naaba“ das Kommando übertragen wird.

Am Hof des *Tenkodogo-naaba* indes sind Kompetenzfragen eindeutig geklärt. Die Ämterpalette reicht vom Beauftragten, der überwacht, daß in Präsenz des Herrschers niemand seine Beine übereinanderschlägt bis hin zum sogenannten Außenminister. Sämtliche Amtsinhaber erhalten im weiteren Verlauf des gemeinsamen Mahls kleine Teile von Keule und Schulter der Opferstiere.



Fleischhäufchen, bestehend aus Muskelfleisch, Fett und Knochen werden ihnen überbracht und später von ihren Frauen gekocht. Am Samstag schließlich findet



Porträt eines Fulga (im Plural Fulbe), Moaga (im Plural Mosi) und Busanga (im Plural Bisa). Bisa und Mosi stellen die beiden größten Bevölkerungsgruppen im Gebiet von Tenkodogo. Minderheiten bilden Fulbe, Yarse, Yanse und Zaose.

der letzte Teil des gemeinsamen Essens statt. Die Frauen des *naaba* beginnen bereits früh aus den verbliebenen Innereien, Pansen und Därmen eine Suppe, aus den Rückenteilen ein Fleischgericht mit Sauce zuzubereiten. Männliche Verwandte des Herrschers, Amtsträger, Trommler, Distrikt- und Dorfchefs verzehren diese Speisen am Nachmittag an verschiedenen Örtlichkeiten im Palastinnern. Nur der König ißt auch heute für sich allein. Früher bildete das samstägliches Mahl den Abschluß des Festes; die Jenseitigen haben den Herrscher in seinem Amt bestätigt, die reziproken Beziehungen zwischen ihm und den verschiedenen Gesellschaftsgruppen sind gestiftet.

Das Segnen der Wege

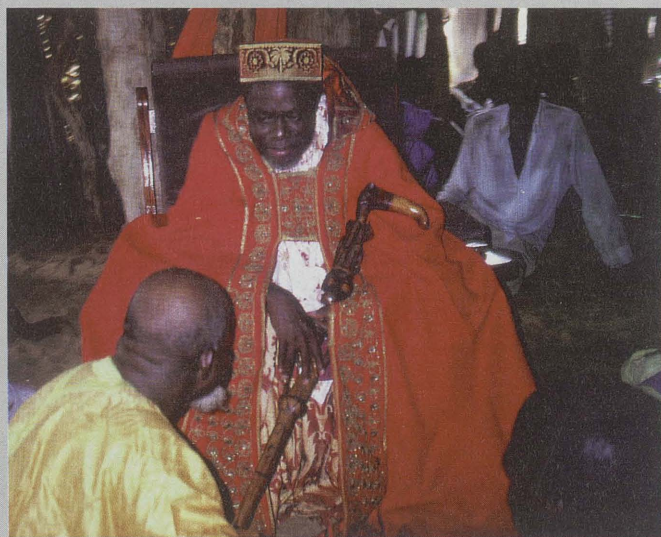
Samstag vormittag vollstreckt Tekni Balima Hühneropfer auf den Wegen, die der König auch künftig beschreitet. Wieder beginnen die Sakralhandlungen im privaten Bereich, führen über den Hof der ersten Frau zum *zaande*, dann zum separaten Frauort, weiter zur Terrasse und den angrenzenden Garagen, schließlich zum Hauptportal und von dort jeweils einige Meter nach rechts und links. Auf der gesamten Strecke werden

Der naaba als Träger der Lebenskraft und Fruchtbarkeit

Traditionell gilt der König als Träger der Lebens- und Fruchtbarkeitskraft von Land und Volk: er verfügt über weite Felder, große Viehherden und zahlreiche Frauen, die ihm eine vielköpfige Nachkommenschaft sichern. Man sagt, daß aufgrund seiner gesteigerten Potenz seine Frauen nach jeder Vereinigung mit ihm schwanger werden. Als sichtbarer Ausdruck der in ihm konzentrierten Wirkkräfte wurde früher auch seine leibliche Fülle aufgefaßt. Berichten zufolge sollen einige Mosi-Herrscher bis zu drei Zentnern gewogen haben. Prätig gekleidet, voller Würde und kraftstrotzend erscheint der König als „Nicht-“ beziehungsweise „Übermensch“. Alles, was an seine Menschlichkeit erinnern könnte, unterliegt größter Geheimhaltung: in der Regel ißt und trinkt er alleine, niemand sieht, wie er sich wäscht oder seine tägliche Notdurft verrichtet. Unkontrollierbare Äußerungen, wie ein Hüsteln oder Räuspern, werden durch lautes Fingerschnalzen der anwesenden Gefolgsleute übertönt.

Die Zentralidee der agrarischen Herrschaftsideologie ist die Verantwortlichkeit des Königs für die Existenz- und Lebensfähigkeit der Menschen seines Hoheitsbereiches. Der Name des jetzigen Herrschers nimmt direkt Bezug auf diese Vorstellung. Er heißt *naaba Tigre*, „naaba des Überflusses“, abgeleitet von seinem Wahlspruch: *tigre yâm zaka kâmbi lar mogela* – „solange es Nahrung im Überfluß gibt, können die Kinder lachen“.

Naaba Tigre hat das Amt seit 1957 inne. Er gehört zu den wenigen Herrschern, die nach 33 Regierungsjahren



Der Tenkodogo-naaba im roten Gewand des Kriegers beim Freitagsempfang während des *basga*.

zum Grab der mythischen Ahnen aller Mosi in Gambaga (Nord Ghana) pilgern durften. Seit der französischen Kolonialzeit ist die absolute Macht des Herrschers zwar gebrochen, jedoch waren sich fast alle modernen Regierungen des Landes seiner gesellschaftspolitischen Relevanz bewußt und umwarben ihn als Verbündeten.



Dr. Ute Ritz-Müller (44) studierte Ethnologie, Romanistik und Wirtschaftsgeographie in Frankfurt und Lissabon. Von 1982 bis 1987 war sie wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Historische Ethnologie, seit 1987 ist sie Lehrbeauftragte an der Marburger Philipps-Universität. Seit 1991 arbeitet Ute Ritz-Müller im Sonderforschungsbereich mit, ihr In-

teresse gilt den Vorstellungssystemen der mikro/makrokosmischen Abbildlichkeit, insbesondere den Fragen der Umweltrationalisierung und Legitimation durch Rückgriff auch auf spirituelle Naturmächte und Ahnen.

Hans Zimmermann (45) ist gelernter Fleischermeister und betrieb viele Jahre eine Metzgerei in der Frankfurter Innenstadt. 1988 begann er mit dem Studium der Ethnologie an der Johann Wolfgang Goethe-Universität. Schon mit seiner Magisterarbeit „Die besten Brocken“ blieb er seinem alten Metier verhaftet und er beschäftigt sich auch zur Zeit mit einer Dissertation über Handlungen und Vorstellungen beim Verzehr einzelner Teile von Jagd- und Schlachttieren. Neben dem Studium arbeitet er als freier Kameramann für verschiedene Fernsehsender.

im Abstand von nur wenigen Schritten an die siebzig Hühner getötet, ausgeblutet und auf einem Schubkarren abtransportiert. Die Wege des *naaba* sind gesegnet, Gunst und Wohlwollen der Ahnen geleiten ihn auch fürderhin. Zwischen-

wand. Sinnbildlich verkörpert er das Wohlergehen der Gemeinschaft, von seinem Verhalten und seinen guten Kontakten zum Jenseits hängt der Regen und damit die Fertilität von Land, Mensch und Vieh ab.



Der erste Opferpriester des Herrschers, Tekni Balima, beim Opfer eines Hahns und eines Perlhuhns am Grab des *naaba* Sigri. Die Herrschergräber liegen verstreut im Kerngebiet Tenkodogo. Das Grab des Gründers, *naaba* Sigri, befindet sich nahe beim vielbesuchten Markt. Es gehört zu jenen Gräbern, an denen kleinere Opfer dargebracht werden, die bei der Öffentlichkeit wenig Aufmerksamkeit erwecken.

zeitlich empfängt der König im Palastinneren neu eintreffende Gäste, die ihn beglückwünschen und Geschenke überbringen. Sind die Wegeopfer vollzogen, geht er zum Zentrum des *zaande*, um weitere Huldigungen entgegenzunehmen. Er trägt jetzt ein grünes, Fruchtbarkeit und Überfluß symbolisierendes Ge-

Das Volksfest

Das Erntemahl ist ein freudiges Ereignis, das dem Volk Gelegenheit zur Zusammenkunft und Belustigung bietet. Vom König geladene Tanzgruppen sorgen für Unterhaltung und Spektakel. Aufsehen erregen vor allem die mit

Amuletten und Talismanen reich geschmückten *warba*, Mosi-Tänzer aus der Region von Koupela. Sie demonstrieren bewußt ihre magische Überlegenheit, etwa dadurch, daß sie Skorpione auf ihre Zungen setzen. Diese Machtbeweise führen sie nur dem Volk vor, wohlwissend, daß ihre Fähigkeiten im Vergleich zu den Kräften des *naaba* eher harmlos sind. Tänzer formieren sich auch aus den Bevölkerungsgruppen der Bisa, Yarse und Zaose. Alle streiten bis spät in die Nacht um die Aufmerksamkeit des Herrschers und seiner Untertanen. Allein die in großer Zahl nach Tenkodogo strömenden Fulbe, ehemals Rindernomaden, die das Vieh von Mosi und Bisa hüten, bleiben am Rande des Geschehens und unter sich. Sie belagern Straßen und Markt. Ihnen, die das Jahr über ziemlich einsam leben, bietet das Fest wohlfeile Gelegenheit, geeignete Ehepartner zu finden. Insofern profitieren auch sie vom *basga* und den Bemühungen des *Tenkodogo-naaba*, Leben und Fortbestand auch für die Zukunft zu sichern.



Literatur

- [1] Izard, Michel: Gens du pouvoir gens de la terre: Les institutions politiques du Yatenga (Bassin de la Volta Blanche), Cambridge, Paris 1985.
- [2] Kawada, Junzo: Genèse et évolution du système politique des Mosi meridionaux (Haute Volta), 1979.
- [3] Müller, K.E.: Grundzüge der agrarischen Lebensauffassung. *Paideuma* 1973/71 19-20: 54-124.
- [4] Tiendrébégo, Yamba.: Histoire et coutumes royales des Mossi de Ouagadougou, Ouagadougou 1964.

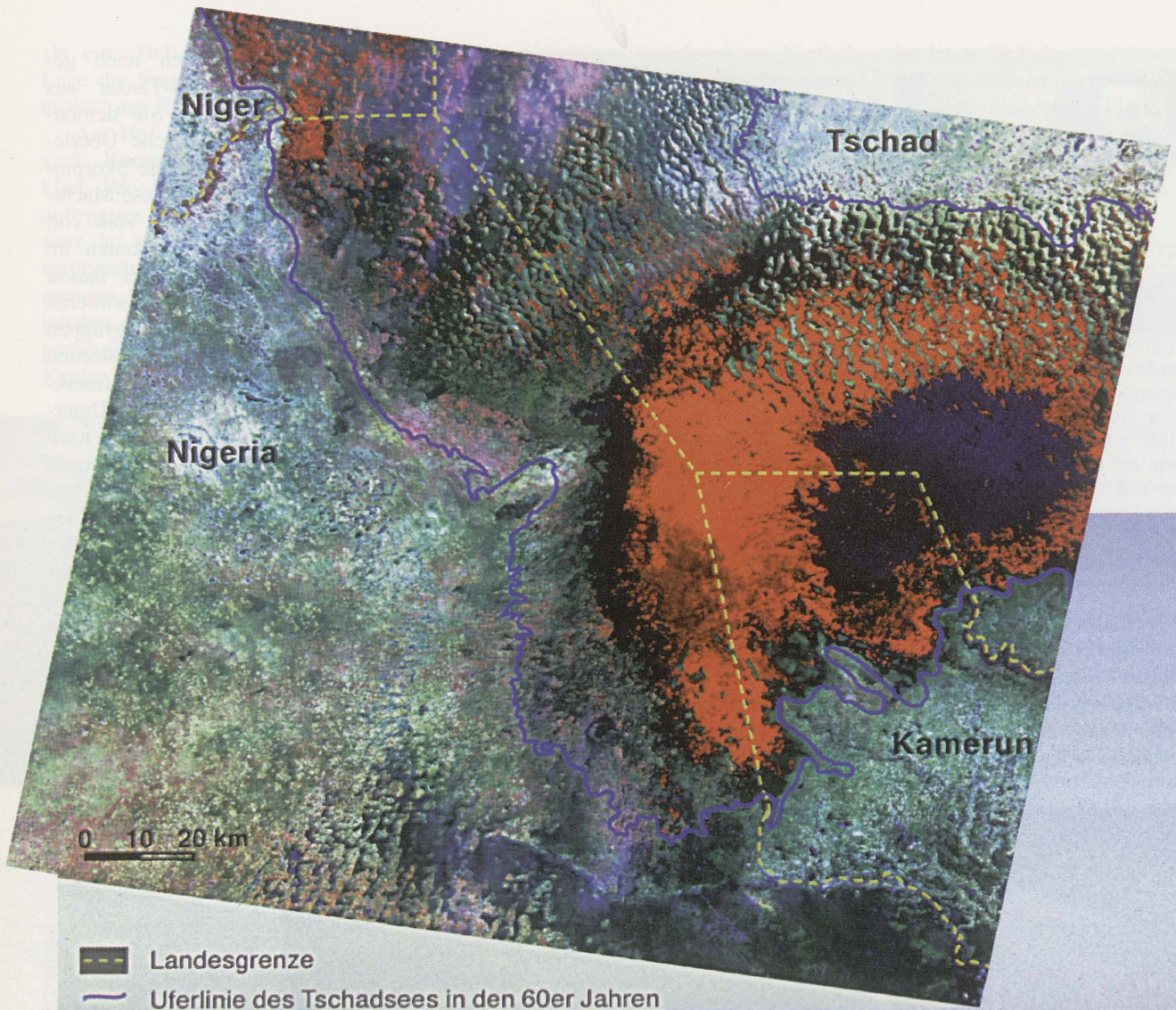
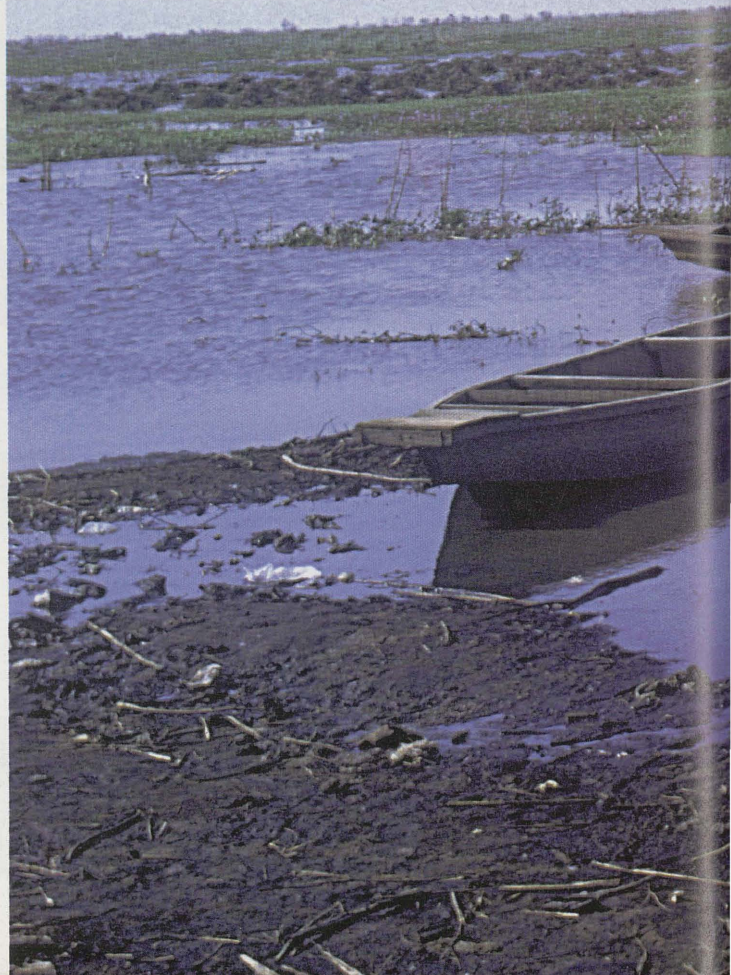


Abb. 1: Der südwestliche Teil des Tschadsees in einer Satellitenaufnahme des amerikanischen LANDSAT TM vom November 1992. Die zusätzlich eingezeichnete Uferlinie des Tschadsees in den sechziger Jahren zeigt die aktuell deutlich geringere Ausdehnung des Sees. Nur der blaue Bereich im südlichen Becken ist eine offene Wasserfläche. Der umgebende rote Bereich wird von Vegetation im Flachwasserbereich gebildet. Dazwischen sind Dünen, als helle Linien erkennbar, aufgetaucht.

Abb. 2: Tschadsee mit hohem Wasserstand (am 20.12.1989): Fischer starten in flachen Booten von einer Insel und befahren den hier schilfbestandenen See in einer Gasse.



Trocknet der Tschadsee aus?

Forschungen zur Entwicklung eines Feuchtgebietes zwischen Sahel und Savanne in Afrika

von Ulrich Braukämper, Claudia Dobe, Friderun Fuchs, Detlev Gronenborn, Holger Kirscht und Katharina Neumann

Vier afrikanische Staaten, Tschad, Niger, Nigeria und Kamerun, haben Anteil am Tschadsee. Er ist auch in den neuesten Atlanten häufig noch mit einer Ausdehnung eingezeichnet, wie er sie zuletzt in den sechziger Jahren besaß. Seitdem ist der See jedoch auf einen Bruchteil seiner damaligen Größe geschrumpft. Bedeckte er 1962/63 noch fast 23.000 Quadratkilometer und ent-

sprach damit etwa der Ausdehnung Hessens, so hatte sich die offene Wasserfläche bis 1985 auf circa 3.000 Quadratkilometer reduziert. Da es sich beim Tschadsee um einen See mit geringer Tiefe handelt – in den sechziger Jahren lag die mittlere Wassertiefe bei 3,6 Metern – hat jedes Dezimeter Absinken des Seespiegels einen gewaltigen Verlust an Wasserfläche zur Folge. Die durch seine Lage in einer

extrem heißen Klimazone bedingte hohe Verdunstungsrate läßt den Wasserstand des Sees auch in normalen Jahren um mehrere Dezimeter schwanken. Er erreicht seinen jährlichen Tiefststand im Juli/August und beginnt erst nach der Regenzeit langsam zu steigen. Es dauert dann bis Dezember, bevor der See seinen Höchststand und damit seine größte Ausdehnung erreicht (Abb. 2). 90 Prozent sei-



ner Wassermenge werden dem See durch das Schari-Logone-System zugeführt und nur 10 Prozent stammen aus lokalen Niederschlägen und aus nigerianischen Flüssen wie dem Komadugu Yobe. Der Yedseram und der südlich von Maiduguri, der Hauptstadt des Borno State (Nigeria) bei Alau gestaute Ngadda erreichen den See in der Regel nicht mehr. Der Bruch dieses Dammes im September 1994 forderte in der Stadt schätzungsweise 400 Opfer und verursachte erhebliche Beschädigungen.

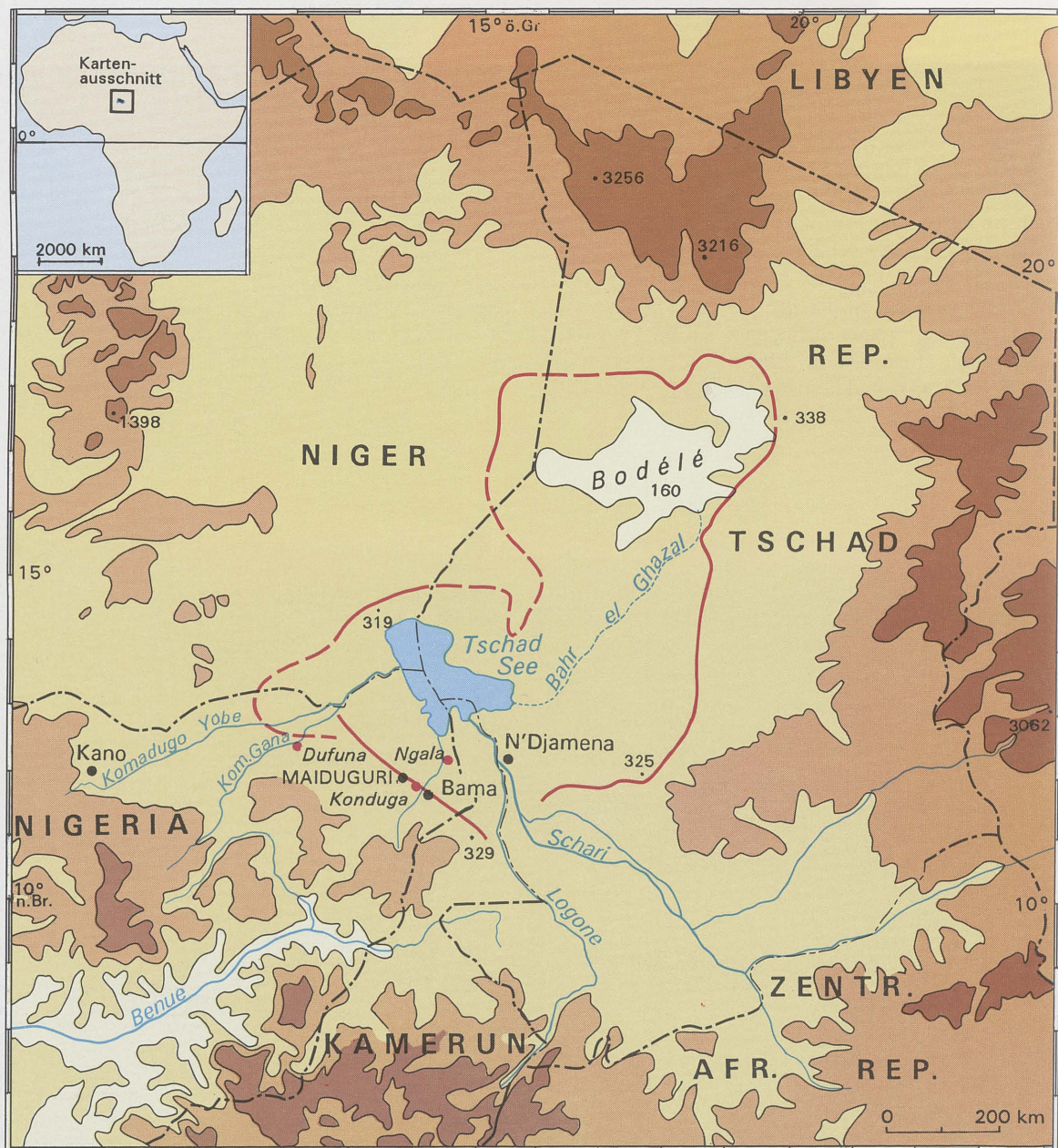
Worin liegen die Ursachen für die offenbar unaufhaltsam voranschreitende

Austrocknung des einstmals größten Feuchtgebietes am Rande des afrikanischen Sahel-Gürtels? Zum einen läßt sich nachweisen, daß die durchschnittlichen jährlichen Niederschlagswerte seit den sechziger Jahren um etwa ein Viertel gesunken sind. Zudem hat eine an Umfang ständig zunehmende Wasserentnahme für landwirtschaftliche Projekte an den Zuflüssen, vor allem für großflächigen Baumwoll- und Reisanbau im Schari-Logone-System, dazu beigetragen, daß das einfließende Wasser den Verdunstungsverlust nicht mehr ausgleichen kann (Abb. 5).

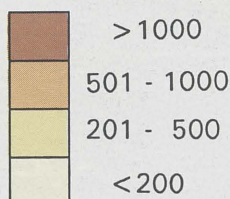
Der „Mega-Tschad“ und seine frühen Bewohner

Wie in den letzten Jahrzehnten, so war der Wasserstand des Tschadsees auch in prähistorischen Zeiten großen Veränderungen unterworfen. Die für den Raum des Tschadbeckens nachweisbaren Klimaschwankungen sind mit den Warm- und Kaltzeiten des Quartärs in Mitteleuropa zu parallelisieren. So stieg in den wärmeren und feuchten Phasen in Afrika, die in etwa den mitteleuropäischen Warmphasen entsprachen, der Seespiegel an, wohinge-

Abb. 3: Karte des Tschad-Beckens mit Gebirgsumrahmung, Gewässernetz und heutigem Tschadsee. Der Tschadsee liegt mit einem Seespiegel von etwa 280 Meter nicht im tiefsten Teil des Beckens, dieser wird vielmehr von der Bodélé-Niederung (160 Meter) im wüstenhaften Nordosten eingenommen. Der Hochstand des Tschadsees vor circa 6.350 Jahren, der sogenannte „Mega-Tschad“, läßt sich mit Hilfe von reliktschen Strandwällen nachweisen. Die damalige Ausdehnung des Sees markiert in der Karte eine entsprechende Linie.



Höhenstufen in Metern



- Staatsgrenze
- Strandlinie d. Mega Tschad
- Gewässer
- - - - - Wadi

- Ortschaft
- Fundstelle
- 338 Höhe in Metern

Abb. 4: Landschaft südlich des Tschadsees. Im Vordergrund Firgi-Boden, im Hintergrund Siedlungshügel mit moderner Siedlung.



gen er in den kühleren und trockenen Phasen, Zeitspannen kälteren Klimas auch in Mitteleuropa, fiel. Bei seinem letzten Hochstand vor 10.000 bis 5.000 Jahren füllte der „Mega-Tschad“ bei einem Niveau von 320 Metern über dem Meeresspiegel (heute 281 Meter) eine vermutlich mehr als 300.000 Quadratkilometer große Fläche, die bis in die Senke von Bodélé südlich des Tibesti-Gebirges in der Zentral-Sahara reichte. Noch heute ist der „Bama Ridge“ in Nordost-Nigeria als Strandwall des Tschadsees zur Zeit seiner damaligen Ausdehnung als eindrucksvolle Landmarke erkennbar (Abb. 3).

Der Flachwassersee bot mit seinen vielen Inseln einer vergleichsweise reichhaltigen Flora und Fauna günstige Lebensbedingungen. Das reiche Nahrungsangebot hat offenbar schon recht früh Menschen dazu bewogen, sich als Jäger, Sammler und Fischer an den Ufern des Sees niederzulassen. Die ältesten Siedlungsspuren am Fundplatz Konduga auf dem Bama-Strandwall ließen sich mit Hilfe der Radio-Carbon-Methode auf $6.350 \pm$ Jahre vor heute [Thiemeyer, 1992] datieren. Die nächst jüngeren Hinweise auf menschliche Anwesenheit finden sich aus der Zeit um 1.000 v.Chr. in einem Fundplatz bei Gajiganna, etwa 40 Kilometer nordöstlich von Maiduguri. Neben fossilen Überresten von Schafen und Ziegen fanden die Frankfurter Archäologen den ältesten Nachweis von Rinder-Domestikation im Tschadbecken. Die archäobotanischen Untersuchungen an Holzkohlenresten lassen darauf schließen, daß die Rinderhaltung schon vor 3.000 Jahren einen bedeutenden Einfluß auf die Zusammensetzung der Vegetation hatte. Die Menschen von Gajiganna lebten damals auf Sanddünen am Rande einer vom See gebildeten Lagune und betrieben Fischfang. Sichere Hinweise auf Anbau von Getreide konnten nicht gefunden werden. Die Herkunftsgebiete der Rohmaterialien für die Steinartefakte lassen sich von Gajiganna aus bis zu 150 Kilometer nach Westen und Südwesten lokalisieren und zeigen, daß weitreichende Handelsbeziehungen bestanden.

Die neuesten archäologischen Forschungen konzentrieren sich auf das Ge-

biet südlich des Tschadsees zwischen Dikwa und Ngala. Hier lebten die Menschen ebenfalls auf Sanddünen, so daß bis zu zehn Meter mächtige Kulturschichten entstanden. Allein auf nigerianischem Gebiet liegt die Zahl derartiger „Siedlungshügel“ zwischen 100 und 120 (Abb. 4). Einer von ihnen, Kursakata bei Ngala, wurde vor 20 Jahren von dem britischen Archäologen Graham Connah ausgegraben. Nachgrabungen unseres Teams ergaben eine Stratigraphie (Abfolge von Kulturschichten) bis zu einer Tiefe von 5,20 Metern. Es konnten zahlreiche Keramikscherben, Tierfiguren aus Ton (Abb. 7) sowie Fischknochen geborgen werden. Die Reste von Wildgräsern bezeugen, daß die Bewohner einen nicht unbeträchtlichen Teil ihrer Ernährung aus der Sammeltätigkeit bestritten. Auch fanden sich hier sehr frühe Hinweise auf gezielten Anbau von Kolbenhirse (*Pennisetum americanum*), die vermutlich vornehmlich in West-Afrika domestiziert wurde. Untersuchungen über die Anpassung des Menschen an den natürlichen Lebensraum und die durch ihn hervorgerufenen Veränderungen werden für die Archäologen und Archäobotaniker der Frankfurter Forschergruppe in der nigerianischen Tschadsee-Region weiterhin einen wesentlichen Schwerpunkt bilden.

Erst seit 1800 erreichten europäische Forscher den Tschadsee

Zwischen den aus archäologischen Grabungen gewonnenen Informationen und den Reiseberichten des 19. Jahrhunderts über den Tschadsee und seine Bewohner klaffen so große zeitliche Abstände, daß sie sich beim gegenwärtigen Forschungsstand nicht zu einem kontinuierlichen Ablauf verbinden lassen. Es war sicherlich auf die günstigen Lebensbedingungen und die geo-politisch vorteilhafte Lage zurückzuführen, daß sich in der zweiten Hälfte des ersten nachchristlichen Jahrtausends in der Tschadsee-Region eines der bedeutendsten innerafrikanischen Staatswesen, Kanem-Bornu, auszubilden begann. Es unterhielt nachweislich weit-



Abb. 5: Wechselnde Dimensionen und schwankende Tiefe sind für den Tschadsee charakteristisch. Seine Ausdehnung variiert von Jahr zu Jahr zwischen Maximum in Dezember und Minimum im Juli/August und in längeren Perioden. Die große Variabilität der Niederschläge und der südlichen Zuflüsse, vor allem des Schari-Logone-Systems (mehr als 90 Prozent der Wasserzufuhr) sowie die hohe Verdunstungsrate bestimmen den Wasserstand des flachen Sees mit einer durchschnittlichen Tiefe von nur 3,6 Meter. Bei höheren Wasserständen sind Nord- und Süd-Becken des Sees gefüllt (großer und mittelgroßer Tschadsee), während es bei geringerem Wasserangebot nur für das Süd-Becken reicht (kleiner Tschadsee; 1907-1909, 1915-1918, 1940-1942, ab 1970).



Abb. 6: Während der Trockenzeit tranken die Shuwa-Araber zweimal am Tag ihre Weidetiere. Das Einfüllen des Wassers aus Brunnen in die Tränke gehört zu den mühseligsten Arbeiten der Hirten.

räumige Handelsbeziehungen bis zur Mittelmeerküste und zum Golf von Guinea. Im Abendland hatte seit der Antike eine vage Kenntnis von einem großen Binnensee am Südrand der Sahara bestanden. Die genaue Lage blieb den Europäern bis zum Beginn des 19. Jahrhunderts jedoch ebenso unbekannt wie der Lauf der großen Flußsysteme Niger, Nil und Kongo, die auf den Landkarten der frühen Neuzeit in unterschiedliche Verbindungen mit dem See gebracht wurden.

Als einer der ersten Europäer erreichte der Hildesheimer Forschungsreisende Friedrich Hornemann im Jahre 1800 den „Tsade“, ein Name, der bei den Einheimischen der gesamten Region schlechthin „See“ bedeutet. Er konnte die Kunde davon nicht selbst zurückbringen, da er auf der Weiterreise im heutigen Nord-Nigeria verstarb. Es blieb den Briten Dixon Denham, Hugh Clapperton und Walter Oudney in den zwanziger Jahren des 19. Jahrhunderts vorbehalten, die ersten Augenzeugenberichte über den Tschadsee nach Europa zu übermitteln. Umfangreiche wissenschaftliche Studien lieferten dann die Deutschen Heinrich Barth, Adolf Overweg, Gerhard Rohlfs und Gustav Nachtigal zwischen 1850 und 1870. Als Frankreich, Großbritannien und Deutschland um 1900 Teile des Sees in ihre jeweiligen Kolonialgebiete eingliederten, lag über

die Geographie und die Völkerverhältnisse der Region ein vergleichsweise umfangreicher Kenntnisstand vor.

Die vermutlich ältesten Bewohner der Tschadsee-Region sind die Yedina (Buduma) und die Kuri, die als Hirten und Fischer vor allem die Inseln des Sees besiedelten. Sie züchteten eine großhörnige Rinderrasse, die von Einkreuzungen mit dem erst in späterer Zeit von Asien nach Afrika eingeführten Buckelrind (Zebu) noch weitgehend frei ist und sich in einzigartiger Weise den Lebensbedingungen des Feuchtgebietes angepaßt hat. Seit einer nicht genau bekannten Zahl von Jahrhunderten siedelten, wie die Befunde aus mündlichen Überlieferungen zeigen, bäuerliche Gruppen an den Gestaden des Sees. Die heute dort lebenden Gruppen der Kanembu im Osten und Norden, der Kanuri im Westen und der Kotoko im Süden lassen sich nach historischen Quellen bis ins Mittelalter zurückverfolgen. Im 18. und 19. Jahrhundert wanderten von Osten her die halbnomadischen Rinderhirten der Shuwa-Araber (Abb. 6) in die Region ein. Auch in unseren Tagen verändert sich das ethnische Gepräge der Region. Siedler aus dem Hausa-Gebiet im Westen und aus den Mandara-Bergen im Süden Bornos sowie Kleinhändler aus Süd-Nigeria lassen sich in den Ortschaften der alteingesessenen Bewohner nie-



Abb. 7: Tönerne Tierplastik aus Kursakata.

der. Vor allem in den wirtschaftlich aufstrebenden Gebieten im ehemaligen Überflutungsbereich des Tschadsees bilden sie in einigen Orten beachtliche Minoritäten und prägen das Erscheinungsbild dieser Region entscheidend mit.

Das Feuchthabitat – ein günstiger Lebensraum

Aus den Schilderungen der Forschungsreisenden bis zur Mitte des 20. Jahrhunderts geht hervor, daß das Ökosystem des Tschadsees einer artenreichen Fauna günstigen Lebensraum bot. Die einstmals beträchtlichen Großwildbestände, Flußpferde, Elefanten, Büffel und Antilopen, wurden durch intensive Bejagung in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts ausgerottet. Der Fischreichtum des Sees wird auch heute noch intensiv genutzt – vielleicht zu intensiv –, so daß sich bei der gleichzeitig schrumpfenden Wassermenge ein Rück-

gang der Fangerträge abzuzeichnen beginnt (Abb. 8 und 9). Ein Anpassungsvorteil einiger Fischarten besteht darin, daß sie im ausgetrockneten Erdreich längere Zeitspannen überleben und sich dann mit der neu einsetzenden Überflutung schnell reproduzieren können.

Auch heute nutzen die Menschen am See, wie schon ihre Vorfahren in prähistorischen Zeiten, eine Vielzahl essbarer Wildpflanzen, vor allem Gräser wie Wildreis und „Kreb“ (Abb. 10). Die Flächen, von denen das Wasser temporär zurückweicht, bieten den Viehhirten reiche Weidegründe, die außer von den Yedina und den Shuwa-Arabern zunehmend von in jüngerer Zeit eingewanderten Fulbe genutzt werden. Auch die Bauern folgen dem absinkenden Wasser, um vor allem Bohnen und später Mais in den feuchten Boden einzusäen. Die Bohnen werden noch vor dem Einsetzen der Regenzeit geerntet, während der später ausgesäte Mais

erst nach der Regenzeit erntereif ist. Gelingt es dann den Bauern nicht, die Ernte rechtzeitig vor dem saisonalen Ansteigen des Sees einzubringen, verdirbt sie, da die Felder wieder für einige Zeit vom Flachwasser bedeckt werden (Abb. 11).

Gegenwärtiger Siedlungs- und Landnahmeprozess im Tschadbecken

In dem historisch überschaubaren Zeitraum der letzten beiden Jahrhunderte bestand im Tschadsee-Gebiet ein relatives Gleichgewicht zwischen Nutzung und natürlichen Ressourcen. Wie schon erwähnt, trat dann gegen Ende der sechziger Jahre ein dramatischer Wandel ein, der zu einem Schrumpfen des Sees auf etwa ein Siebtel (3.000 Quadratkilometer) der zuvor registrierten Wasserfläche führte. Ob dieser Schrumpfungsprozess sich weiter fortsetzt oder ob durch klimatische oder

Dr. Ulrich Braukämper (50) (rechts im Bild) ist Ethnologe am Frobenius-Institut in Frankfurt. Er führte Feldforschungen in Äthiopien, Kamerun, Somalia, im Sudan und seit 1990 im Rahmen des Sonderforschungsbereichs 268, Teilprojekt „Ethnizität und interkulturelle Beziehungen im östlichen Borno (Nigeria)“ in der Tschadsee-Region Nigerias durch. Schwerpunkt seiner dortigen Untersuchungen sind die Geschichte, die Sozialorganisation und die Wirtschaft der halbnomadischen Shuwa-Araber.

Claudia Dobe (29) (links im Bild) hat in Frankfurt Physische Geographie studiert. Seit ihrer Diplomarbeit, in der sie sich mit der Kartierung der durch einen Staudammbau in Nordost-Nigeria entstandenen Landnutzungsveränderungen aus dem Satellitenbild beschäftigte, ist sie wissenschaftliche Mitarbeiterin im Sonderforschungsbereich 268 und wertet dort Satellitenbilder der Tschadseeregion aus.

Dr. Friderun Fuchs (60) (Bildmitte) leitet seit 1988 im Sonderforschungsbereich das Teilprojekt „Naturraum und Landschaftsentwicklung im Tschadbecken“. Die Akademische Rätin am Institut für Physische Geographie der Universität Frankfurt setzte sich für die Anschaffung eines digitalen Bildverarbeitungssystems im Rahmen des Sonderforschungsbereichs ein, damit wurde es möglich, Satellitenaufnahmen auf dem Personal Computer zu bearbeiten zu können. Friderun Fuchs studierte Geographie, Geologie, Chemie und Physik in Frankfurt und Innsbruck und wurde 1967 in der Geographie mit einem Thema über Karst- und Glazialformen in den Südalpen promoviert. Die Wissenschaftlerin demonstrierte in der letzten Ausgabe



von FORSCHUNG FRANKFURT (3/94) gemeinsam mit Claudia Dobe anhand von Daten des Satelliten LANDSAT, wie Satellitendaten wissenschaftlich bearbeitet werden, damit Bilder und Karten von Frankfurt entstehen.

Dr. Detlev Gronenborn (32) (Zweiter von rechts) studierte Vor- und Frühgeschichte in Köln und Frankfurt und promovierte 1992 über den Beginn der Jungsteinzeit in Mitteleuropa. Er ist seitdem beim Sonderforschungsbereich 268 beschäftigt und leitet die Ausgrabung von Siedlungshügeln südlich des Tschadsees.

Holger Kirscht M.A. (36) (Zweiter von links) studierte historische Ethnologie in Frankfurt. 1990 folgte der Magister mit ei-

ner Arbeit über Boosbau in Omdurman (Sudan). Er führte Feldforschungen im Sudan und in Nordostnigeria durch. Bei diesen ethnologischen Untersuchungen im Rahmen des Sonderforschungsbereichs 268 standen interethnische Beziehungen und die Wirtschaft der Kanuri in der Tschadseeregion im Vordergrund.

Dr. Katharina Neumann (41) studierte von 1974 bis 1981 Biologie in Frankfurt und war von 1983 bis 1988 als wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Ur- und Frühgeschichte der Universität Köln beschäftigt. Nach ihrer Promotion 1988 in Frankfurt begann sie ihre Tätigkeit am Sonderforschungsbereich 268 und führte archäobotanische Forschungen in Burkina Faso und Nordost-Nigeria durch.



Abb. 8: Fische aus dem fischreichen Tschadsee werden zur Konservierung in der Sonne getrocknet.



Abb. 9: Auf einer Insel im Tschadsee: Fischer stellen Reusen zum Fischfang her.

vom Menschen hervorgerufene Veränderungen der Wasserstand irgendwann einmal wieder steigen könnte, läßt sich derzeit nicht voraussagen. Mitbedingt durch mangelhafte Instandhaltung und Beschädigung von Staudämmen an den Zuflüssen gelangte zum Beispiel 1994 eine sehr viel größere Wassermenge in den See, als nach den Durchschnittswerten der vorangehenden Jahre erwartet worden war.

Die gegenwärtige Ausdehnung des Tschadsees kann mit Hilfe von Satellitenaufnahmen erfaßt werden. Auf dem in *Abbildung 1* (s. Seite 12) dargestellten Satellitenbild vom 4.11.1992 ist der Südwestteil des Sees mit seinem Hauptzufluß Schari zu erkennen. Durch den Rückzug des Wassers sind alte Dünen, die lange vom Wasser überflutet waren, freigelegt. Sie treten als helle lineare Strukturen hervor. Als offene Wasserfläche ist auf dem Satellitenbild nur der blaue Bereich im Südbecken zu interpretieren. Die rot erscheinenden Flächen repräsentieren Vegetation im Flachwasser. Zusammen neh-



Abb. 10: Eine Kanuri-Frau sammelt Wildreis durch Schwenken eines speziellen Erntekorb.

men der rote und der blaue Bereich allerdings nur einen beträchtlich verminderten Teil der Seefläche ein, wie sie sich in den sechziger Jahren darstellte.

Kurz nach dem Zweiten Weltkrieg hatte man auf nigerianischer Seite mit Pilotprojekten für Landwirtschaft mit künstlicher Bewässerung begonnen. In den siebziger Jahren fand diese Entwicklung mit der Errichtung des „South Chad Irrigation Projects“ (SCIP), des seinerzeit größten Bewässerungsprojektes in Westafrika, durch die staatseigene „Chad Basin Development Authority“ ihren Abschluß. Nigeria setzte dafür gewaltige Investitionsmittel aus seinen Erdöleinnahmen ein. Ziel war es, eine weitgehende Autarkie in der Versorgung mit Weizen und Reis zu erreichen. Das Projekt sah sich dann mit dem Problem des rapide sinkenden Seespiegels konfrontiert; die Energiekosten, die für das Einpumpen des Wassers in die Bewässerungskanäle aufgebracht werden mußten, erhöhten sich beträchtlich. Dieser Tatbestand führte neben einer Vielzahl

Abb. 11: Kanuri-Bauern entnehmen Zwiebelsetzlinge aus bewässerten Saatbeeten, um sie auf größere Felder umzupflanzen.



von logistischen und anderen Gründen dazu, daß das Chad Basin-Projekt 1994 fast vollständig zum Erliegen kam.

Neue Anziehungspunkte: die „Orte im See“

Das Sinken des Seestandes hat neben negativen ökologischen und wirtschaftlichen Auswirkungen – zumindest kurz- bis mittelfristig – auch positive Aspekte. Die Anbauflächen von Bohnen, Melonen, Cassava und Mais im Überflutungsbe- reich konnten seit den frühen achtziger Jahren beträchtlich ausgeweitet werden (Abb. 12). Im gleichen Zeitraum kam es

zu vielen Ortsneugründungen. Orte, die früher regelmäßig überflutet wurden, konnten jetzt besiedelt werden, und auf sandigen Erhebungen allenfalls saisonal angelegte Siedlungen von Fischern, Viehzüch- tern und Feldbauern wurden zu stän- dig bewohnten Dörfern. Daß die wirt- schaftliche Attraktivität des Gebietes nach wie vor hoch ist, läßt sich daran erse- hen, daß es auch gegenwärtig noch zu Neugründungen von dörflichen Sied- lungen kommt. Die „älteren“ und größeren dieser Orte haben sich inzwi- schen zu bedeutenden Marktflecken entwickelt, in denen die agrarischen Überschußprodukte der Region vermarktet werden.

Die „Orte im See“ sind den Distrikt- verwaltungen der Anliegerstaaten zwar bekannt, doch steht eine genaue Kartie- rung bislang noch aus. Diese Lücke des Kenntnisstandes begannen zum ersten Mal 1993/94 Ethnologen des Frankfurter Forschungsteams für die „Local Govern- ments“ von Marte und Ngala auszufül- len. Dazu wurde die Lage der Orte mit ei- nem das „Global Positioning System“ (GPS) nutzenden Navigationsgerät ermit- telt. Durch die Überlagerung der erhalte- nen Koordinaten mit dem Satellitenbild (Abb. 1, Seite 12) konnten erste Eindrük- ke über die räumliche Verteilung der Orte und die korrelierenden Vegetations-

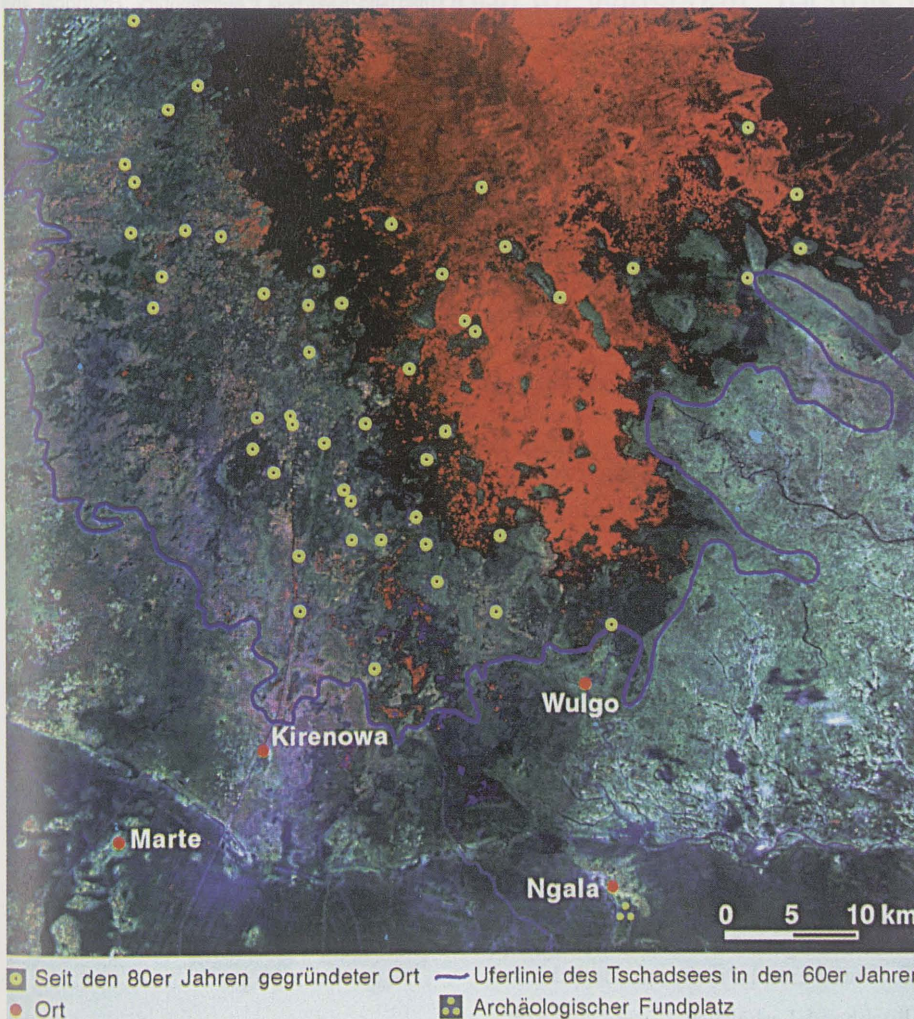


Abb. 12: Ausschnitt aus der Satellitenaufnahme in Abbildung 1. Zwischen dem heutigen Überflutungsbereich des Tschadsees, der auf dem Satellitenbild rot erscheint, und der Uferlinie der sechziger Jahre wurden in den letzten beiden Jahrzehnten viele neue Orte gegründet. Aber auch auf flachen Inseln innerhalb des Sees, die bis in die siebziger Jahre noch regelmäßig überflutet wurden, sind heute permanente Siedlungen möglich. (Erläuterungen zu Aufnahmeverfahren und Bildverarbeitung siehe Fuchs & Dobe in Forschung Frankfurt 3/94, Geocodierung und Prozessierung S. Schuchmann 1993).

und Bodenverhältnisse gewonnen werden (Abb. 12).

Die Forscher führten zudem Interviews mit Dorfchefs und anderen Informanten über die Geschichte dieser Ortschaften, ihre Zusammensetzung nach Volks- und Sprachgruppen und ihre wirtschaftlichen Aktivitäten. Auffallend ist die große ethnische Heterogenität der Siedlungen: zum Beispiel Darrak und Jibril Laram beherbergen bis zu 6.000 Einwohner, die aus mindestens acht verschiedenen Volksgruppen stammen. Selbst Menschen aus weit entfernten Gebieten Westafrikas, Fischer aus Mali und Händler aus Ghana, haben sich dort niedergelassen.

Die Orte „im See“ prosperieren. Jedes Jahr wandern Bauern aus den umliegenden Landstrichen in die Siedlungen, um dort für mehrere Wochen oder Monate zu leben und Mais, Bohnen und Gemüse anzupflanzen. Einige der Migrantinnen – vor allem solche, die nicht das Kapital für die Pacht eines Feldes aufbringen können – verdienen sich auch als Lohnarbeiter und arbeiten als Tagelöhner für die Landeigenen. Die Ernten waren in den letzten Jahren gut, und der erzielte Erlös aus dem Verkauf von Mais und Bohnen war zufriedenstellend. Doch trotz ihrer vergleichsweise guten wirtschaftlichen Bedingungen und Einkommensmöglichkeiten machen die Orte einen provisorischen Eindruck. Lehmhäuser mit Wellblechdach, wie sie in den Orten auf dem „Festland“

immer mehr die Regel werden, fehlen fast vollständig. Stattdessen bestehen bei den Neusiedlern ähnlich wie bei den Alteingesessenen die Wände der Häuser aus Strohgeflecht, und die Dächer sind mit Matten aus dem gleichen Material gedeckt.

Die Menschen leben ganz offensichtlich mit dem Bewußtsein, daß der See jederzeit wieder ansteigen kann, und dann sind Strohhäuser im Bedarfsfall schnell ab- und an einer höher gelegenen Stelle wieder aufzubauen. Das unerwartet hohe Ansteigen des Wassers 1994 verdeutlicht den Sinn solcher Vorsichtsmaßnahmen. Wird die zeitweilige Räumung eines Dorfes unvermeidlich, so ist der auf ein Minimum begrenzte materielle Besitzstand ohne allzu großen Aufwand mit Land- oder Wasserfahrzeugen in Sicherheit zu bringen. Die Bevölkerung der meisten Orte ist nach Auskunft der Ortsvorsteher in den letzten Jahren rapide gestiegen. Die schlechte wirtschaftliche Situation Nigerias läßt es für viele, vor allem jüngere Männer, interessant erscheinen, den Broterwerb anstatt in der Stadt in den wirtschaftlich prosperierenden Orten am Tschadsee zu suchen.

Noch gibt es genügend Land – auch für Neuankömmlinge, doch zeichnet sich für das friedliche Zusammenleben der Menschen im Tschadbecken durch den Siedlungsdruck und durch internationale Spannungen eine zunehmende Gefährdung ab. Solange reichlich Wasser vorhanden war, konnten die Anrainerstaaten des

Sees durch eine gemeinsame Kommission mit Sitz in der tschadischen Hauptstadt N'djaména ihre Streitigkeiten einigermaßen mühelos schlichten. Seit 1993 begann jedoch ein Grenzkonflikt zwischen Nigeria und Kamerun im Süden des Landes zu eskalieren. Sollte sich der Konflikt weiterhin verschärfen, so wird er sich vermutlich auch auf die landwirtschaftlich zur Zeit prosperierende Tschadsee-Region unheilvoll auswirken.

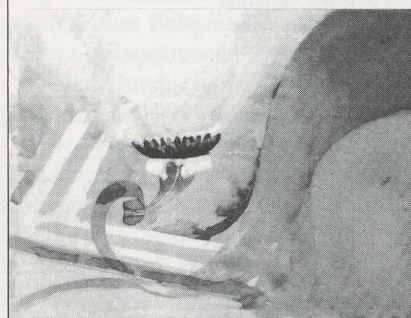


Literatur

- Heinrich Barth: Reisen und Entdeckungen in Nord- und Centralafrika 1849-55. 5 Bde. Gotha 1857/58.
 Christian Bouquet: Insulaires et riverains du Lac Tchad. 2 Bde. Paris 1990.
 Ulrich Braukämper, Holger Kirscht, Editha Platte, Heinrich Thiemeyer: Systems of Land Use in the Fergi Plains of the Chad Basin. In: Berichte des Sonderforschungsbereichs 268, Bd. 2: 43-50. Frankfurt a.M. 1993.
 Graham Connah: 3000 Years in Africa. Cambridge 1981.
 A.T. Grove: Rise and Fall of Lake Chad. In: Geographical Magazine 1970 (III), Cambridge.
 Heinrich Schiffers: Der Tschadsee – ein Gewässer am Rande der Wüste. Folgen der Lage und Probleme seiner Existenz. In: Geographische Rundschau 23: 128-133. Braunschweig 1983.
 G.G.R. Thambyahpillay: Hydrogeography of Lake Chad and Environs: Contemporary, Historical and Palaeoclimatic. In: Annals of Borno I: 105-145. Maiduguri 1983.
 Heinrich Thiemeyer: On the Age of the Bama Ridge. A New 14C-Record from Konduga Area, Borno State, NE-Nigeria. In: Z. Geomorph. N.F., 36: 113-118. Berlin 1992.

MIEKE MOSMULLER - CRULL

*Suche das
Licht,
das im
Abendlande
aufgeht*



occident

Die Ärztin-Philosophin Mieke Mosmuller - Crull beschreibt in diesem Werk wie die menschliche Intelligenz der Anhaltspunkt für eine spirituelle Entwicklung ist.

“Wir müssen nicht in der Unschuld des Nicht-Denkens verharren wollen, sondern all unseren Mut zusammennehmen um das Denken gründlich kennenzulernen. In diesem Denken finden wir dann die Quelle allen Zweifels, doch zugleich dessen Überwindung.”

DM 37,90 öS 268,- sFr. 31,90

Ja, hiermit bestelle ich Ex. von “Suche das Licht, das im Abendlande aufgeht.”

Name: _____

Adresse: _____

Wohnsitz: _____

Postleitzahl: _____

Datum: _____ Unterschrift: _____

Ausschneiden und in geöffneten Umschlag zuschicken an: OCCIDENT Verlag, Antwortnr. 10883, 2501 WB Den Haag NL. Frankieren ist nicht erforderlich.

Auch im Buchhandel erhältlich.

Dolmetscherservice

UTS Übersetzerteam

Qualifizierte Übersetzungen von wissenschaftlichen und technischen Publikationen, Kongressvorträgen und sonstigen Texten in Deutsch, Englisch, Französisch und Spanisch durch gerichtlich vereidigte Diplom-Übersetzer

Schmittener Straße 20 · 60489 Frankfurt
Tel.: 069/78 87 44 · Telefax: 069/7 89 68 75

**Dolmetscher-
Dauerdienst**



Münchener Straße 12

60329 Frankfurt/M.

Telefon 0 69 / 23 20 25
und 54 40 47

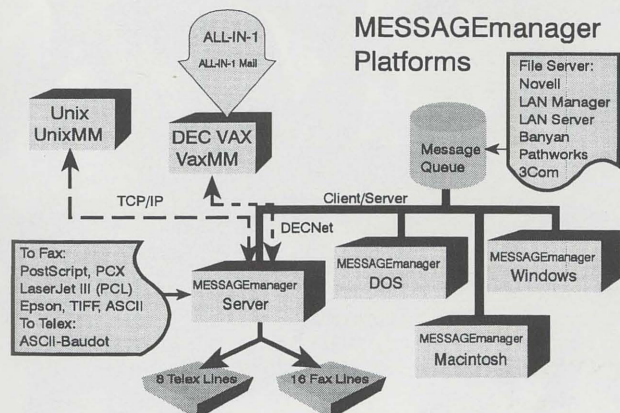
Telefax 0 69 / 23 36 11
Auto-Tel. 01 71 / 52 28 235

Übersetzungsdienst Ingrid de Berger BDÜ

Fachübersetzungen für Wirtschaft, Technik und Rechtswesen

Gabelsbergerstr. 12, 60389 Frankfurt/Main, Tel. ☎ (069) 46 13 28, Fax (069) 4 69 28 52

in Frankfurt



MESSAGEmanager

Der MESSAGEmanager (MM) ermöglicht Anwendern das Versenden und Empfangen von FAX- und Telexinformationen direkt von der Workstation.

MM unterstützt NOVELL, LAN Manager, LAN Server, BANYAN und Digital Pathworks, Local Area Networks, VAX und Unix-Hosts. Benutzer-Interfaces sind erhältlich für Windows, DOS, Macintosh, UNIX, VMS, ALL-IN-1, Microsoft Mail, cc:Mail, DECmailworks und MEMO. Alle Benutzer können daher ein und dasselbe FAX-Gateway benutzen. Eine API-Schnittstelle ist selbstverständlich optional erhältlich.

JGJ EDV- & KOMMUNIKATIONSSYSTEME GMBH
Sandweg 46 · 60316 Frankfurt
Tel.: 069/43 91 37 · Fax: 069/44 10 54



Der Einbaum von Dufuna

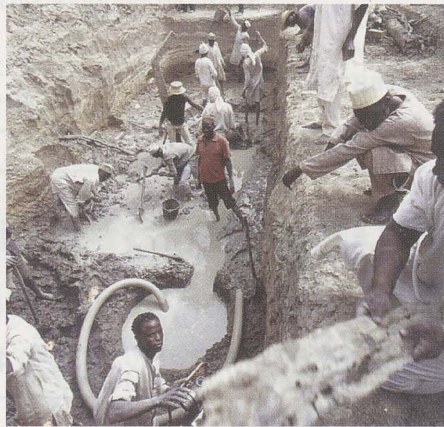
- das älteste Boot Afrikas

von Peter Breunig

Je mehr man sucht, umso mehr findet man, obwohl man nicht immer nur das findet, wonach man sucht.“ So lautete das Fazit, das der britische Prähistoriker Graham Connah vor einigen Jahren bei archäologischen Prospektionen in Nigeria zog. Das Archäologenteam des Frankfurter Sonderforschungsbereichs 268 „Westafrikanische Savanne“ kann dem nur zustimmen. Auf dem Programm des seit 1988 an der Universität Frankfurt laufenden Projektes stehen neben der Erfassung der Grundzüge einer allgemeinen kulturhistorischen Entwicklung in der westafrikanischen Savanne auch Beiträge zum Beginn der Nahrungsproduktion und der dörflichen Siedlungsweise. Daneben bildet die in enger Zusammenarbeit mit biologischen und geowissenschaftlichen Fächern behandelte Mensch-Umwelt-Beziehung einen Schwerpunkt, der aus prähistorischer Perspektive auch als die „Urgeschichte der Sahelkatastrophe“ bezeichnet werden kann. Die Feldarbeit führte jüngst jedoch auch zu einem Fund, mit dem im trockenen Norden Nigerias niemand gerechnet hätte, nämlich zum ältesten Boot Afrikas, das zugleich eines der ältesten der Erde ist.

Die Fundstelle liegt am Komadugu Gana, einem der wenigen, großen Flußsysteme Nordnigerias. Während das Gewässer in der Trockenzeit fast vollständig versiegt, durchziehen in der Regenzeit zahllose Wasserschleifen das mehrere Kilometer breite, von Galeriewäldern gesäumte Flußtal. An einigen Stellen ist die flache Landschaft dann weitläufig überflutet – so auch bei Dufuna, der Fundstelle des Bootes. [siehe Karte der Tschadsee-Region, Seite 14]

Hier hat der Hirte Malam Yau 1987 einen Brunnen graben wollen, scheiterte



„Unterwasser-Archäologie“ in einer afrikanischen Trockenzone: Ein hoher Grundwasserspiegel führte zu ungewohnten Ausgrabungsverhältnissen, sorgte allerdings auch für den Erhalt des Einbaums über 8000 Jahre.

Bug oder Heck? Beide sind – ebenso wie die dünne Bootswand – sorgfältig zugerichtet, was für eine fortgeschrittene Entwicklung dieser afrikanischen Bootstradition spricht. Die Anfänge dürften noch weiter zurückreichen.

jedoch in fünf Meter Tiefe an einem großen, ausgehöhlten Baumstamm, den er für einen Einbaum hielt. Die Nachricht von einem tief in der Erde liegenden Boot gelangte bis zur Universität in Maiduguri, der größten Stadt im Nordosten Nigerias. Abubakar Garba, nigerianischer Mitarbeiter im *Joint Research Project* der Universitäten von Frankfurt und Maiduguri, bestätigte vor zwei Jahren durch eine Testuntersuchung die Vermutung des Hirten. Im Frühjahr 1994 wurde das Boot mit deutscher Beteiligung und Unterstützung der nigerianischen



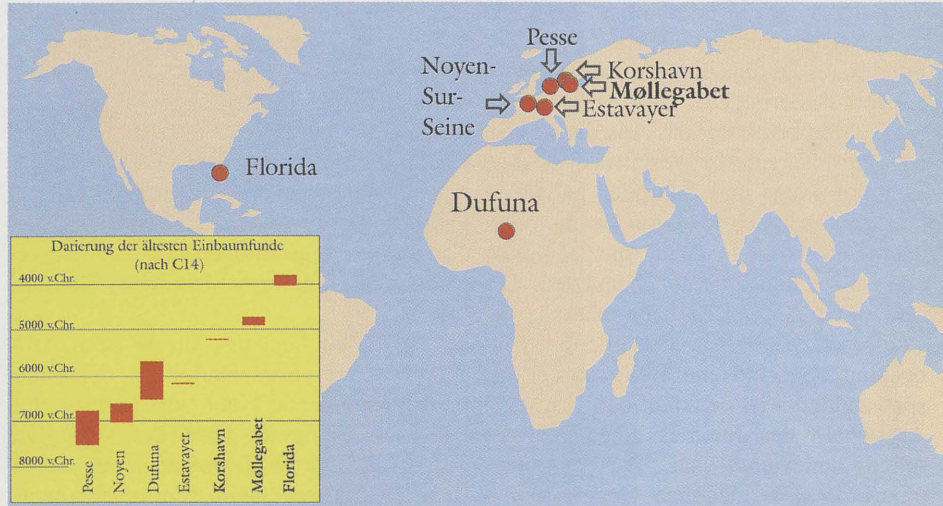


Das älteste Boot Afrikas, über dem im Bild ein umgestürzter Baumstamm liegt, ist vollständig erhalten und soll geborgen werden, wenn ein geeignetes Konservierungsverfahren gefunden ist.

National Commission for Museums and Monuments vollständig freigelegt.

Hierzu waren etwa 400 Kubikmeter Sand und Ton abzutragen. Die 50 Arbeiter bewältigten dies trotz der Fastenzeit. Als erschwerend erwies sich der hohe Grundwasserspiegel, der den basalen

Bislang stammten die ältesten Boote der Erde alle aus Mitteleuropa. Mit dem Einbaum von Dufuna kommt nun auch ein afrikanischer Fund hinzu.



Grabungsbereich unter Wasser setzte und Verhältnisse schaffte, mit denen man bei Ausgrabungen in ariden Gebieten Afrikas normalerweise nicht zu rechnen braucht. Zu einem Problem wurde auch die täglich wachsende Schar der Besucher, die aus bis 200 Kilometer Entfernung anreisen. Sie waren nur mit Mühe davon abzuhalten, in die Grabungsfläche zu springen, um ihre mitgebrachten Flaschen mit dem eingelaufenen Wasser, das das Boot bedeckte und

dadurch für heilsam gehalten wurde, zu füllen.

Nach dem Auspumpen des Wassers war das in fast reinem Sand liegende Boot aus schwarzem Holz für einige Minuten in voller Länge zu sehen, bevor es wieder vom Grundwasser bedeckt wurde. Das Boot ist fast vollständig erhalten und hat eine beträchtliche Länge von 8,40 Meter. Es ist gerade 50 Zentimeter breit und etwa ebenso hoch. Die Wandstärke beträgt nur fünf Zentimeter,



Professor Dr. Peter Breunig (42) erhielt 1992 einen Ruf an die Universität Frankfurt auf die Professur für Vor- und Frühgeschichte Afrikas und leitet die archäologischen Untersuchungen des Sonderforschungsbereichs 268 „Westafrikanische Savanne“ in Burkina Faso und Nigeria. Seine Forschungsinteressen sind die „Human Origins“ und der Übergang vom Wildbeutertum zu Nahrung produzierenden Gesellschaften. Nach dem Studium der Ur- und Frühgeschichte, Geologie und Völkerkunde in Frankfurt und Köln und dem Magisterexamen 1979 promovierte er 1983 in Köln. Ab 1981 arbeitete er als wissenschaftlicher Mitarbeiter, später als Assistent im DFG-Projekt „Felsbilder im südwestlichen Afrika“ in Köln und unternahm mehrere Ausgrabungen im Hohen Brandberg (Namibia). 1990 habilitierte Breunig sich in Köln über „Der Brandberg – Untersuchungen zur Besiedlungsgeschichte eines Hochgebirges in Namibia“. Auf dem Foto (rechts vorne) ist er im Kreise der zahlreichen Ausgrabungshelfer.

und die beiden Enden sind sorgfältig zugespitzt. Bug und Heck sind nicht zu unterscheiden.

Der Bootstyp von Dufuna steht nicht am Anfang einer Tradition, sondern hat mit großer Wahrscheinlichkeit schon eine längere Entwicklung durchlaufen. Der Beginn des Baus von Booten in Westafrika reicht deshalb vermutlich noch weiter zurück als das Alter des Fundes aus Dufuna, das durch Radiokohlenstoff-Datierungen auf mindestens 8000 Jahre bestimmt ist. Aus dieser Zeit ist wenig bekannt in Westafrika. Es muß sich um Jäger und Sammler gehandelt haben, wobei sich jene von Dufuna vielleicht auf das Fischen spezialisierten und hierzu den Einbaum benutzten. Geräte, mit denen der Einbaum hätte hergestellt werden können, sind ebenfalls unbekannt. Geschliffene Beile treten erst später auf. Es ist denkbar, daß man zum Aushöhlen des Baumes einen Schweißbrand angewandt hat, der ethnographisch in verschiedenen Gegenden der Erde beim Herstellen von Einbäumen belegt ist. Vor 8000 Jahren hatte der Tschadsee eine Ausdehnung, die seine heutige um ein Vielfaches übertraf. Dufuna lag recht nahe am Westufer des da-

maligen Mega-Tschadsees, der weite Gebiete des Tschadbeckens bedeckte. Möglicherweise hat die Nähe dieses frühholozänen Binnenmeeres bereits zu einer Zeit zur Herstellung von Wasserfahrzeugen angeregt, aus der es bislang nur in Europa entsprechende Funde gab. Hierin liegt die über den Fund hinausgehende Bedeutung. Sei es der Ursprung der Kunst, des anatomisch modernen Menschen oder der Menschheit schlechthin: Die Erforschung der Urgeschichte Afrikas hat in den letzten Jahrzehnten oft gezeigt, daß die afrikanischen Entwicklungen keine verspätete Kopien europäisch-vorderasiatischer Vorgaben sind, sondern eigenständige oder parallel verlaufende kulturgeschichtliche Beiträge darstellen.

Zur Zeit liegt das älteste Boot Afrikas wieder zugeschauelt in der Erde, bis ausreichende Pläne zur Bergung und Konservierung ausgearbeitet sind. Die Bergung und der Transport zu einem sicheren Ort stellt beim Einsatz von technischem Großgerät sicher kein Problem dar. Wesentlich schwieriger ist es, geeignete, in Nigeria anwendbare Konservierungsmethoden zu finden. Bei Bootsfunden in Mitteleuropa stehen geschulte

Fachkräfte und Laboratorien zur Verfügung. Spektakuläre Funde, wie die bekannten Römerschiffe aus Mainz, haben sogar zur Einrichtung eines Museums und der nötigen Werkstätten geführt. Daran ist in Nigeria nicht zu denken. Langwierige Konservierungen mit Kunstharzen scheitern schon an den dortigen Temperaturen, und für die Zuckerkonservierung, die seit kurzer Zeit von sich reden macht, gibt es keinerlei Tropenerfahrungen. Alleine die Zwischenlagerung im Wasserbad kann fatale Folgen haben, wenn der Algenbefall nicht rechtzeitig bemerkt wird oder das Wasserbecken angesichts akuter Wasserknappheit anderen Zwecken dienen muß. Die beste Lösung wäre eine Konservierung des Bootes in Deutschland und seine anschließende Zurückführung nach Nigeria. An Plänen zur Bergung, Konservierung und Ausstellung in Nigeria wird gegenwärtig zusammen mit dem Deutschen Schiffahrtsmuseum (Bremerhaven) gearbeitet. Das Projekt ist hierbei auf die Hilfe der Industrie angewiesen; (so wird zum Beispiel die filmische Dokumentation der weiteren Feldarbeit durch die Firma Canon unterstützt).



WOHNUNGS- UND
ENTWICKLUNGS-
GESELLSCHAFT MBH
ORGAN DER
STAATLICHEN
WOHNUNGSPOLITIK



NASSAUISCHE
HEIMSTÄTTE

Seit 70 Jahren dient unsere Arbeit dem Ziel, das Recht auf Wohnen zu verwirklichen.

In unserem Arbeitsgebiet in Südhessen haben wir in dieser Zeit mit dem Bau von rd. 120.000 Mietwohnungen, 14.000 Eigenheimen, 12.000 Siedlerstellen, 3.000 Eigentumswohnungen und zahlreichen Infrastruktureinrichtungen wie Kindergärten, Kindertagesstätten, Bürgerhäusern, Kulturzentren, Dorfgemeinschaftshäusern, Arztpraxen, Läden, usw. zur Erfüllung dieser Aufgabe beigetragen. Wir betreuen die Sanierung von historischen Altstädten, die Entwicklung von Neu-

baugebieten und Altstandorten und wir verwalten im südhessischen Raum in eigenem Besitz und für Dritte über 50.000 Mietwohnungen.

Wenn Sie mehr über unsere Arbeit erfahren wollen - schreiben Sie oder rufen Sie uns an: Nassauische Heimstätte Wohnungs- und Entwicklungsgesellschaft mbH, Abteilung Direktion, Schaumainkai 47, 60596 Frankfurt am Main, Telefon: 069 - 6069 319, Telefax: 069 - 6069 303.

Software auf Disketten

ABC FlowCharter 3.0	649,00
Aldus Pagemaker 5.0	1729,00
Aldus Pagemaker Classic	399,00
Amaris Datex-J und BTX	99,00
AMI Pro 3.1	299,00
Approach 3.0	269,00
AutoCAD LT	1179,00
Autosketch für Windows 2.0	399,00
Borland C++ 4.0	859,00
Borland Pascal 7.0	749,00
CA-SuperProject Windows, OS/2	1339,00
CA-SuperCalc Windows	299,00
Caligari trueSpace	1299,00
Charisma 4.0 Umsteigerpaket	299,00
Corel Draw 5.0	1119,00
Corel Flow	159,00
Corel Ventura 5.0	769,00
dBASE 5.0 für Windows	389,00
Delrina Communication Suite	349,00
Designer 4.1 Umsteiger	799,00
Garfield Screen-Saver	79,00
Harvard Graphics Win 3.0 Pres' Pack	689,00
Laplink 6.0 Windows	349,00
Lotus Organizer 1.1 Windows	99,00
Lotus SmartSuite 3	979,00
Marco Polo Routenplaner BRD	99,00
Mathcad 99	99,00
Mathcad 5.0	399,00
Mathcad 5.0 Plus	859,00
MS Access 2.0	829,00
MS Access Development Kit 2.0	829,00
MS Creative Writer	129,00
MS Excel für Windows 5.0	829,00
MS Fine Artists	129,00
MS Flugsimulator 5.0 DOS	129,00
MS Foxpro Standard Windows 2.6	259,00
MS Foxpro Prof. Windows 2.6	1099,00
MS Golf für Windows	99,00
MS Money 3.5	99,00
MS Office 4.2 Business Edition	1259,00
MS Office Pro 4.3 Bus. Edition	1659,00
MS Powerpoint für Windows	839,00
MS Project für Windows	1269,00
MS Publisher für Windows	179,00
MS Visual Basic Windows Standard	349,00
MS Visual Basic Win. Professional (e)	619,00
MS Visual C++ Standard	149,00
MS Windows 3.1 Originalpaket	149,00
MS Windows für Workgroups	339,00

Software auf Disketten

MS Windows NT 3.5 Workstation	499,00
MS Word für Windows 6.0	829,00
MS Works für Windows 3.0	289,00
Norton Desktop Windows	229,00
Omnipage Professional 5.0	1149,00
Paradox 5.0 Windows	299,00
Picture Publisher 4.0 Umsteiger	1139,00
Quark Xpress für Windows	2449,00
Quattro Pro Windows Standard	99,00
Quicken 3.0	99,00
Recognita Plus 2.0 Windows	1139,00
UNINSTALLER 2.0 Windows	159,00
UNINSTALLER 2.0 Netzwerk-Version	499,00
Visio für Windows 3.0	399,00
Visio Express für MS Office	159,00
Winfax Pro 4.0	219,00
Wordperfect Windows 6.0 Umsteiger	439,00



Das 32-Bit Betriebssystem

Diskettenversion	219,00
CD-ROM Version	189,00
Update Disketten*	149,00
Update CD-Rom*	129,00

* von OS/2 für Windows

Schulversionen

ABC FlowCharter 2.0	299,00
Borland C++ 4.0	549,00
Borland Pascal 7.0	399,00
Designer 4.1	499,00
Harvard Graphics Windows 3.0	379,00
Lotus SmartSuite Windows 3.0	399,00
MS Access 2.0 Windows	369,00
MS Excel 5.0 Windows	369,00
MS Office Standard 4.2	559,00
MS Office Standard 4.2 CD-ROM	479,00
MS Office Professional 4.3	739,00
MS Office Professional 4.3 CD-ROM	629,00
MS Visual Basic Standard Windows	169,00
MS Word 6.0 für Windows	369,00
PC Tools 2.0 Windows	199,00

Software auf CD-ROM

Bertelsmann Universal Lexikon	119,00
Chronik des 20. Jahrhunderts	229,00
Corel Draw 5.0	879,00
dBASE 5.0 Windows	349,00
IBM OS/2 Warp 3	189,00
MS Art Gallery (e)	99,00
MS Cinemania '95 (e)	129,00
MS Creative Writer	129,00
MS Dinosaurier	129,00
MS Faszinierende Kreaturen	129,00
MS Fine Artist	129,00
MS Kulturen der Antike	129,00
MS Multimedia Beethoven	129,00
MS Multimedia Bookshelf '94 (e)	159,00
MS Multimedia Encarta '95 (e)	179,00
MS Multimedia Mozart (e)	99,00
MS Multimedia Schubert (e)	99,00
MS Multimedia Stravinsky (e)	99,00
MS Musical Instruments (e)	99,00
MS Office 4.2 Business Edition	1099,00
MS Office Pro 4.3 Business Edition	1399,00
Wer liefert was? CD-Book	229,00

Updates

ABC FlowCharter 3.0**	395,00
Approach 3.0#	149,00
Autosketch Windows 2.0***	247,00
Corel Draw 5.0 von v3.0#	809,00
Corel Draw 5.0 von v4.0#	449,00
Corel Draw 5.0 CD-ROM von v3.0#	649,00
Corel Draw 5.0 CD-ROM von v4.0#	359,00
dBASE 5.0 für Windows*	379,00
IBM OS/2 Warp 3*	149,00
IBM OS/2 Warp 3 CD-ROM*	129,00
MS Access 2.0#	333,00
MS Excel 5.0#	333,00
MS Office 4.2 Business Edition#	689,00
MS Office 4.2 Business Edition CD#	589,00
MS Office Pro 4.3 Business Ed.#	899,00
MS Office Pro 4.3 Business Ed. CD#	739,00
MS Project Windows 4.0#	759,00
MS Word für Windows 6.0a#	333,00
MS Works für Windows 3.0#	179,00
Winfax Pro 4.0*	179,00

*) Vernichtungserklärung mit Seriennummer

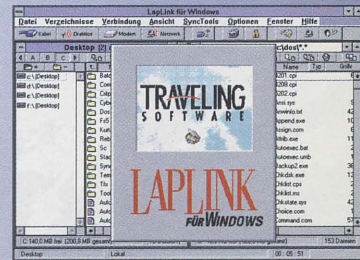
***) Installationsdiskette 1

****) kompletter Diskettensatz

#) ohne Nachweis

LapLink 6.0

LapLink 6.0 Windows ist weit mehr als die Portierung eines DOS-Programmes auf MS Windows. Es verbindet PCs, wenn es sein muß – rund um den Globus! Unterstützt werden serielle und parallele Kabelverbindungen ebenso, wie Hayes-kompatible Modems (mehr als 290 Typen sind voreinstellbar), ISDN-Terminaladapter und Netzwerkverbindungen nach IPX/SPX Protokoll, z. B. Novell oder Windows für Workgroups. Die Möglichkeiten und Anwendungen, die sich durch LapLink eröffnen, sind praktisch nur durch die eigene Phantasie begrenzt.



Neben der bereits bei den Vorgängerversionen gepriesenen hohen Funktionalität ermöglicht LapLink Windows die echte Fernbedienung (Remote Control) von PCs. Mit SpeedSync kommt erstmalig eine patentierte Technik zur Dateienaktualisierung zum Einsatz, welche die Datenübertragung per Modem oder Kabel um bis zu 800% beschleunigt. Sie erhalten die deutsche Vollversion inklusive seriellem und parallelem Kabel zum Preis von **DM 349,00**

Edutainment

MS Faszinierende Kreaturen ist eine interaktive und zugleich lehrreiche wie unterhaltsame Entdeckungsreise in die Welt der faszinierendsten Wildtiere und ihres immer weiter schwindenden Lebensraumes.



Das Produkt entstand in enger Zusammenarbeit mit der Natur- und Umweltschutzorganisation WWF (World Wide Fund for Nature), die durch den Verkauf der Software auch finanziell unterstützt wird. Wir bieten Ihnen diese faszinierende CD-ROM zum Megasoft-Preis von nur **DM 129,00** an.



Auf den Spuren vergangener Kulturen

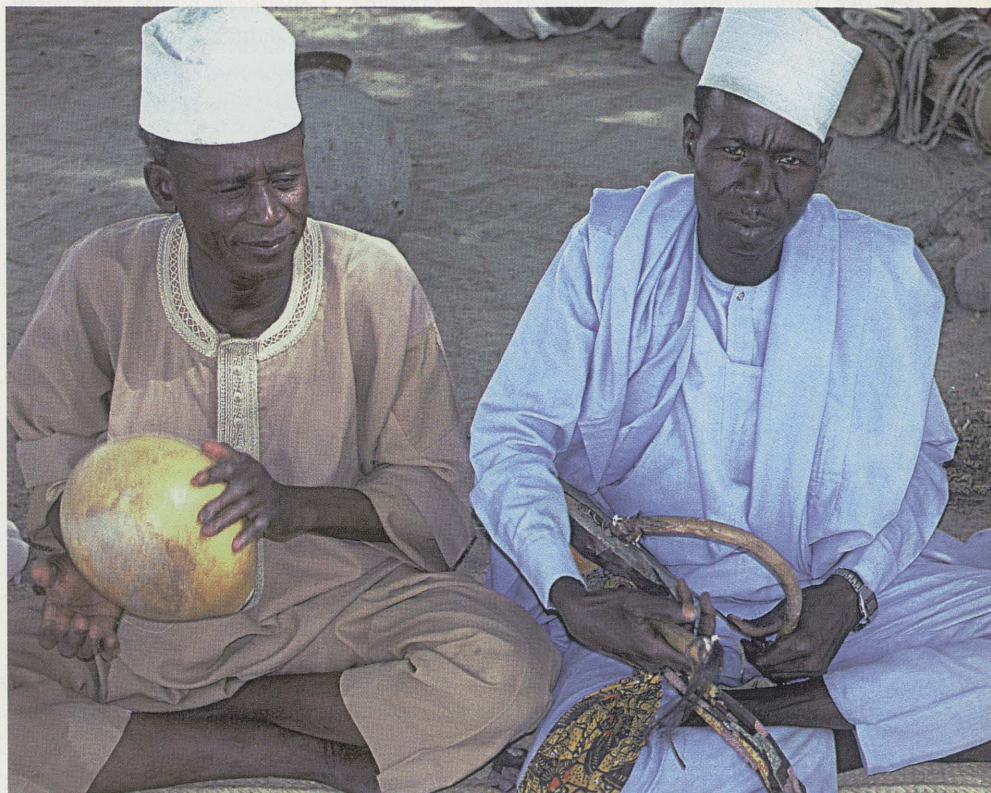
Dynamik ethnischer und sprachlicher Prozesse im Mega-Tschad-Raum

von Norbert Cyffer, Herrmann Jungrathmayr, Editha Platte und Raimund Vogels

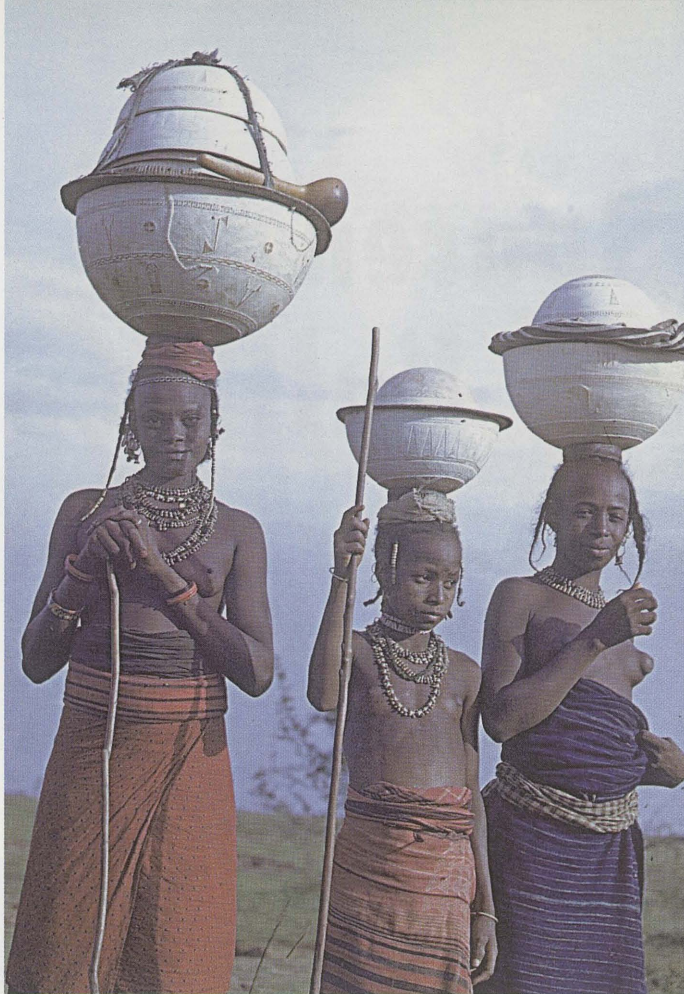
Es war einmal ein großes Meer im Herzen Afrikas (Mega-Tschad), etwa von der Größe Deutschlands oder des Kaspischen Meeres. An seinen Ufern siedelten Menschen unterschiedlicher Völker und Sprachen. Die Sahara war noch nicht das unwirtliche Band, das das Mittelmeergebiet heute von Schwarzafrika trennt, mit acht Millionen Quadratkilometern die größte Stein- und Sandwüste der Erde. In den weithin noch grünen, bewaldeten Landschaften tummelten sich Tiere in großer Vielfalt. Die Menschen fanden ihr Auskommen bei Jagd, Fischfang, Ackerbau oder Viehzucht. Als sich dann allmählich die Klimabedingungen veränderten und das Wasser knapper wurde, zog sich das Tschadmeer nach dem Süden zurück, und viele Menschen folgten dem lebensspendenden Naß, während andere auf ihren Wanderungen nach Osten zum Nil zogen und schließlich auch zur Entwicklung der alt-ägyptischen Kultur beitrugen. So kam es zu einer frühen Trennung von ursprünglich in der Zentralsahara beisammenwohnenden Völkern, aber auch zu neuen Begegnungen und Auseinandersetzungen der „Flüchtlinge“ aus der wachsenden Wüste mit den bereits ansässigen Völkern, sowohl im Mega-Tschad-Raum als auch im Niltal.

So könnte man sich die Frühgeschichte jener etwa 150 Völkerschaften

denken, die heute große Teile Nordnigerias, des südlichen Niger, Nordkameruns und des südlichen Tschad besiedeln. Obwohl ihre exakte Geschichte wegen fehlender schriftlicher Nachrichten schwer nachzuzeichnen ist, ist Afrika durchaus kein „geschichtsloser Kontinent“, wie es allzuoft eine eurozentristische Denkweise wahrhaben möchte. In diesem Beitrag stellen die vier Autoren unterschiedliche Aspekte des kulturellen und sprachlichen Wandels durch Beispiele aus der Sprachwissenschaft, Ethnologie und Musikethnologie dar.



Lautensensemble (Kuwo): Der Lautenspieler wird von Trommlern begleitet.



Frauen der viehzüchtenden und nomadisierenden Fulbe sind mit ihren Kalebassen unterwegs zu einem Wochenmarkt auf dem Plateau Nordnigerias.

Auf der Suche nach dem verlorenen Urtschadischen

Als Quelle für eine Rekonstruktion der Geschichte müssen vor allem Sprachen und Kulturen – in schriftlosen Gesellschaften die einzigen lebenden Zeugen der Vergangenheit – herangezogen werden. Dabei kommt der Sprache als

objektivem „Datenträger“ und historischem Vermittlungsorgan eine besondere Funktion zu. Sprache – und besonders wenn sie 150fach die Vielfalt und den Variationsreichtum unterschiedlicher Entwicklungsprozesse widerspiegelt – hat zum einen ihre ureigene „organische“ Lebensgeschichte und verändert sich nach naturwissenschaftlich be-

obachtbaren Gesetzen – so wurde aus lateinisch *mater* und *frater* regelmäßig französisch *mère* und *frère*. Zum anderen ist Sprache aber auch Speicher, Aufbewahrungsort für all die materiellen und spirituellen Kulturgüter, deren Kenntnis und Existenz durch die betreffenden Wörter im Lexikon einer Sprache bezeugt werden.

So liegt es für einen Sonderforschungsbereich nahe, der sich die Erforschung der Geschichte des west- und zentralafrikanischen Sahel- und Sudanraumes zum Ziel gesetzt hat, den Reichtum nicht nur an Formen- und Wortgut, sondern auch an geistigem Kulturerbe, das in diesen Sprachen überliefert wird, aufzuzeichnen, zu sammeln und zu deuten. Setzen wir für den vielfältigen und differenzierten Wortschatz einer afrikanischen Sprache die sehr niedrig bemessene Minimalzahl von 10.000 Grund- und Kulturwörtern an, so macht das für die 150 Sprachen bereits eine Gesamtzahl von 1,5 Millionen Wörtern aus.

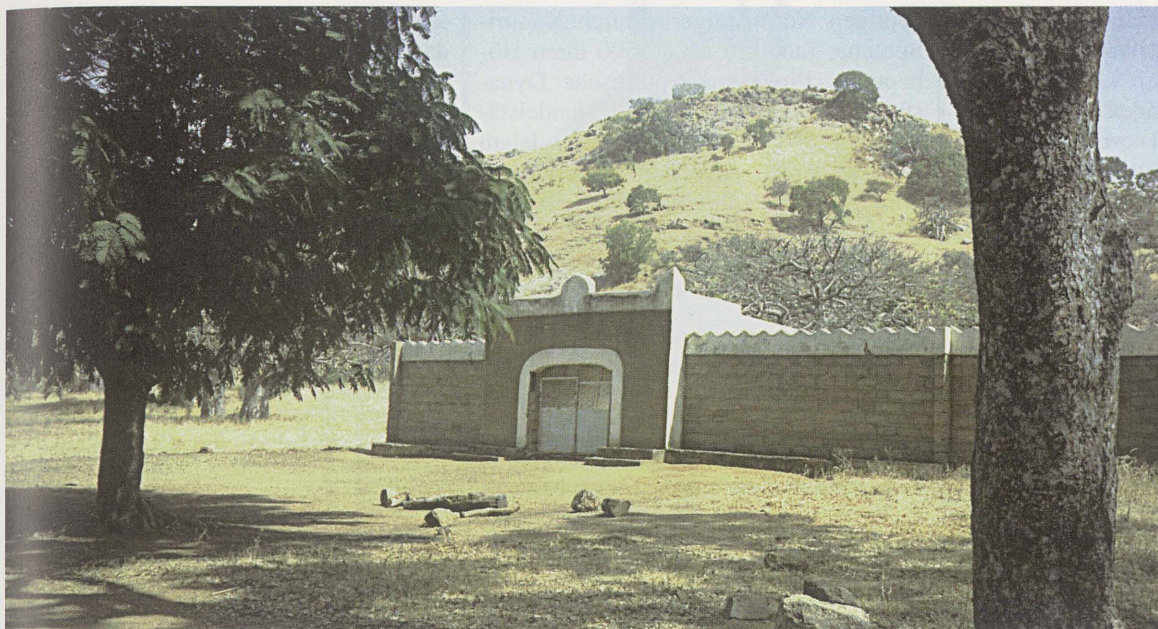
Theoretisch – und im Idealfall – wäre nun für eine wissenschaftlich vollständige Dokumentation erforderlich:

- ▶ die Erhebung beziehungsweise schriftliche Fixierung und Registrierung dieses umfangreichen Wortmaterials im Rahmen eines internationalen Zentralarchivs (die Grundlagen dafür wurden bereits in Marburg 1970 durch die Einrichtung des „Tschadischen Wortkatalogs“, der eine Aufnahmekapazität von circa 150.000 Wörtern hat, gelegt);
- ▶ eine systematische Analyse und Vergleichung der Wörter und Formen zwischen den einzelnen verwandten Sprachen sowie eine darauf basierende Rekonstruktion der Früh- oder Urform eines jedweden Lexems;
- ▶ die Erstellung einer Grammatik für jede der 150 Sprachen mit dem Ziel der Erkenntnis der grammatischen Grundlagen des Tschadischen;
- ▶ die Erfassung und Sammlung des in jeder der Sprachen überreich vorhandenen Erzählgutes (Märchen, Fabeln, Sprichwörter, Rätsel usw.) sowie der mythologisch-religiösen und historischen Traditionen;
- ▶ durch eine systematische Vergleichung und Bewertung des Kulturschatzes jeder einzelnen tschadischen Sprache ein Versuch der Beschreibung des Profils, Inventars und der Entwicklung der Kultur der jeweiligen Sprachgemeinschaft.

Im Rahmen dieser Zielsetzungen geht es dem Sonderforschungsbereich zum einen darum, die in Nordnigeria zwischen dem Jos-Bauchi-Plateau im Südwesten und dem Tschadsee im

ALTÄGYPTISCH-KOPTISCH			TSCHADISCH	
	ALTÄGYPTISCH	KOPTISCH	UR-TSCHADISCH	TSCHADISCH HEUTE
3000 v.Chr.	swr (sawar?)		*swr (*suwar?)	suwaa (Mubi), shwaa (Sura)
2500 v.Chr.	swi			shoh (Ron), shaa (Hausa), hlya (Zaar)
0 v.Chr.		so		
Heute		so		so (Nyam)

Die aus derselben Wortwurzel *swr (= *sawar, suwar, etc.?) stammenden einzelsprachlichen lexikalischen Bezeichnungen im Altägyptisch-Koptischen (vor 2-5000 Jahren) und Tschadischen (heute) für 'trinken': zum Beispiel *sii/suwaa* (Mubi), *shwaa* (Mwaghavul/Sura), *shaa* (Hausa), *shoh* (Ron-Daffo), *hlya* (Zaar), *say* (Guruntum), *yee/ee* (Tangale), *so* (Nyam). Dieses Wort wurde offensichtlich aus der gemeinsamen zentralsaharischen Urheimat von den 'Nachbarn' der Tschader auch nach dem Osten ins Niltal gebracht, wo die älteste schriftliche Fixierung auf Stein (Hieroglyphen) *swr* lautet; dabei ist es besonders reizvoll zu sehen, daß sich die Lautgestalt des Wortes in der 3000jährigen Geschichte der ägyptischen Sprache von *sw(r)i* ebenso zu (koptisch) *so* entwickelt hat wie innerhalb der tschadischen Sprachen zum Beispiel im am Südwestrand ihrer Verbreitung gesprochenen Nyam das Endprodukt *so* lautet, eine räumlich-zeitliche Konvergenz also, die eine Urverwandtschaft zwischen dem längst verklungenen, heute nur noch schriftlich faßbaren Altägyptischen und den heute Tausende von Kilometern südwestlich vom Niltal gesprochenen Tschad Sprachen auch in ihren dynamischen Prozessen eindringlich erkennen läßt.



Alter Emirpalast in Alt-Kaltungo (Kallor-gu), Bauchi State, Nordostnigeria: Kaltungo ist ein Schwerpunkt der Frankfurter Forschungen.

Nordosten vertretenen Bole-Tangale-Sprachen in ihrem Wort- und Formgut wie auch in ihren oralliterarischen Traditionen zu dokumentieren, zum anderen aber auch ihre kulturgeschichtliche Vernetzung und Interdependenz mit den politisch mächtigen Zentren der Hausa im Nordwesten, der Kanuri (Borno) im Nordosten und der Jukun im Süden aufgrund der Verbreitung typischer Kulturwörter aufzuzeigen. Die Bedeutung einer solchen Minoritätensprachforschung in diesem Raum liegt unter anderem auch darin, daß diese Ethnien einerseits gegenüber den genannten Machtblöcken – Hausa, Kanuri und Jukun – eine Vorbevölkerung darstellen, sie aber andererseits selbst Populationen und Sprachen verdrängt haben, die heute nur noch in Spuren und inselhaft aus dem Süden in unseren Raum hereinragen, so zum Beispiel im Raum Ningi, wo jetzt gerade noch Reste des Butu, einer Benue-Kongo-Sprache, gerettet werden konnten [Broß, Ms.].

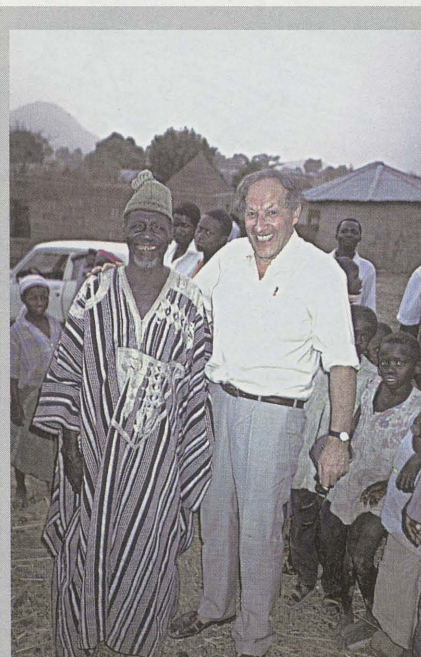
Bei der Erhebung und Dokumentation des Wort- und Formenschatzes der einzelnen Sprachen geht die Forschung auf zweierlei Weise vor: einmal auf dem Wege der Direktbefragung, zum anderen über die Auswertung authentischer Texte. Der seit Generationen ausschließlich von Mund zu Mund weitergegebene reiche Schatz an Erzählungen – die „Oralliteratur“ – stellt eine fast unerschöpfliche Fundgrube für sprachliche, literarische und kulturgeschichtliche Fragestellungen dar. So stehen inzwischen vor allem für die Sprachen Kupto, Kwami, Tangale, Kushi, Widala, Piya und Nyam, die im Raum zwi-

schen Gombe und dem Benue-Fluß gesprochen werden, aufgrund einer fruchtbareren Kooperation mit lokalen Mitarbeitern umfangreiche Sammlungen von Texten zur Auswertung bereit – die einzelnen Corpora gehen in die Tausende. Grammatische Einführungen und Wörterbücher – für das Tangale [Jungrathmayr 1991] und Kwami [Leger 1994] bereits erschienen – befinden sich in Vorbereitung; ethnologische Untersuchungen bei den Bole, Karekare und Ngamo – im kulturellen Spannungsfeld zwischen den Hausa und den Kanuri –

haben das Tor zu unerwarteten Deutungsmöglichkeiten im Bereich von Kunsthandwerk, Semiotik und Historie geöffnet.

Letztendlich sollen alle diese Forschungen diese bisher in der Literatur der Menschheit unregistrierten Güter bewußt und zugänglich machen. Denn in einer Welt der Schrift werden nur mündlich tradierte, wenn auch noch so hochstehende Kulturleistungen kaum zur Kenntnis genommen. Erst die Schriftlichkeit verschafft ihnen den Respekt, den sie verdienen.

Professor Dr. Herrmann Jungrathmayr (63) ist stellvertretender Sprecher des Sonderforschungsbereichs 268 und widmet sich der Sprachforschung in den Ländern der westafrikanischen Savanne. Er studierte in Wien und Hamburg Afrikanische Sprachen, Ägyptologie und Völkerkunde. Nach seiner Promotion (1956) war er drei Jahre Dozent am Goethe-Institut in Kairo. 1961 und 1962 schlossen sich Sprachforschungen in Nordnigeria an. Nach Assistenten- und Professorenzeit an der Universität Marburg wurde Jungrathmayr vor zehn Jahren auf die Professur für Afrikanische Sprachwissenschaften in Frankfurt berufen. Seine Reisen und Sprachforschungen führen ihn seit 1958 vor allem in den Sudan, Tschad und nach Nigeria. Jungrathmayr, der als Gastprofessor auch in Washington (USA) und Maiduguri (Nigeria) tätig war, ist Erster Vorsitzender der Deutschen Morgenländischen Gesellschaft. Er ist zum zweiten Mal Autor in FORSCHUNG FRANKFURT (vgl. 4/1988) und zeichnet innerhalb des hier veröffentlichten Beitrags für die Einleitung und das Kapitel „Auf der Suche nach dem verlorenen Urtschadischen“ verant-



wortlich. Auf dem Autorenfoto ist er zusammen mit einem Meistererzähler aus dem Dorf Shongom bei Kaltungo, Bauchi State, zu sehen.

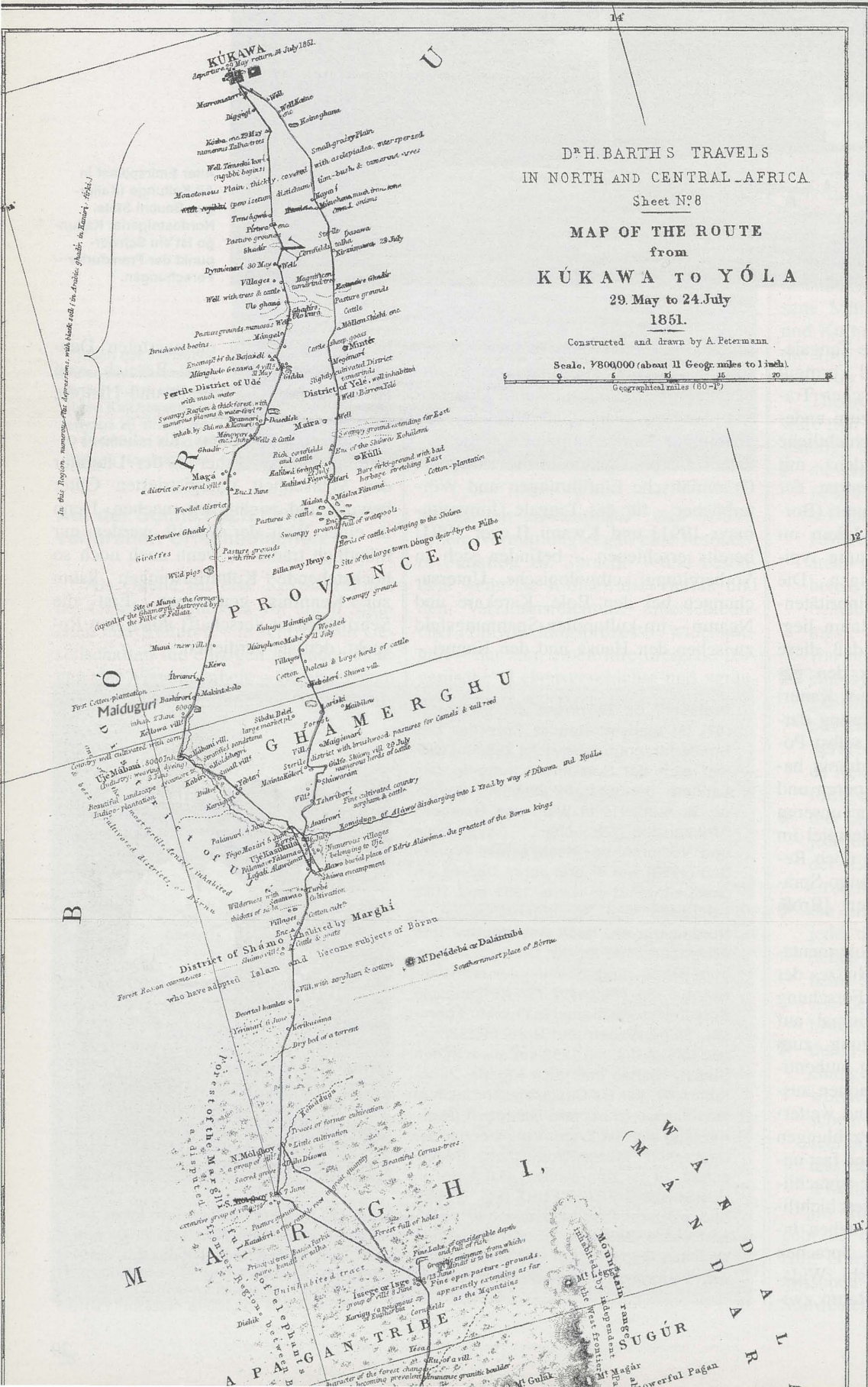
Sprache und Sprachwandel

Die vor Jahrtausenden einsetzenden Prozesse des Wandels von ethnischer Identität und Sprache wirken sich bis in die Gegenwart aus. Die Besiedlung des

heutigen Nordostnigeria durch Kanuri-Sprecher fand um circa 1500 ihren Höhepunkt. Eine starke politische Dynastie (Seyfawa), bedeutende Handelstätigkeiten und die Verbreitung des Islam führten dazu, daß die Kanuri-Herrschaft bis ins 19. Jahrhundert die bedeu-

tendste politische Kraft in der Region darstellte.

Borno, der Siedlungsraum der Kanuri im heutigen Nordostnigeria und südlichen Niger, wurde ursprünglich von Sprechern tschadischer Sprachen bewohnt. Bei der Besiedlung durch die



Der Ausschnitt einer Karte von 1851 aus Heinrich Barths Reisebeschreibungen zeigt die Verbreitung der Ghamerghu um das gegenwärtige Zentrum der Kanuri (Maiduguri).

Kanuri, deren Sprache zur saharanischen Sprachfamilie (einer Untergruppe des nilosaharanischen Sprachstamms) zählt, wurden die tschadischen Gruppen der Region in andere Gebiete verdrängt beziehungsweise von den Kanuri integriert. So tauchen einerseits in oralen Traditionen der Nachbarvölker häufig Bezüge zum alten Lebensraum auf; andererseits sind im Kanuri alte ethnische Bezeichnungen für „Clans“ anzutreffen, die mit tschadischen Sprachnamen gleichlauten, zum Beispiel *Bade*, *Tera*. Es ist davon auszugehen, daß der Prozeß der Integration stärker war als der der Verdrängung.

In einer Karte des Afrikaforschers Heinrich Barth von 1851 ist das Gebiet um Maiduguri, das gegenwärtige ethnische, religiöse und politische Zentrum der Kanuri, als „*Provinz Gamerghu*“ verzeichnet, also als Gebiet einer Gruppe von Sprechern einer tschadischen Sprache. Im Laufe der Zeit hat ein Identitätswandel von Gamergu zu Kanuri stattgefunden. Die Prozesse des ethnischen, sprachlichen und kulturellen Wandels werden unter dem Begriff „*Kanurisierung*“ zusammengefaßt. Es ist zu vermuten, daß sich die Kanurisie-



Der Afrika-Forscher Heinrich Barth (1821-1865) unternahm von 1850 bis 1855 im Auftrag der britischen Regierung eine Forschungsreise nach Nord- und Zentralafrika.

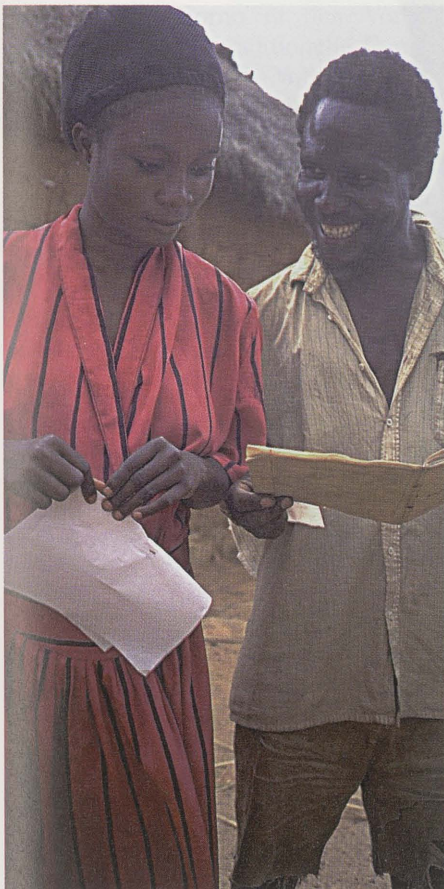
rung in ähnlicher Form bereits früher bei vielen anderen Gruppen abgespielt hat und sich weiter abspielen wird.

Es stellt sich die Frage, inwieweit die Kanuri-Sprache von den Umwälzungen betroffen ist. Hinweise gibt es beim Vergleich des Lexikons und der Grammatik innerhalb der saharanischen Sprachen. Während es bei dem Grundvokabular des Kanuri und des ebenfalls saharanischen Zaghawa (Tschad, Sudan) nur eine geringe Übereinstimmung gibt, liegt die Kohärenz im grammatikalischen Bereich weit höher. So kann nicht davon ausgegangen werden, daß die geringen lexikalischen Übereinstimmungen mit einer weit zurückliegenden Trennung der beiden Sprachen zu erklären sind, dem würden die immer noch engen grammatikalischen Beziehungen widersprechen; vielmehr muß angenommen werden, daß das Kanuri fortwährend mit anderen Sprachen im engen Kontakt stand oder durch Prozesse des Sprachwechsels Einflüsse auf die Kanuri-Sprache ausgeübt wurden.

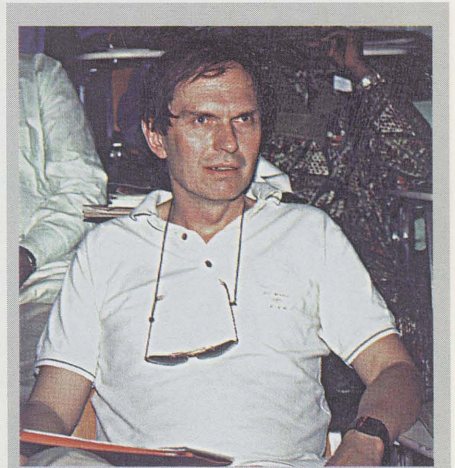
Als Grundlage für die Untersuchungen der vielschichtigen Prozesse des Wandels dient der Aufbau einer Kanuri Data Bank an der Universität Maiduguri. Zunächst gilt es, die Kanuri-Sprache in ihrem lexikalischen Reichtum zu dokumentieren. Darüber hinaus werden die

Daten auf sprachliche Interferenzen hin untersucht, um zu empirisch belegten Aussagen über die wechselseitigen Einflüsse in den Sprachen der Region zu gelangen. Morphologische und phonologische Untersuchungen können Aufschlüsse darüber liefern, ob ein in verschiedenen Sprachen gemeinsames Lexem ursprünglich aus der einen in die andere Sprache exportiert wurde oder umgekehrt. So ist beispielsweise der Begriff *Markt* im (tschadischen) Hausa (*kasuwa*) aus dem Arabischen (*suq*) über das Kanuri (*kasuwu*) entlehnt worden und nicht umgekehrt, da das Präfix *ka-* ein für das Kanuri wichtiges (archaisches) Bildungselement ist. Das wiederum mag für die Beurteilung des Handels im Sahel von Bedeutung sein, da der Handel der Kanuri zu einem früheren Zeitpunkt eine weit aus größere Rolle gespielt hat, als das heute der Fall ist.

Bisher hat sich die Geschichtswissenschaft in der Region vorwiegend mit den herrschenden Dynastien auseinandergesetzt, weniger mit den Beziehungen unter den Völkern. Die Sprachwissenschaft kann wichtige Beiträge zur Kenntnis der komplexen historischen Abläufe in der Region liefern.



Mafulul Lek und Victoria Akos, zwei nigerianische Mitarbeiter des Sonderforschungsbereichs aus Daffo, einem Dorf circa 70 Kilometer südwestlich von Jos, Plateau State, Nordnigeria.



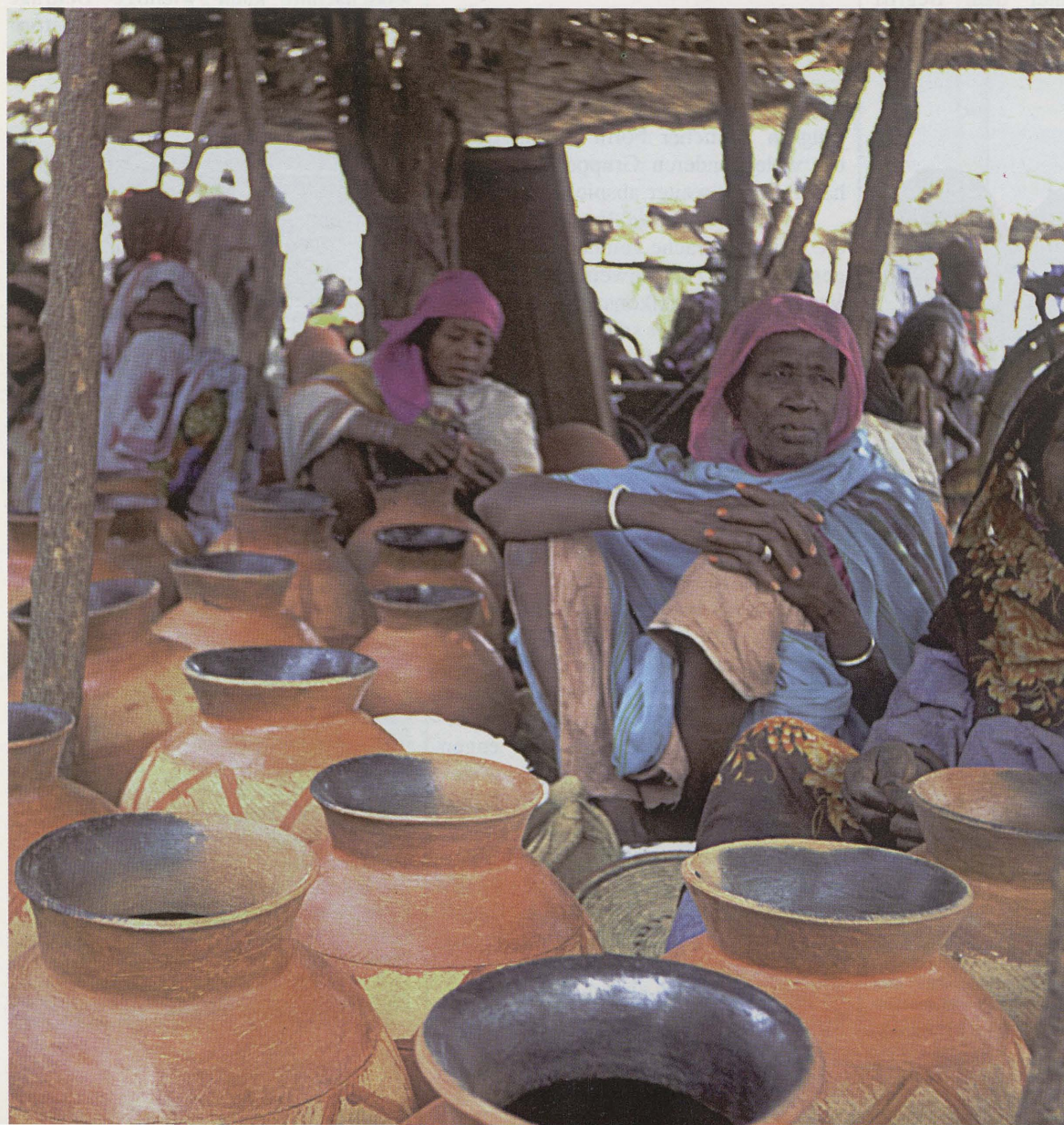
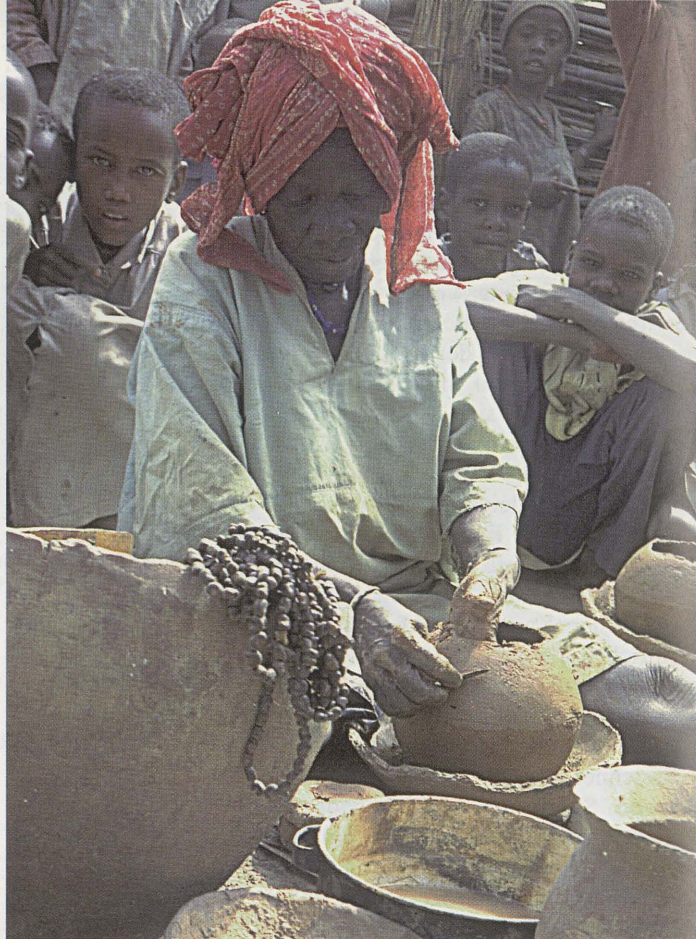
Norbert Cyffer (51) studierte Afrikanistik, Sprachwissenschaft und Ethnologie in Hamburg. Von 1974 bis 1981 war er an den nigerianischen Universitäten von Kano und Maiduguri tätig, ab 1982 lehrte und forschte er als Professor für Afrikanische Philologie an der Universität Mainz. Im Oktober 1994 wechselte er als Ordentlicher Universitätsprofessor ans Institut für Afrikanistik der Universität Wien. Seine Forschungsschwerpunkte sind: Kanuri-Sprache, vergleichende Sprachwissenschaft (Nilosaharanisch), Sprachtypologie und Sprachplanung. Er leitet das Teilprojekt „Wandel und Kontinuität von Sprache, Oralliteratur und Musik in der Tschadsee-Region“ im Sonderforschungsbereich. Cyffer hat in dem hier veröffentlichten Beitrag das Kapitel „Sprache und Sprachwandel“ verfaßt.

Können Völker wirklich sterben? Das Beispiel der Gamergu

Ein einheitliches Bild „der Kanuri“ ist weder über die sprachliche Kompetenz noch über die ethnische und kulturelle Identität zu erreichen. In der Sprache der Kanuri lassen sich unterschiedliche Dialekte finden; unter dem Ethnonym (Volksnamen) „Kanuri“ sind Bezeichnungen für Untergruppen subsumiert, auf kultureller Ebene sind Variationen, zum Beispiel in den Keramiktraditionen feststellbar: Indizien, die auf Prozesse des sozialen Wandels hinweisen. Mit der vergleichenden Methode kann in der historischen Ethnologie Fragestellungen nachgegangen werden, die sich an diesem Tatbestand orientieren.

Als Beispiel sollen hier die Gamergu, ein Volk, das noch 1879 in der südlichen Region Bornos als die dominante ethnische Gruppe erwähnt wird, vorgestellt werden [Nachtigal 1879-89]. Ihr ehemaliges Siedlungsgebiet ist heute weitgehend von Kanuri sprechenden und sich mit dem Ethnonym „Kanuri“

Das Töpferhandwerk ist in vielen afrikanischen Gesellschaften eine Domäne der Frau. In Buni Yadi (südliches Borno) sind Kanuri-, Bura- und Hausa-Töpfer und Töpferinnen tätig. Die Kanuri-Töpferin Fanna Abderam kam vor 15 Jahren in den Ort, wo sie sich selbst das Handwerk beibrachte. Während der kalten Zeit von Oktober bis Januar läßt sie ihr Handwerk ruhen und arbeitet auf den Feldern.

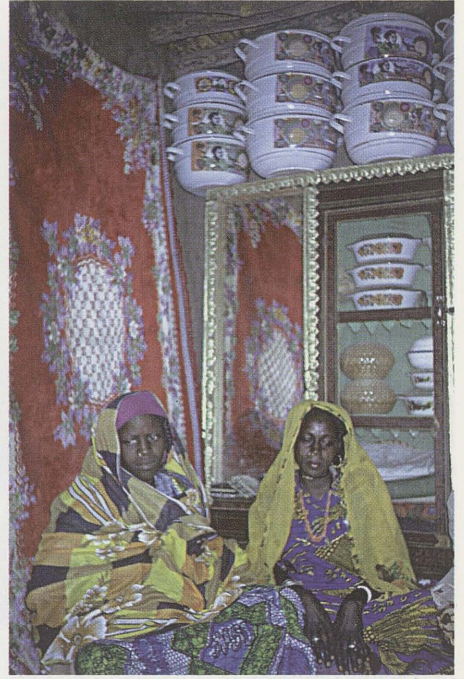


Töpferinnen aus den umliegenden Dörfern bieten ihre Wassertransportgefäße auf dem wöchentlichen Markt in Damboa (südliches Borno) an. Die Nachfrage nach Wassergefäßen aller Art wird zu Beginn der heißen Zeit von Februar bis April größer, und die Keramikproduktion erreicht ihren Höhepunkt.



Die traditionelle Dekoration im Raum der verheirateten Kanuri- und Gamergu-Frauen setzt sich aus Behältnissen verschiedener Materialien zusammen. Tongefäße, geflochtene Körbchen, Holzschüsseln und Kalebassen werden für diesen Zweck besonders sorgfältig dekoriert. Auf der Abbildung ist eine Kanuri-Dekoration aus Ngelzerma (westliches Borno) zu sehen.

Mit der immer weiteren Verbreitung moderner Materialien hat sich auch die Dekoration im Raum der verheirateten Frauen verändert. Ein verziertes Sperrholzregal ersetzt den Lehmaufbau, Emaille- und Porzellanwaren werden den traditionellen Materialien vorgezogen. Zur Hochzeit werden die Gegenstände der Braut von ihrer Familie übergeben. Kommt die Frau in finanzielle Nöte, so kann sie diese veräußern. Wird sie geschieden, so nimmt sie die Einrichtung mit. Diese Gefäße und Behältnisse sind in erster Linie Prestigeobjekte, die nur im Notfall tatsächlich verwendet werden. Auf dem Foto ist eine Kanuri-Dekoration aus Mandala (östliches Borno) zu sehen.



identifizierenden Menschen bewohnt. Zumindest auf den ersten Blick scheint es sich also bei den Gamergu um ein „ausgestorbenes“ Volk zu handeln. Es gibt jedoch Hinweise, die auch andere Schlüsse nahelegen.

Das „Heidentum“ wurde in den früheren Forschungen im überwiegend moslemischen Borno in den Vordergrund gestellt. Die traditionelle Gamergu-Religion, die dieses Volk als Nicht-Muslime auszeichnet, wurde Indentifizierungsgrundlage für das „Gamergu-Sein“ schlechthin, wie neuere Untersuchungen über ethnische Gruppen in dieser Region ergaben. Indem die Gamergu als Heiden eingestuft wurden, konnten auf sie auch alle „Fehlverhaltensweisen“ der „Nicht-Muslime“, wie Alkoholkonsum und „unmoralische“

Handlungen, projiziert werden. Diese Vorurteile gegenüber den Gamergu (tatsächlich sind sie heute überwiegend Muslime) machen es vielleicht auch verständlich, warum sich heute kaum mehr jemand in der Region zu einer Gamergu-Identität bekennt, ein Aspekt, der zum „Aussterben“ dieses Volkes beigetragen haben könnte.

Es bleibt jedoch zu fragen, ob die Kanuri als politisch, sprachlich und ethnisch dominantes Volk auch auf kultureller Ebene diese Vorrangstellung gegenüber den Gamergu vertreten. Ein Vergleich der Tongefäße aus der Kanuri- und Gamergu-Dekoration im Frauenraum läßt deutliche Gemeinsamkeiten sowohl auf formaler und funktionaler Ebene als auch hinsichtlich der Terminologie erkennen. In beiden ethnischen Grup-

pen werden beispielsweise Behältnisse als „Set“ von der Mutter an die Tochter bei ihrer Hochzeit übergeben. Diese Sets bestehen aus einer unterschiedlichen Anzahl von Gefäßen, die zum größten Teil identisch sind. Sie sind in erster Linie Prestigeobjekte, die nur im Notfall tatsächlich verwendet werden. Der Bereich der materiellen Kultur verdeutlicht die Gemeinsamkeiten von Gamergu und Kanuri. Es gibt Hinweise auf kulturelle Assimilationsprozesse, im Verlauf derer sich Aspekte der Gamergu-Kultur auch heute noch, allerdings unter dem Vorzeichen „Kanuri“, erhalten haben. Nur durch Aussagen der Produzentin ist es möglich, ethnische Rückschlüsse zu ziehen. Ein Volk ist also nicht gestorben, sondern vielmehr im Prozeß des sozialen Wandels begriffen.

Editha Platte (32) hat in Heidelberg und Frankfurt Ethnologie, Soziologie und Kunstgeschichte studiert und 1991 mit dem Magister Artium zum Thema „Kanuri-Töpferei. Eine Frauensache“ an der Universität Frankfurt abgeschlossen. Seit Juni 1991 ist sie Mitarbeiterin im Sonderforschungsbereich 268, wo sie gemeinsam mit Dr. Braukämper und Holger Kirscht zum Thema „Ethnizität und interkulturelle Beziehungen im östlichen Borno“ arbeitet. Ihr Forschungsschwerpunkt sind Handwerk und Frauenarbeit in der Kanuri-Gesellschaft. Editha Platte hat das Kapitel „Können Völker wirklich sterben? Das Beispiel der Gamergu“ geschrieben. Das Foto zeigt sie mit Hadja Morem (42), in deren Gehöft sie während ihrer Nigeria-Aufenthalte lebt.



Kanuri-Musiker und ihre Musik

Die musikethnologische Forschung stößt auf eine Fülle von Musikinstrumenten, die erst in den letzten 150 Jahren Eingang in die Kultur der Kanuri gefunden haben: vom königlichen Orchester *Ganga Kura*, das im wesentlichen ein Erbe des damals benachbarten osmanischen Reiches war, bis zur gestrichenen Spießblaute *Kuwu*, die erst vor zwei Generationen von den Hausa aus dem Westen übernommen wurde. Die Liste der von außen übernommenen Instrumente ist lang, sie könnte durch eine zweite ergänzt werden, die vergleichend Spieltechniken aus den verschiedenen benachbarten Regionen Afrikas bei den Kanuri nachweist. Die Veränderungen gehen häufig gerade von Ethnien aus, die sich zwar an die wirtschaftliche und politische Dominanz der Kanuri anpaßten, aufgrund der Flexibilität der Kanuri aber auch die Chance erhielten, Neues und Eigenes mit einzubringen. So kommt es auch heute noch zu kulturellen Übergangs- und Mischformen, die bereits bei Kleidung, Haartracht und Schmuck eine Anpassung an die Kanuri erkennen lassen, nicht jedoch bei Sprache, Instrumenten und Tanzformen.

Kulturelle Kontinuität bedeutet für die Kanuri kein Festhalten am Alten, sondern das Bewußtsein für historische Prozesse, in denen die Veränderungen als Teil der eigenen Identität wahrgenommen werden. Diese Veränderungen können auch von außen initiiert worden sein. Für den Bereich der Musik kristallisieren sich dennoch eine Reihe von konstanten Faktoren heraus:

Musik spielt bei der Bewahrung alter Traditionen eine besonders wichtige Rolle, auch wenn das musikalische Repertoire viel von seiner ursprünglichen Vielfalt vermissen läßt. Dafür bietet das königliche Trommelensemble *Mara* ein gu-




Hofensemble des Emirs von Dikwa: Die Gruppe tritt vornehmlich bei offiziellen Anlässen in Anwesenheit des Emirs auf.

tes Beispiel: Traditionell ist das Ensemble ein fester Bestandteil der Inthronisation eines *Emirs von Borno (Shehn)*. Auch heute noch treten die Musiker bei dieser Gelegenheit auf, haben aber fast keine Repertoirekenntnis mehr.

Die Stellung der Musiker in der Gesellschaft ist ein weiterer konstanter Faktor, der die große Bandbreite musikalischer Stile auffängt. Die Musiker stehen in gewisser Weise außerhalb der Kanuri-Gesellschaft. Zwischen ihnen und dem Rest der Bevölkerung bestehen fast unüberbrückbare soziale Gräben. Dabei wird nicht unterschieden, ob es sich um einen praktizierenden Musiker handelt oder um dessen Angehörige. Soziale Kontakte zwischen den Musikern und der Bevölkerung kommen eigentlich nur zustande, wenn sie eingeladen werden, um bei Anlässen zu spielen, bei denen Musik erwartet wird.

Diese besondere soziale Situation wird in den Musikerfamilien durch das

umfangreiche Wissen aufgefangen, das die Musiker von der Abstammung ihrer eigenen Familien haben, wer bei wem gelernt hat, wer welches Instrument in diesem oder jenem Ensemble gespielt hat usw., alles Details, die innerhalb der Familien von großer Bedeutung sind und entsprechend gut erinnert werden. In gleicher Weise haben die Musiker auch ein geschichtliches Wissen über ihre Musik und die Veränderungen, die im Laufe der Jahre vorgenommen wurden. So wissen sie genau, welche Instrumente neu hinzugefügt und welche Trommel gegen eine andere ausgetauscht wurde.

Die Musiker spielen für ein Kanuri-Publikum. Dies bedingt vor allem eine Adaption an das Verständnis und die Sprache des Publikums. Die Anpassung an den Kanuri-Stil liegt im Klangideal, in den begleitenden Tanzformen, in den Titeln und damit in der Bedeutung der Stücke für das Publikum. 

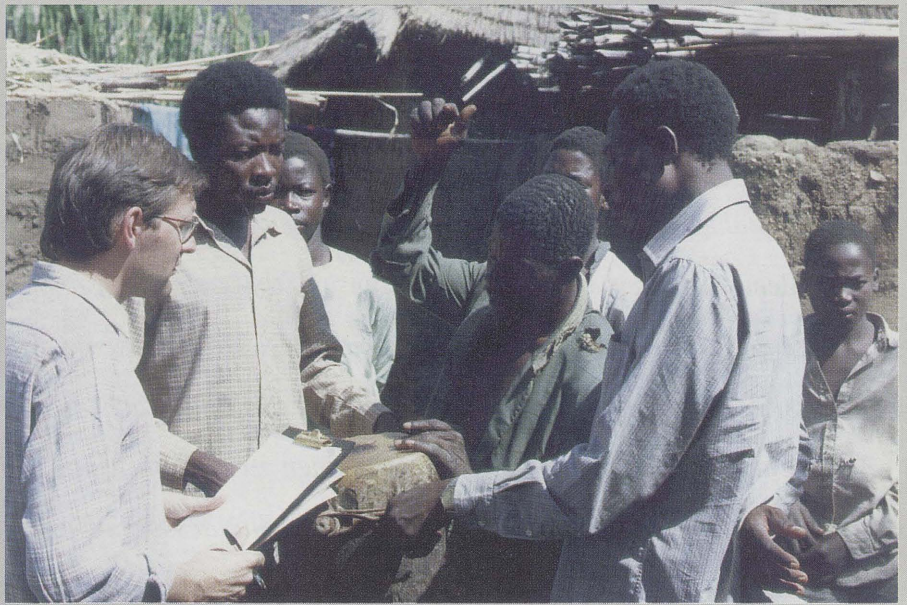
Trommelensemble (Ganga Fero): Die Gruppe spielt bei festlichen Anlässen und begleitet zum Tanz.



Literatur

- Barth, Heinrich (1857): Reisen und Entdeckungen in Nord- und Central-Afrika in den Jahren 1849-1855. Gotha. Bd. 2.
- Broß, Michael (Ms.): Was bleibt von der Lexik einer Sprache? Beispiele aus dem Kaseda (Kudu), Butu (Gamo) und Shiranci. Frankfurt.
- Cohen, Ronald (1970): Incorporation in Bornu. In: Ronald Cohen and John Middleton: From Tribe to Nation in Africa. Scranton. 150-174.
- Cyffer, Norbert (1994): English-Kanuri Dictionary. Köln.
- Jungraithmayr, Herrmann (1991): A Dictionary of the Tangale Language, Berlin.
- Jungraithmayr, Herrmann and Dymitr Ibrizimow (1994): Chadic Lexical Roots. 2 Bände. Berlin.
- Leger, Rudolf (1994): Eine Grammatik der Kwami-Sprache (Nordostnigeria), Köln.
- Nachtigal, Gustav (1879-89): Sahara und Sudan. Berlin. [Nachdruck: Graz, 1967].

Dr. Raimund Vogels (39) studierte zunächst Flöte und Klavier, bevor er sich 1974 an der Universität Köln in die Fächer Musikwissenschaften, Philosophie und Pädagogik einschrieb. Nach über einjährigem Aufenthalt in Ghana und zusätzlichem ethnologischen Studium promovierte er 1987 an der Freien Universität Berlin in Vergleichender Musikwissenschaft mit einer Arbeit über Frauengesänge der Dagaaba in Ghana. Im Rahmen eines Kulturhilfeprojektes des Auswärtigen Amtes der Bundesrepublik Deutschland lebte er von 1988 bis 1990 in Nordostnigeria. In Zusammenarbeit mit der University of Maiduguri legte er dort eine umfassende Dokumentation der traditionellen Musik an. Diese Forschungen setzt er bis heute im Rahmen des Sonderforschungsbereichs 268 fort. Seit 1990 ist Raimund Vogels im Linden-Museum Stuttgart, Staatliches Museum für Völkerkunde, angestellt, wo er neben seiner musikethnologischen Arbeit für die Öffentlichkeitsarbeit des Hauses zuständig ist. Zu dem hier veröffentlichten Beitrag hat Vogels das Kapitel „Kanuri-Musiker und ihre Musik“ beige-steuert.



Neben den Musikaufnahmen sind die Diskussionen mit den Musikern die wichtigste Informationsquelle bei der musikethnologischen Forschung. Auf dem Foto ist Raimund Vogels im Gespräch mit dem Meistertrommler Tsitse aus Bahuli. Anhand von Sprach- und Musiktranskriptionen wird vor Ort das Verhältnis zwischen der Sprache und den getrommelten Rhythmen gemeinsam mit den Musikern erörtert.

Tradition · Innovation · Service

Spitzenerzeugnisse cryotechnischer Fertigung



Lager- und Transportbehälter aus Aluminium oder Edelstahl für verflüssigte, tiefkalte, atmosphärische Gase -Stickstoff, Sauerstoff, Argon, Helium - In horizontaler und vertikaler Bauweise mit Volumen von 4 - 5000 Litern gemäß TÜV, GGVS, ADR, Bauartzulassung und allen ausländischen Abnahmen.

Flüssigstickstoff-Gefrierbehälter aus Aluminium oder Edelstahl von 2 - 3000 Litern zur Cryokonservierung biologischer Spezimen mit extrem großen Lagerkapazitäten. Unterschiedliche Einrichtungssysteme für 2-ml-Ampullen, Blutbeutel u.a.

ESCHER
CRYOTECHNIK



KNUT H. ESCHER

Postfach 740146 · Ackerstraße 21 · D-47199 Duisburg · Telefon (02841) 8211 · Fax (02841) 80750

Afrikanische Eisentechnik erreichte bereits vor Beginn der Kolonialzeit, also in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts, einen hohen technischen Stand. In zahlreichen Zentren wurde mit speziellen Rennöfen Stahl erzeugt, der dann von Schmieden weiterverarbeitet und durch Handelssysteme verbreitet wurde. Bemerkenswert ist die Qualität dieses Stahls, der dem damals in Europa für Messer und andere Werkzeuge verwendeten Material durchaus gleichkam. Eisen wurde in Afrika nachweislich bereits vor über 2.500 Jahren hergestellt. Erst die deutsche Kolonialmacht bereitete dem in Togo ein Ende. Mit dem Argument, die lokalen Baumbestände schonen zu wollen, wurden die Öfen zerstört und die Verhüttung unter Androhung von Gefängnisstrafe verboten. Stattdessen importierte die deutsche Kolonialverwaltung Hacken aus dem Ruhrgebiet nach Togo. Im Reichstag in Berlin wurde 1913 ein Plan diskutiert, das togoische Eisenerz nach Deutschland zu bringen. Trotz des anhaltenden Widerstands der Togoer gegen die ihr traditionelles Gewerbe zerstörenden Erlasse verschwand im Laufe dieses Jahrhunderts die lokale Eisentechnik und ist heute dabei, in Vergessenheit zu geraten. Um die jahrtausendealte Technik wenigstens als Kulturerbe zu dokumentieren, besuchte ich im Rahmen des Forschungsprojektes der Universität Frankfurt noch einmal das alte Verhüttungszentrum in Nord-Togo.

Wie sich in verschiedenen Details des Ofenbaus zeigt, wird der Ofen als menschliches Wesen angesehen. Während seiner Errichtung wird er immer wieder mit Sesamkörnern und Kürbiskernen gefüttert, die sonst die Frauen zur Zubereitung der täglichen Soße verwenden. Das Bild zeigt das Einfüllen des Eisenerzes in den Ofen.



STAHLKOCHER in der Savanne

von Hans Peter Hahn

Bandjeli scheint auf den ersten Blick ein Dorf wie jedes andere zu sein: Niedrige, runde Häuser mit Wänden aus rötlichem Lehm und mit großen kegeligen Strohdächern, die sich in die Landschaft am Fuß der Berge einschmiegen. Das hohe Gras der umgebenden Savanne erreicht fast die Höhe der Häuser, die – zu Gehöften gruppiert – eng nebeneinander stehen. Auf dem sorgfältig saubergehaltenen Platz vor den Gehöften, unter mächtigen Baumriesen, sitzen die alten Leute und besprechen die lokalen Ereignisse. Im weiteren Umkreis sind die Felder zu finden, meist mit Rispenhirse oder Yams, einer unserer Kartoffel ähnlichen Feldfrucht, bebaut. Doch beim genaueren Hinsehen entdeckt der Besucher am Rande des Ortes zwischen den Feldern Ungewöhnliches: Meterhoch türmen sich Halden von schwarzen Schlackeresten und rotgebrannten Bruchstücken von Lehmmauern. Das sind heute die einzigen Zeugen der Geschichte einer Region, die in Berichten aus der Zeit um die Jahrhundertwende als ein industrielles Zentrum Nord-Togo bezeichnet wurde.

Im Jahre 1895, als die ersten Europäer diese Gegend erreichten, fanden sie weit über 500 Schachtofen vor, die in der unmittelbaren Nähe von Bandjeli standen. Die Öfen waren speziell für die Verhüttung des Eisenerzes erbaut worden. Berechnungen ergaben für jene Zeit eine Produktion von über 200 Tonnen Stahl im Jahr. Die durch ihre Arbeit wohlhabend gewordenen Hüttenleute versorgten damals nicht nur die nähere Umgebung mit dem begehrten Metall, sondern verkauften es auch an Zwischenhändler, die fertig geschmiedete Hacken über Distanzen von mehreren hundert

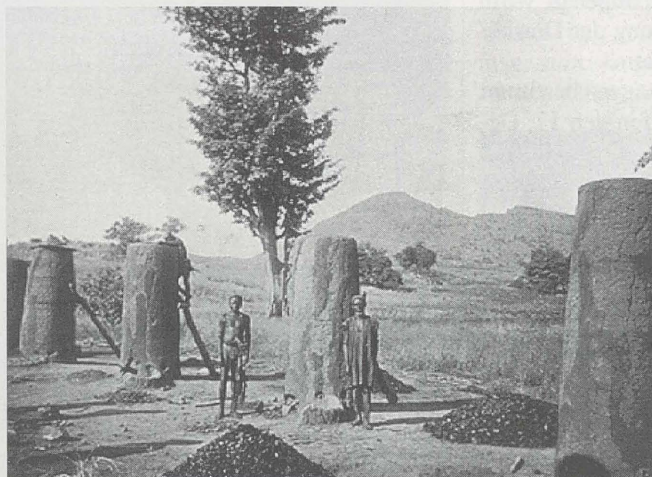
Kilometern transportierten und weiterverkauften.

Eine alte Tradition neu entfacht

Um dem Geheimnis der Stahlerzeugung auf die Spur zu kommen, startete ich gemeinsam mit den Bewohnern von Bandjeli im Jahr 1988, nachdem die letzten Öfen bereits vor mehr als dreißig Jahren zuletzt gebrannt hatten, ein Experiment. Direkt vor dem Gehöft des

ben durfte. Heute weiß nur er noch, wie ein solcher Ofen zu bauen ist und welche speziellen Techniken für den Bau und bei der Verhüttung zu beachten sind.

Der über 2,5 Meter hohe Ofen wird, wie die Häuser auch, aus Lehm errichtet. Allerdings setzt man die nicht mehr als handtellergroßen Fladen aus feuchtem Lehm einzeln und in einer besonderen Weise aufeinander, so daß die nur zehn Zentimeter dicke Wandung eine besondere Stabilität erhält. Sobald die



Historische Aufnahme aus dem Jahr 1899: Rennöfen in Bandjeli in einer kargen, kaum mehr bewaldeten Landschaft. Aufgrund des Mangels an Brennholz mußte die Holzkohle damals aus großen Entfernungen herbeigeschafft werden.

Häuptlings entzündete man noch einmal solch einen großen Schachtofen. Monatelange Vorbereitungen waren vorausgegangen. Zunächst bauten einige junge Leute unter Anleitung eines der ältesten Männer des Ortes, Dayibou Bilame, einen neuen Ofen. Dayibou ist bereits weit über siebzig. In der letzten Periode der Verhüttung, als er zwischen dreißig und vierzig Jahren alt war, besaß er eine Anzahl eigener Öfen, da seine Familie Mitglied des Klans ist, der schon immer als einziger die Öfen von Bandjeli betrei-

Wandung fertig ist, schneidet man mit einem großen Messer an der Basis das Ofentor und die Öffnungen für die Düsen aus. Dann mischt der Ofenbauer etwas feinen Lehm mit wässrigem Sud bestimmter Pflanzen und gewinnt so das Material, um den Ofen innen zu verputzen. Er selbst steigt ins Innere und trägt die Masse auf, deren Qualität entscheidend für das Gelingen der späteren Verhüttung ist. Im Bereich des Ofenbodens, wo sich während des Brandes das Eisen ansammeln wird, trägt der Ofenbauer

mehrere hauchdünne Schichten dieses Verputzes abwechselnd mit dicken Lagen von Sand auf. Der Sand soll flüssige Schlacke aufnehmen, und so das gewonnene Eisen von den „Abfällen“ scheiden. Nun muß der Ofen für einige Wochen trocknen. Der Ofenbau ist abgeschlossen, und jetzt soll ein Wahrsager gefragt werden, wann genau und durch welche Opfer die günstigsten Voraussetzungen gegeben sein werden, um den heiklen Versuch der Verhüttung von Eisenerz zu unternehmen.

Der Ofen als weibliches Wesen

Ähnlich wie Menschen, Tiere und Pflanzen ist dieser Ofen für die Bewohner von Bandjeli ein lebendiges Wesen, und zwar ein weibliches. Dies zeigen die mit Ofenbau und Verhüttung verbundenen Tabus, die während des Baus immer wieder gegebene „Nahrung“ und die Tieropfer. So müssen alle am Ofenbau und an der Verhüttung beteiligten Personen in dieser Zeit geschlechtliche Enthaltbarkeit üben, und um nicht die Eifersucht des Ofens hervorzurufen, darf sich ihm keine Frau nähern. Die Bassar von Bandjeli setzen die Hervorbringung des Eisens mit einer Geburt gleich und benennen sogar die Teile des Ofens wie menschliche Körperteile. Der „Bauch des Ofens“ ist zum Beispiel der Bereich, in dem das Erz abgelegt wird, und wo nach der Vorstellung der Dorfbewohner das Eisen entsteht.

Der befragte Wahrsager bestimmt für den 1988 gebauten Ofen den 17. Dezember als den besten Tag, um ihn zu entzünden. Noch einmal sind umfangrei-

Eisen und Stahl

Eisen ist für sich allein genommen kein geeignetes Material für Werkzeuge. Erst durch einen gewissen Gehalt an Kohlenstoff gewinnt es ausreichend Härte, um daraus Waffen und Werkzeuge herzustellen. Der Kohlenstoff lagert sich im Eisen in einem Mischkristall ab, aus dessen Muster im Schlibbild der Metallograph Reinheit und Mischungsverhältnis ablesen kann. Eisen (Ferrit) hat einen Kohlenstoffgehalt von weniger als 0,05 Prozent, Stahl (Magnetit oder Perlit) hat zwischen 0,05 und 1,8 Prozent Kohlenstoff. Noch mehr Kohlenstoff (über 3 Prozent) enthält Gußeisen, das in großen Mengen in den europäischen Hochöfen gewonnen wird. Es ist jedoch so hart und spröde, daß ihm in einem relativ aufwendigen, zweiten Schritt wieder ein Teil des Kohlenstoffs entzogen werden muß, bis das typische Mischungsverhältnis von Stahl erreicht ist. In Europa war aufgrund des mehrstufigen Verfahrens bis zum Ende des 19. Jahrhunderts harter und doch schmiedbarer Stahl ein teures und nur begrenzt verfügbares Produkt.

Die afrikanischen, hohen Schachtöfen produzieren in einem Schritt hoch inkohlten Stahl mit Kohlenstoffgehalt zwischen 0,8 Prozent und

1,6 Prozent, wie Schlibbilder von den Proben aus Bandjeli zeigen. Dieses Material kann unmittelbar in der Schmiede zu Werkzeugen verarbeitet werden. Die Behauptung der lokalen Bauern, Hacken aus dem in Afrika hergestellten Stahl täten vier bis fünf Jahre ihren Dienst, importiertes Material nur zwei Jahre, ist also metallographisch zu belegen. Nachdem die lokale Verarbeitung des Erzes immer wieder von der Kolonialmacht verboten wurde, sind die Schmiede in der Region allerdings dazu übergegangen, Eisenschrott aus Europa als Rohmaterial zu verwenden.



Die hundertfache Vergrößerung des Luppeneisens zeigt dem Fachmann eine wohlbekannt Struktur („Widmannstätten-Struktur“), die auf einen hoch inkohlten Stahl hindeutet. Es handelt sich dabei um ein Gitterwerk aus Perlit, hier hellgrau, mit vier- bis sechseckigen Flächen aus Magnetit.

Die Ortschaft von Bandjeli, am Fuße des Eisenerzberges gelegen: Die noch fast alle mit Strohdächern gedeckten Häuser sind zu Gehöften gruppiert, die jeweils von einer Großfamilie bewohnt werden.





Der alte Ofenbauer, oben auf dem Steigbaum sitzend, mit seiner Mannschaft: Ganz links, im gewebten Baumwollhemd und mit Mütze der Häuptling von Bandjeli, der während der Bauarbeiten nur für die Opfern verantwortlich war.

che Vorbereitungen erforderlich, die nach einem bewährten, ausgeklügelten Prinzip arbeitsteilig erledigt werden: Die nötige Holzkohle, die von bestimmten Baumarten stammen muß, wird von einer Gruppe von Männern hergestellt. Große Mengen Sand, aus dem das Ofentor geformt werden soll, müssen von den Helfern geholt werden. Am festgesetzten Tag schließlich bestimmt der Ofenbauer, der zugleich der spätere Eigentümer ist, eine Gruppe von Frauen, die das Erz herbeischaffen und vorbereiten sollen. Das Erz ist ein hoch reiner Roteisenstein, der in der Nähe von Bandjeli in großen Mengen vorkommt. Die Frauen bearbeiten aber nicht den anstehenden Fels, sondern beschränken sich

darauf, kleine, am Hangfuß liegende Knollen aus der lockeren Erde auszugraben. Das Material wird dann zum Dorf gebracht und zerkleinert.

Währenddessen haben sich auch die anderen Gehilfen eingefunden. Sie beginnen damit, die Düsen aus frischem Lehm zu formen, die erst jetzt, kurz vor der Beschickung, eingelegt werden. Der Ofenbauer selbst ist nun mit der Kontrolle der Arbeitsgruppen und mit dem Aufbau des Ofentores beschäftigt. Gegen Mittag beginnt endlich die Beschickung des Ofens. Der alte Mann setzt sich dazu rittlings auf den Rand und füllt nacheinander Holzkohle, Erz und wieder Holzkohle ein. Das Erz, das selbst den geringsten Teil der Ofen-

füllung ausmacht, legt er dabei ziemlich genau in die Mitte des insgesamt über zwei Meter hohen Schachtes, in den von den Hüttenleuten „Bauch“ genannten Bereich des Ofens. Zwischendurch hat sich der Ofenbauer einige Stücke glühender Holzkohle bringen lassen, die mit eingefüllt werden: Damit wird der Ofen, ohne daß es äußerlich sichtbar wäre, entzündet.

Zum Abschluß opfern die Bassar am „Bauch“ des Ofens noch ein weißes Huhn, das als Symbol der Fruchtbarkeit gilt. Gleichzeitig nehmen alle an der Arbeit beteiligten Männer ein rituelles Mahl ein, für das ein besonderer Fisch besorgt wurde.

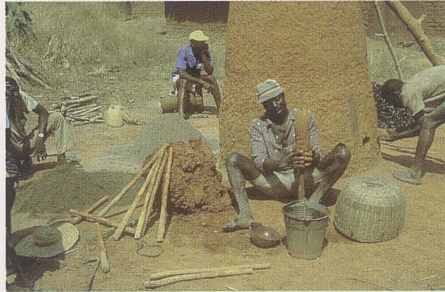
Öfen mit natürlicher Windzufuhr

Nun geht der Ofenbauer nach Hause, ohne dem Ofen weitere Beachtung zu schenken. Der Betrieb von Gebläsen, so wie man es von vielen afrikanischen Rennöfen und auch frühzeitlichen Öfen in Europa kennt, ist hier nicht erforderlich. Der Ofen von Bandjeli funktioniert nach dem Prinzip eines Kamins: Die im Inneren des Schachtes aufsteigenden, heißen und damit leichteren Gase im Schacht erzeugen einen natürlichen Sog, der an der Ofenbasis durch die Düsen hindurch frische, sauerstoffreiche Luft ansaugt. Diese Technik erfordert nur wenige Arbeitskräfte, was ein wichtiger Vorteil ist, auch wenn die Verhüttung insgesamt länger dauert. Im Vergleich zu den Öfen mit Gebläse stellen solche



Frauenarbeit: Die Frauen schürfen und zerkleinern das Erz. Mit steinernen Hämmern muß das Erz auf eine Korngröße von nicht mehr als ein bis zwei Zentimeter zerschlagen werden.

„Öfen mit natürlicher Windzufuhr“, wie die genaue Bezeichnung lautet, einen erheblichen Fortschritt dar. Das gilt auch für die Qualität des Endproduktes. Durch die Größe des Ofens entsteht nämlich ein viel gleichmäßigerer Luftstrom und damit eine sehr stark reduzierende Atmosphäre, die das Erz vollständiger in Eisen umwandelt als bei Öfen mit Gebläse. Außerdem erreichen diese Öfen höhere Temperaturen als die kleineren Modelle und können dadurch bei der Verwendung eines geeigneten Erzes relativ mehr Kohlenstoff in das kristalline Gitter des Eisens einfügen. So entsteht ein besonders harter Werkzeugstahl.



Vorbereitungen für die Verhüttung: Erst unmittelbar bevor der Ofen gefüllt wird, formt man die Düsen über Holzstäben aus frischem Lehm ab. Auch die anderen Materialien wie Sand und Holzkohle liegen schon bereit.

Die Hüttenleute von Bandjeli können selbst keine technischen Erklärungen für diese Zusammenhänge geben. Nur aus Erfahrung, aus der Beobachtung bei den Vätern und Vorvätern weiß der Älteste, wie der Ofen zu bauen, zu füllen und schließlich auch zu betreiben ist. Während ich mit größter Unruhe unmittelbar am Ofen die Nacht verbringe, schlafen die Dorfbewohner in ihren Häusern. Auch am nächsten Morgen, als an der Ofenwand die beträchtliche Hitze, die im Inneren herrschen muß, spürbar wird, scheint zunächst niemand an dem Brand interessiert. Erst gegen Mittag, knapp 24 Stunden nach dem Entzünden des Ofens, kommt der Ofenbauer mit ei-

Rennöfen und die Reduktion von Eisenerz

Die allgemeine Bezeichnung für Öfen zur Verhüttung von Eisenerz ist „Rennofen“, abgeleitet von „Rinnen“. Bei diesen Öfen „rinnt“ aber nur die Schlacke und nicht das Eisen, da die mit dieser Technik erreichbare Temperatur von 1.300° Celsius nicht zu seiner Verflüssigung ausreicht. Daher war auch kein kontinuierlicher Betrieb möglich. Nach einer gewissen Zeit mußte man den Ofen erkalten lassen, um das gewonnene Eisen zu bergen. Dauernder Betrieb war erst mit den in der Neuzeit entwickelten Hochöfen möglich, die durch die Vorwärmung der Luft wesentlich höhere Temperaturen erreichten.

Drei verschiedene Prozesse vollziehen sich im Inneren des Rennofens: Zunächst muß das Erz, das chemisch ein Eisenoxyd darstellt, reduziert werden. Der Sauerstoff aus dem Erz wird dabei bei Temperaturen ab 800° Celsius von reduzierenden Gasen (Kohlenmonoxid) aufgenommen. Die kleinen, dabei entstehenden Eisenpartikel absorbieren anschließend geringe Mengen an Kohlenstoff, der dem Eisen seine Härte verleiht. Dies ist bei Temperaturen ab 1.200° Celsius möglich. Schließlich, drittens, agglomerieren diese Partikel, das heißt aus den kleinen Klumpen bildet sich eine Eisenmasse. Dazu muß die Schlacke, also die im Erz enthaltene Verunreinigung, verflüssigt werden und sich vom Eisen trennen.

In Afrika sind Rennöfen und die Verhüttung von Eisenerz nur kurze Zeit später als im vorderen Orient be-

kannt gewesen, so daß die Frage nach einem lokalen Ursprung dieser Technik bis heute nicht als geklärt angesehen werden kann. Die ältesten, über 2.500 Jahre alten Spuren von Rennöfen wurden im zentralnigerianischen Taruga gefunden. Ein weiteres Argument für eine eigenständige Entwicklung der Eisentechnik in Afrika sind die vielen, oft nur hier bekannten Ofenformen. Man kennt neben niedrigen und hohen Schachtofen auch Gruben-, Tiegel- und Kuppelöfen.

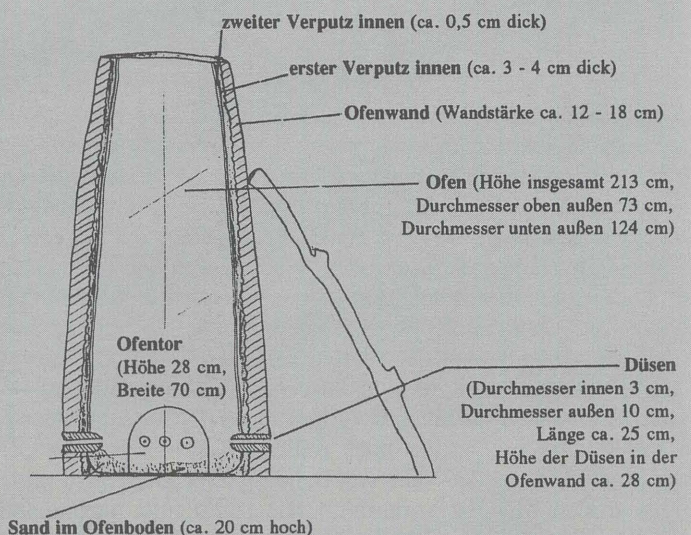
Die Größe des Schachtofens von Bandjeli und der Verzicht auf Blase-

bälge erscheinen gegenüber den kleinen, nur mit Gebläse zu betreibenden Öfen als technische Neuerungen, die die Herausbildung eines metallurgischen Zentrums begünstigten. Archäologische Untersuchungen belegen die Existenz dieser Technik in Nord-Togo seit 1.000 Jahren. Auch in Europa erzeugte man Eisen in Rennöfen. Die Gebläse für die Rennöfen wurden ab dem späten Mittelalter durch Wasserkraft betrieben, so daß dann größere Öfen, sogenannte Hochöfen, konstruiert werden konnten.

Der Querschnitt durch den Ofen in Bandjeli zeigt seine im Grunde einfache Form. Allein durch die richtige Anordnung der Düsen, eine ausreichende Höhe des Schachtes und die richtige Beschickung bestimmt der Ofenbauer über den Erfolg des Brandes. Da der Ofen ohne Gebläse betrieben wird, gibt es nach dem Entzünden keine Möglichkeit der Einflußnahme mehr.

Der Rennofen von Bandjeli

(Die Maße entsprechen dem im November 1988 dort gebauten Ofen.)



Energieoptimierung in der Mensa der Universität Mannheim

Im Jahr 1989 bekam Dibalog den Auftrag den Energiebezug in der Mensa zu optimieren und somit die Energiekosten drastisch zu senken.

Aufgeschaltet wurden alle Küchengeräte, die komplette Wäscherei, sowie die Lüftungen und Kältemaschinen – insgesamt 64 Elektroverbraucher –.

Nachdem das Energie-Optimierungs-System mittlerweile 4 Jahre erfolgreich arbeitet, läßt sich feststellen, daß jährlich mindestens 250 KW, d.h. DM 56.250,- eingespart werden.

Damit hat sich das System bereits innerhalb 2 Jahren amortisiert.

Wie wird das realisiert?

Grundsätzlich gibt es zwei verschiedene Arten von Verbrauchern.

1. Dauerläufer, z.B. Lüftungsanlagen, Pumpen u.s.w. also Verbraucher, die nach dem Einschalten ständig in Betrieb sind.
2. Thermostatisch gesteuerte Verbraucher, z.B. Friteusen, Backöfen, Trockner, Waschmaschinen, Klima, Kältekompressoren und deren Abtauheizungen, Heißwasserboiler u.s.w., also Verbraucher, die bei über- oder Unterschreiten von Temperaturen erneut Energie anfordern.

Während Dauerläufer als Grundlast anzusehen sind, erzeugen die thermostatischen Verbraucher durch zufällige Überlagerung die teuren Leistungsspitzen, die theoretisch um mindestens 50% gesenkt werden können, indem die Einschaltzeiten der verschiedenen Verbraucher so verschoben werden, daß sie in den normalen Ausschaltphasen anderer Geräte liegen. Bei den dadurch evtl. auftretenden Wartezeiten von ca. 30 Sekunden bis 1 Minute ergeben sich weder Produktions- noch Qualitätseinbußen, jedoch eine erhebliche Kostensenkung.

Die EOS 3.000 ist über den momentanen Schaltzustand sowie über das thermostatische Schaltverfahren informiert. Durch die Summe dieser Informationen ist das System nun in der Lage den Energiebezug ökonomisch optimal zu gestalten.

Nur wenn genügend Verbraucher zur Verfügung stehen, kann eine optimale Regelung erfolgen. **Eine Anheizphase wird erkannt und nicht unterbrochen.**

Die **automatische, adaptive Sollwertanpassung** läßt darüber hinaus die Anlage immer optimal, bezogen auf den momentanen Betriebszustand, arbeiten.

Diese automatische, adaptive Sollwertanpassung ist die wohl wesentlichste Entwicklung der **d i b a l o g** in den letzten Jahren.

Energie-Optimierungs-System EOS 3.000

mit Leittechnikcharakter und Störmeldungsübertragung zusätzliche Sicherheit durch Redundanz

Selbstoptimierendes System,
speziell zur Automatisierung thermostatisch gesteuerter Verbraucher

So viel Energie wie nötig
So wenig Kosten wie möglich

- Beratung
- Analyse
- Lieferung
- Montage
- Inbetriebnahme
- Service

dibalog

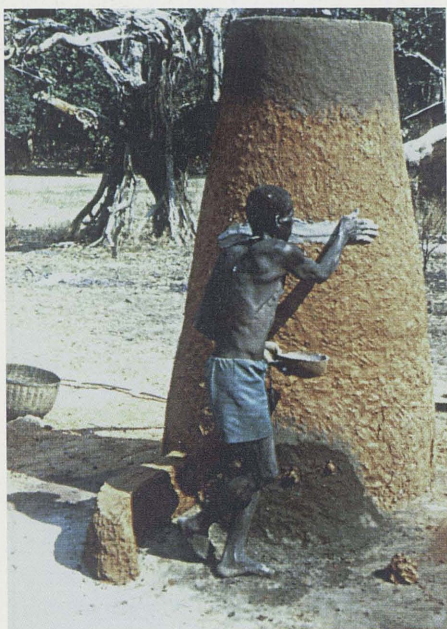
GEBÄUDE- UND ENERGIE-
MANAGEMENT SYSTEME

Flugplatz MA-Neuostheim
Seckenheimer Landstraße 170
68183 Mannheim
Telefon: 06 21 / 41 78 78
Telefax: 06 21 / 41 78 41

Beschickung des Ofens: Der Ofenbauer füllt, auf dem oberen Rand sitzend, den Ofen. Neun Zehntel des Volumens machen die Holzkohle aus, die dem alten Mann in großen Körben gereicht wird.



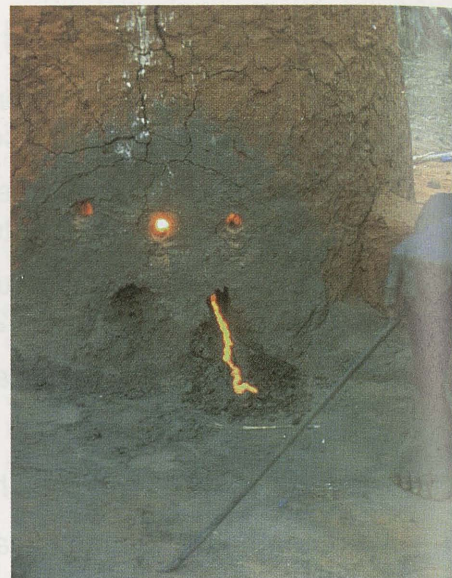
ner langen Eisenstange, um den Zustand des Brandes zu kontrollieren. Er zeigt sich zufrieden mit der Farbe der Glut, die durch die Düsen hindurch erkennbar ist und auch mit dem leisen, brutzelnden Geräusch, das aus dem Ofeninneren heraus vernehmbar ist. Er erklärt mir, der Ofen begänne nun zu arbeiten, bleibt jetzt in der Nähe und kontrolliert laufend die Düsen und die Entwicklung der Schlacke. Am späten Nachmittag ist es dann soweit: Die überschüssige Schlacke läuft durch einen langen von unten her schräg durch den Sand des Ofentores gegrabenen Gang ab. Ein glühendrotes, schmales Rinnsal kommt zum Vorschein. Die Hüttenleute sind nun zufrieden mit ihrer Arbeit, da die fließende Schlacke für sie ein sicheres Zeichen einer erfolgreichen Verhüttung ist.



Weiße Bauchbinde: Nachdem der Ofen entzündet worden ist, schmückt der Ofenbauer ihn mit einem weißen Band um den Bauch. Auch einen Bauchnabel, an dem Hühner und Hirsebieb geopfert werden, deutet der alte Mann dabei an. Der „Bauch“ ist für die Hüttenleute der aktive Teil des Ofens.

Nach 24 Stunden wird der begehrte Stahl geborgen

Noch einmal dauert es fast 24 Stunden, bis der Ofen erloschen und weit genug abgekühlt ist, um ihn zu öffnen: Zum Vorschein kommen einige schwarze Klumpen, Bruchstücke der Luppe, die noch im Ofen zerschlagen werden



Abstich: Die glühendheiße Schlacke fließt durch einen dafür gegrabenen Gang am Ofenboden. Am zweiten Tag der Verhüttung haben die Beteiligten so ein sicheres Zeichen für den Erfolg ihrer Arbeit.

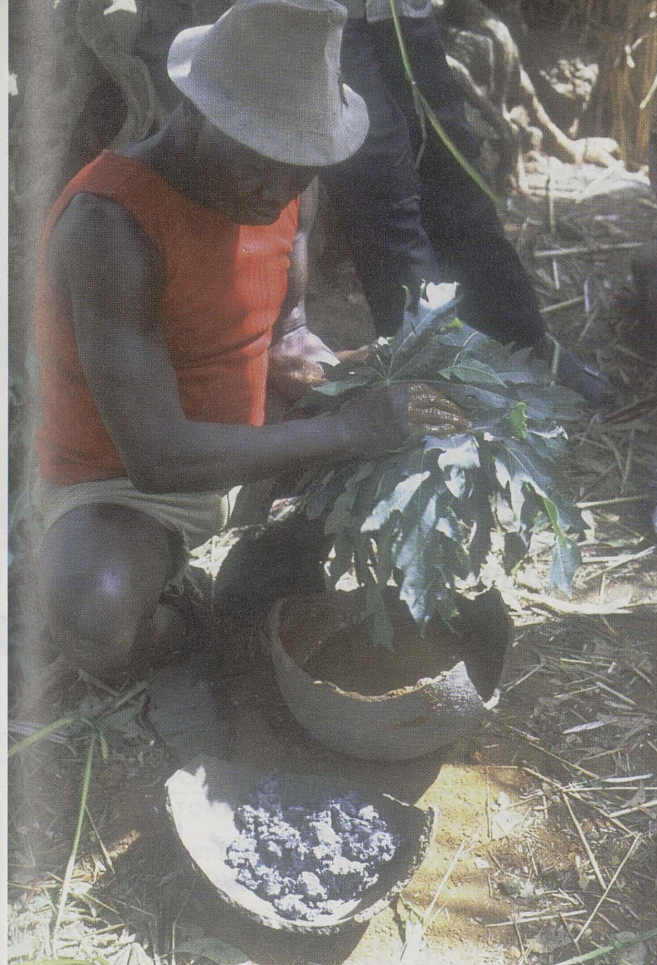
Eisentechnik zwischen technischer Neugier und magischen Vorstellungen

Ethnologen stoßen bei der Dokumentation technischer Vorgänge in Afrika immer wieder auf ähnliche Schwierigkeiten: Nur schwer läßt sich das, was sie beobachten, auch in technischer Hinsicht interpretieren. Obwohl gerade die Eisenverhüttung die Kenntnis hochkomplexer Techniken voraussetzt, scheinen die heimischen Metallurgen überhaupt nicht an solchen Erklärungen interessiert. In Bandjeli versuchte ich regelmäßig abends, die für den nächsten Tag anstehenden Arbeiten zu besprechen, und fragte zugleich nach den Gründen für verschiedene Details der Bauweise. Doch ich erlebte oft, daß die für den nächsten Tag angekündigte Arbeit nicht stattfand, oder daß man scheinbar über Nacht die Pläne geändert hatte. Bei Diskussionen bemerkte ich aber schnell, daß es hier um den nicht immer einfachen Versuch des Sich-Erinnerns ging. Der letzte Ofenbau lag einige Jahrzehnte zurück, und an die Einzelheiten erinnern sich die Bassar erst während der Arbeit.

Auch meine Fragen nach den Gründen für bestimmte Merkmale oder Bautechniken wurden nicht be-

antwortet. In der Regel hieß es, das sei einfach so. Wenn ich daraufhin auf meiner Frage bestand und wissen wollte, ob dieses oder jenes Merkmal notwendig für einen Erfolg bei der Verhüttung sei, erhielt ich schnell gar keine Antwort mehr. Allein der in der Frage geäußerte Verdacht, die Verhüttung könne mißlingen, klang für die Gesprächspartner wie eine Beleidigung gegenüber ihren Ahnen, von denen sie gleichermaßen die nötigen Kenntnisse und auch das Anrecht auf die Verhüttung geerbt hatten.

Überhaupt schienen die Frage der richtigen Opfer an die Ahnen, die in der Nähe des Bauplatzes in der Form eines Opferkegels repräsentiert waren, und die Einhaltung der überkommenen Tabus viel wichtiger als irgendwelche technischen Erläuterungen. Offen wurde zwischen dem Ofenbauer und dem Häuptling die Reihenfolge der Hühneropfer sowie die Farbe der zu opfernden Tiere diskutiert. Entsprechend der magischen Vorstellungen kann eine Verhüttung nur dann gelingen, wenn die Geister der Vorfahren, ohne daß dabei irgendjemand vergessen wird, milde gestimmt sind und das Vorhaben unterstützen.



Reinigung des Eisens:
Nach der Verhüttung übernehmen die Schmiede diese wichtige Arbeit, bei der die Bruchstücke der Luppe solange mit dem Hammer zerkleinert werden, bis die Eisenstückchen, hier im Vordergrund erkennbar, herausgelöst sind. Dann formt der Schmied aus dem Eisen, Lehm und Papaya-Blättern faustgroße Kugeln, die dann im Feuer der Esse erhitzt werden. Aus dem Eisen einer solchen Kugel kann eine Hacke geschmiedet werden.

Eisen ist in Nord-Togo nicht nur ein wichtiges Material für Werkzeuge. Wie hier bei den Tänzern eines Initiationsritzes in dem 70 Kilometer von Bandjeli entfernten Niamtougou erkennbar, tragen die Männer Stirn-, Hals- und Fußreifen als Abzeichen spiritueller Kraft. Viele dieser alten, eisernen Schmuckstücke sind noch aus dem lokalen Produkt der Rennöfen von Bandjeli hergestellt.

muß, um die Lehmwandung nicht zu beschädigen. Sofort kann der alte Mann uns zeigen, wo der begehrte Stahl enthalten ist, und welche Stücke nur aus wertloser Schlacke bestehen. Unter den Schlägen seines Beils zerspringt die Schlacke wie Glas, das Metall aber verformt sich nur leicht und zeigt eine glatte Oberfläche.

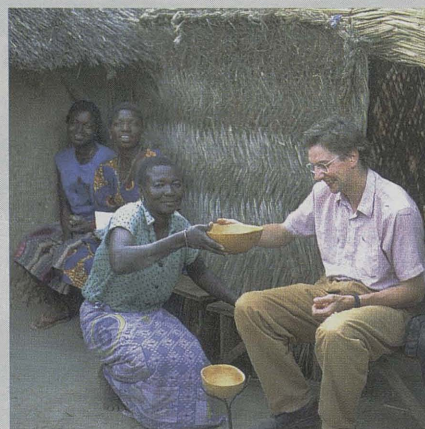
Die Ofenbauer aus Bandjeli bearbeiteten dieses Zwischenprodukt früher selbst nicht weiter. Vielmehr war es die Aufgabe der Schmiede in der Umgebung, das Luppeneisen zu reinigen und daraus ein schmiedbares Material zur

Herstellung der Hacken, Messer und Beile zu gewinnen. Es gab spezielle Märkte für Luppeneisen genauso wie Märkte für Schmiedeerzeugnisse, auf denen sich die Feldbauern und auch die Zwischenhändler eindeckten.

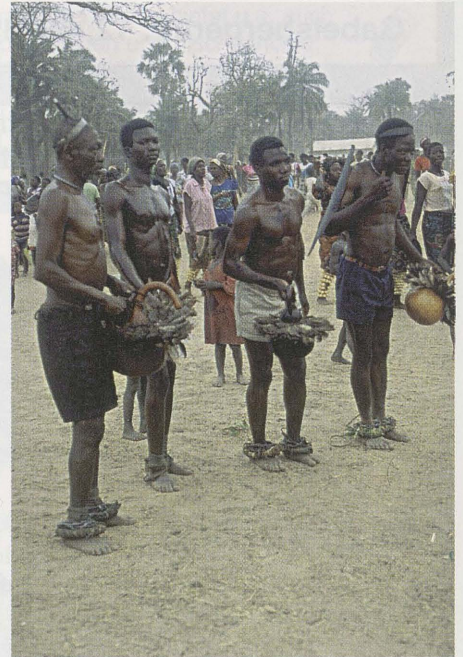
Neben der Härte dieses Materials (siehe Info-Kasten „Eisen und Stahl“, Seite 38) waren sicher auch die jährlich produzierte Menge von bis zu 200 Tonnen Stahl und die Existenz eines Handelssystems entscheidende Faktoren für die Entstehung eines Zentrums der Eisenerzeugung in Nord-Togo. Ähnliches mag für weitere gleichartige Zentren in Westafri-

Dr. Hans Peter Hahn (31) sieht bei all seinen Arbeiten in Togo und Burkina Faso die Frage im Vordergrund, wie die Menschen mit den von ihnen beherrschten Techniken leben und inwieweit ihre Geschichte mit durch ihr Handwerk beeinflusst wird. So beschäftigte sich Hahn, der von 1984 bis 1990 in Frankfurt Ethnologie, Vor- und Frühgeschichte und Botanik studierte, in seiner Magisterarbeit mit der materiellen Kultur dem Handwerk und Kunsthandwerk, der Bassar in Nord-Togo. Thema seiner Dissertation, die er bei Professor Dr. Eike Haberland begann und 1994 abschloß, war der Kulturvergleich materieller Kultur bei mehreren Gruppen in Nord-Togo. Zwischen 1988 und 1992 hielt er sich insgesamt zwei Jahre in dieser Region auf. Seit 1991 wissenschaftlicher Mitarbeiter des Sonderforschungsbereichs 268 bemüht sich

Hahn seit dem vergangenen Jahr um eine umfassende Dokumentation des Handwerks der Kasena in Burkina Faso.



ka gelten. Als Beispiele seien nur die Senufu in Burkina Faso, die Yoruba in Nigeria oder die Matakam im Norden Kameruns genannt. Auch wenn diese Zentren durch Berichte bekannt sind, ist es eine dringende Aufgabe weiterer Forschung, eine genauere Dokumentation und Untersuchungen zur Arbeitsweise, zur Technik und zu den Merkmalen der jeweiligen Erzeugnisse zu liefern und so die Geschichte der Eisentechnik in Afrika besser zu verstehen.



Literatur

- Amborn, Herrmann (1976): „Die Bedeutung der Kulturen des Niltales für die Eisenproduktion im subsaharischen Afrika“, Studien zur Kulturkunde Bd. 39, Wiesbaden.
- Barros, Philipp de (1985): „The Bassar: Large scale iron producers of the West African savanna“, Ann Arbor.
- Cline, W. (1937): „Mining and Metallurgy in Negro Africa“, in: General Series in Anthropology 5, Wisconsin.
- Hahn, Hans Peter (1993): „Eisentechniken in Nord-Togo“, Kulturanthropologische Studien Bd. 21, Münster.
- Henseling, Karl Otto (1981): „Bronze, Eisen, Stahl. Die Bedeutung der Metalle in der Geschichte“, Hamburg.
- Horstmann, Dietrich (1985): „Zustandsschaubild Eisen – Kohlenstoff“, Düsseldorf.
- Hupfeld, Fr. (1899): „Die Eisenindustrie in Togo“ in: Mitteilungen von Forschungsreisenden und Gelehrten aus den deutschen Schutzgebieten, Bd. 12, S. 175-193.
- Merve, Nikolaas J. van der (1980a): „Production of high carbon steel in the African iron age: the direct steel process“ in: Proceedings VIII Panafrican Congress Prehistory Quarternary studies, S. 331-334.
- Osann, Bernhard (1971): „Rennverfahren und Anfänge der Roheisenerzeugung: Zur Metallurgie und Wärmetechnik der alten Eisengewinnung“, Fachauschußbericht Nr. 9001 des Fachauschusses für Geschichte des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute. Textband und Tafelband, Düsseldorf.
- Pole, L. (1982): „Decline or survival? Iron Production in West Africa“, in: Journal of African History, 23, S. 503-513.

Tagungen und

Übersetzungsdienst Ingrid de Berger BDÜ

Fachübersetzungen für Wirtschaft, Technik und Rechtswesen

Gabelsbergerstr. 12, 60389 Frankfurt/Main, Tel. ☎ (0 69) 46 13 28, Fax (0 69) 4 69 28 52

Meß-, Daten- und Registriergeräte,
Telekommunikations-Meßgeräte,
Workstations, PCs und Peripherie.

**Alles was Sie
brauchen
- so lange Sie
es brauchen.**



MIETEN MACHT'S MÖGLICH.

Katalog kommt gratis!



06151/2988-0

Telefax: 06 151/2988-77

Euro Electronic Rent®

Der Geräte-Vermieter Nr. 1 in Europa

Euro Electronic Rent GmbH, Neckarstraße 8-10, 64283 Darmstadt



ALEXANDER AM ZOO

DAS KLEINE FEINE STADTHOTEL

Waldschmidtstraße 59-61, 60316 Frankfurt/Main

Tel.: 069/949600, Fax: 069/94960720

Ruhige Lage, 5 min. zur Innenstadt, sehr günstige Verkehrs-
anbindung. 59 Deluxe-Zimmer, Sauna, Pianobar, Tiefgarage,
teilbarer Konferenzraum von 80 m² mit Blick über die Dächer
Frankfurts, zwei große Dachterrassen für Cocktailempfänge,
Standardkonferenztechnik, Tagungspauschalen



**Hotel-
Einrichtungen
Restaurant- und
Bar - Einrichtungen**

Einrichtungen für den
privaten Bereich



Inh. Erich Katzbichler

Stuhlfabrik

Gaststätteneinrichtungen

Verkaufsniederlassung
Eschborner Straße 6

61476 Kronberg/Taunus

Telefon 0 61 73/6 6033-34 · Fax 0 61 73/6 6946



INTERNATIONAL HOTELIERS

**QUEENS HOTEL
FRANKFURT**

Inmitten des Frankfurter Stadtwaldes und doch in Flughafen-, Messe-
und City-Nähe liegt das QUEENS HOTEL FRANKFURT mit 276
komfortablen Zimmern und Suiten. Alle Zimmer mit
Satelliten-Fernsehen. Restaurant, Hotelbar und Waldterrasse.

Tagungszentrum mit 12 vollklimatisierten Räumen, zum Teil
variabel, mit Tageslicht und modernster Tagungstechnik für bis zu
540 Personen.

Isenburger Schneise 40 · 60528 Frankfurt
Telefon 0 69/67 84-0 · Telefax 0 69/670 26 34

★ Hotel Royal ★

Wir haben insgesamt 35 Zimmer, die in 7 Etagen verteilt sind. 15 dieser Zimmer sind
Doppelzimmer. Alle Zimmer haben neue Ausstattungen und wurden vor kurzem renoviert. Sie
sind alle mit Kabelfernsehen, Selbstwahltelefon, Minibar, Dusche und Toilette ausgestattet.
Wir liegen in der Nähe von Altsachsenhausen (Stadtteil von Sachsenhausen). Die Entfernungen
von bekannten Stationen der Stadt Frankfurt sind wie folgt:

Hauptbahnhof und Hauptwache	Mit S-Bahn	ca. 5 Minuten
	Mit Auto (Taxi)	ca. 5 bis 10 Minuten
Frankfurter Messe	Mit Straßenbahn	ca. 10 Minuten
	Mit Auto (Taxi)	ca. 10 bis 20 Minuten
Frankfurter Universität	Mit S-Bahn	ca. 15 Minuten
	Mit Auto (Taxi)	ca. 10 Minuten
Frankfurter Klinik	Mit Straßenbahn	ca. 15 Minuten
	Mit Auto (Taxi)	ca. 15 Minuten

Unsere Preisliste besteht aus zwei Teilen „Messezeit“ und „Normalzeit“.

Normalzeit: 1 EZ 95,- DM, 1 DZ 140,- DM Messezeit: 1 EZ 140,- DM, 1 DZ 190,- DM

Wallstraße 17 · 60594 Frankfurt am Main
Telefon: 0 69/62 30 26-28 · Telefax: 0 69/61 16 92

Hotels in Frankfurt



Hotel Admiral

- ruhig und zentral gelegen • 60 Betten • alle Zimmer mit Bad oder Dusche, WC, TV, Radio, Selbstwahltelefon • reichhaltiges Frühstücksbüffet
- Parkplätze am Haus • S- und U-Bahnstation in der Nähe

Hotel Admiral, Hölderlinstraße 25
60316 Frankfurt/Main am ZOO
Tel.: 0 69/44 80 21, Fax: 0 69/42 94 02



Frankfurt-Sachsenhausen

Apfelweinwirtschaft
mit Sommergarten



60594 Frankfurt, Wallstraße 7
Tel. 0 69/61 92 01, Fax 61 69 44



„Atschel“

Unsere gut bürgerliche Küche bietet u.a. auch
Frankfurter Spezialitäten und Fischgerichte.

- Täglich Mittagstisch •

Geöffnet von 11.30-24.00 täglich.

Bier vom Faß



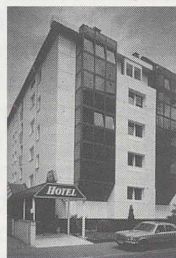
HOTEL INTERCONTINENTAL FRANKFURT

Wilhelm-Leuschner-Str. 43
D-60329 Frankfurt a.M.

Telefon 0 69/26 05-0
Telefax 0 69/25 24 67

Ihr Hotel Intercontinental Frankfurt liegt zentral, nur wenige Minuten vom Theater, Banken- und Einkaufsviertel, 5 Min. vom Hauptbahnhof und 20 Min. vom Flughafen.

Das Haus bietet 772 luxuriös ausgestattete Gästezimmer, Club Intercontinental Etagen mit Club Lounge, Business Center, 3 Restaurants, Piano Bar, Fit & Fun-Club, 24 Stunden-Etagen-Service und 15 Konferenz- und Tagungsräume von 10-800 Personen, ausgestattet mit modernster Tagungstechnik.



HOTEL AN DER MESSE

Westendstraße 104 · 60325 Frankfurt
Telefon: 0 69 - 74 79 79
Telefax: 0 69 - 74 83 49

Genießen Sie Gastlichkeit, Komfort und Stil in
ruhiger zentraler Lage.

2 Fußminuten bis Universität und Messegelände.
46 individuell und geschmackvoll eingerichtete Zimmer
erwarten Sie, zu vernünftigen Preisen.

PIRL

Lüftungs-Anlagen-Reinigung

Pfaffenhofstraße 4 · 61130 Nidderau

Wir reinigen Lüftungsanlagen,
Ventilatoren, Küchenhauben.
Wir erstellen Anlagen neu und
bauen bestehende um.

Telefon 0 61 87-21081
FAX 0 61 87-24346
Frankfurt 0 69-39 2391

Holiday Inn
CROWNE PLAZA®

FRANKFURT
CONFERENCE CENTER



Ihr Partnerhotel in Frankfurt.

21 Konferenzräume (u.a. ISDN)
404 Gästezimmer (Nichtraucher-
etagen) mit Panoramablick,
idealste Verkehrsanbindung

Einzelzimmer ab DM 185,00
inkl. Frühstücksbüffet

☎ 0 69 / 68 02 - 0

Fax.: 0 69 / 68 02 - 333

Mailänder Str. 1 · 60598 Frankfurt

BÜCHER AUS ENGLAND/USA

✓ können wir oft schon innerhalb von
1-2 Wochen direkt besorgen. Wir
bieten erhebliche Preisvorteile
durch Eigenimport, auch bei
Einzelbestellungen. Versandservice.

✓ Schnelle Auskunft durch CD-ROM mit
mehr als 2,5 Mio. engl. Titeln. Bitte
fragen Sie nach unserem Preis für
Ihr Buch.

CLEMENS BECKER
INTERNATIONAL
BOOKSTORE



Frankfurter Straße 31b-f
61184 Karben (Kloppenheim)
Tel. 0 60 39/33 37 · Fax 33 36

InterNet: 100341.3520@compuserve.com



Volles Programm bis Mitternacht



EINE DER SAFTIGSTEN STEAKADRESSEN IN DEUTSCHLAND

Welches Steak Sie auch bestellen: Knackiger Salat vorweg, Baked Potato
mit Sour-Cream und das leckere Block House-Brot sind immer dabei ...

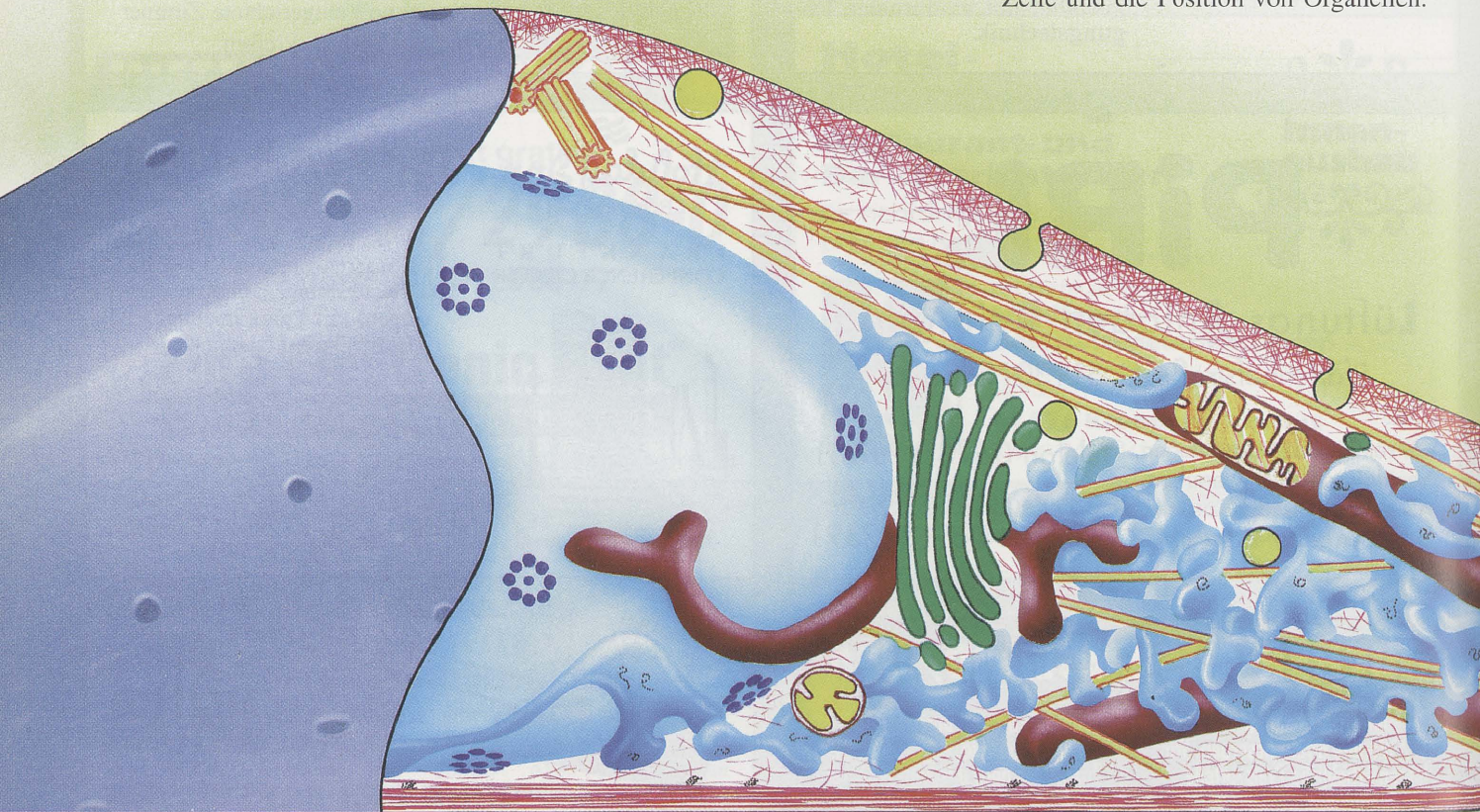
Frankfurt U-Bahnstation Westend, Bockenheimer Landstraße
Telefon 0 69/72 39 39

Die Ordnung in der Zelle

von Jürgen Bereiter-Hahn

In schematischen Darstellungen von Zellen wird der Zellkern in die Mitte eines membran-begrenzten Gebildes gezeichnet; um ihn herum gruppieren sich die verschiedenen Organellen, die Mitochondrien, das Endoplasmatische Retikulum und in der Nähe des Zellkerns die Membranstapel des Golgi Apparates und die Zentriolen (s. Titelbild). Was ist nun im Raum zwischen diesen membran-begrenzten Organellen, besteht er aus einer Salzlösung mit einigen Eiweißen oder ist es ein formloses Gel? Die Organelle sind

gut zu isolieren und konnten so biochemisch charakterisiert werden. Dazu mußten die Zellen aufgeschlossen werden, dabei ging das „Grundplasma“ weitgehend verloren. Den Histologen um die Jahrhundertwende waren jedoch bereits faserartige (fibrilläre) Strukturen in verschiedenen Zellen, so besonders im Darmepithel und in der Epidermis (Oberhaut) von Molchen, Fischen und anderen Wirbeltieren aufgefallen. Dies waren Beobachtungen an toten, fixierten und danach gefärbten Geweben. So mußte offenbleiben, ob es sich hierbei um Artefakte handelte und wie das in lebenden Zellen unstrukturiert erscheinende Grundplasma wirklich organisiert ist. Mitte der siebziger Jahre wurde erkannt, daß das Grundplasma aus fädigen Elementen besteht, die je nach Differenzierung und Herkunft einer Zelle ganz verschiedene Anordnungen aufweisen können. Sie bestimmen die Formgebung einer Zelle und die Position von Organellen.



Modell einer flach auf einer festen Unterlage ausgebreiteten Zelle: Die Plasmamembran (graublau, mit Einblick in sich nach dem Zellinneren hinabschnürende Vesikel) ist weitgehend entfernt. Die

Organellen wurden mit Ausnahme des Golgi-Apparates (grün) in der Außenansicht dreidimensional dargestellt und nur gelegentlich angeschnitten. Auf diese Weise soll die dichte Packung der

Zellbestandteile verdeutlicht werden. Aus technischen Gründen wurde auf die Darstellung der Intermediärfilamente verzichtet, die Packung der Plasmabestandteile wäre sonst zu unübersicht-

Die Summe all der fädigen Elemente wird Zytoskelett genannt [Osborn et al., 1978]. Dieser Begriff ist insofern ein wenig irreführend, als wir unter „Skelett“ gewöhnlich steife, druckstabile Strukturen verstehen, das Zytoskelett aber aus zugbeanspruchbaren Elementen, vergleichbar Fäden, besteht, die erst bei besonders dichter Bündelung Steifigkeit erlangen. Mit den verschiedenen Funktionen des Zytoskeletts beschäftigt sich der Arbeitskreis Kinematische Zellforschung des Zoologischen Instituts. Das Zytoskelett gibt Zellen ihre Form und spielt eine entscheidende Rolle bei ihrer Bewegung und Teilung, es wirkt sich sogar auf den Stoffwechsel aus.

Elemente des Zytoskeletts und ihre Funktionen

Die fädigen Strukturen des Zytoskeletts lassen sich drei verschiedenen Klassen zuordnen. Diese drei Gruppen von Filamenten dienen ganz unterschiedlichen Aufgaben: Es sind dies die Aktinfibrillen, auch Mikrofilamente genannt, die Intermediärfilamente und

die Mikrotubuli. Diese Unterteilung geht auf das Erscheinungsbild der Strukturen im Elektronenmikroskop zurück: Die Aktinfibrillen weisen mit etwa 5-6 nm den kleinsten Durchmesser auf, ihre Länge kann mehrere Mikrometer betragen; die sehr heterogenen Intermediärfilamente sind mit etwa 10 nm deutlich dicker, und die röhrenförmigen Mikrotubuli weisen mit 22-25 nm den größten Durchmesser auf, sie sind auch die zentralen Elemente der Zilien und Flagellen (Geißeln). Ihre Länge kann viele Mikrometer betragen. Diese Filamente stellen nur das Zentrum einer Struktur dar, über zahlreiche spezifisch assoziierte Proteine können Quervernetzungen der Filamente untereinander und mit Membranen gebildet werden. Die wichtigsten Funktionen der Zytoskelettelemente sind:

- ▶ die Formgebung von Zellen und Geweben und damit die Verleihung der mechanischen Eigenschaften von Zellen,
- ▶ der intrazelluläre Transport und die Positionierung von Organellen und
- ▶ die Bindung vieler Metabolite und Enzyme an diese Matrix, ein Phänomen, das Mikrokompartimentierung genannt wird.

Um zelluläre Regelvorgänge zu verstehen, müssen möglichst viele Faktoren und ihre Wechselwirkung einbezogen werden. Wir versuchen daher, uns diesen vielfältigen Funktionen von Zytoskelettelementen anhand verschiedener Modellexperimente mit Zellkulturen zu nähern:

- ▶ Fortbewegung (Lokomotion), Formveränderung und Mechanik von Zellen
- ▶ Änderung des Zytoskeletts mit der Dichte von Zellen und mögliche Bedeutung bei der Wachstumsregulation
- ▶ Assoziation von Enzymen der Glykolyse an das Zytoskelett. (Diese Enzyme des Abbaus von Zuckern gelten als lösliche Enzyme, sie kommen jedoch nur zum Teil frei im Plasma vor, häufig sind sie an die Oberfläche anderer Proteinstrukturen angelagert und werden dadurch in ihrer Aktivität verändert. Aus diesem Grunde sind auch Änderungen des Zytoskeletts in Abhängigkeit von der Zelldichte einer Kultur von Veränderungen im Energiestoffwechsel begleitet.)

Formveränderung, Lokomotion und Mechanik von Zellen

Zellen praktisch aller vielzelligen Organismen können heute in Kultur genommen werden, das heißt, sie werden aus dem Organismus isoliert und in Schälchen oder Flaschen mit einem nährstoffreichen Kulturmedium, das auch Salze, Aminosäuren und Wachstumsfaktoren enthält, gezüchtet. Immer wenn das Kulturgefäß dicht bewachsen ist, werden die Zellen unter Einwirkung des Enzyms Trypsin abgelöst, suspendiert, verdünnt und in frischem Medium ausgesät. Bei dieser Prozedur kugeln sich die ansonsten flach auf der Glas- oder Plastikunterlage ausgebreiteten Zellen ab. Nach der Aussaat müssen sie sich erneut an die Unterlage anheften und wieder ausbreiten.



lich geworden. Das Fenster zeigt eine Vergrößerung des membrangebundenen Aktinnetzwerkes (rot) mit daran locker gebundenen Enzymkomplexen (blau). Dem endoplasmatischen Retikulum

(ER, blau) liegen überall dicht zu Polysomen (schwarz) verbundene Ribosomen (schwarz) auf. Diese sind nur im Bereich unter dem Fenster eingezeichnet. Farbhinweise zur Hauptzeichnung:

Mitochondrien sind rotbraun, die Mikrotubuli orange und die Cytosevakuolen hellgrün gezeichnet.

Dieser Prozeß stellt bereits einen „mini-morphogenetischen“ Vorgang dar, bei dem eine Fülle von Reaktionen ablaufen und bei dem sich nicht nur die Zellform, sondern auch der Zellstoffwechsel grundlegend ändert. Er läuft täglich millionenfach in den zellbiologischen Labors ab. Er kommt auch unter natürlichen Bedingungen vor, nämlich stets dann, wenn sich eine Zelle in einem tierischen Organismus teilt. Auch dann kugelt sie sich ab, verteilt die Chromosomen auf die beiden Pole, und beim Durchschnüren der Teilungsfurche beginnt wieder das Ausbreiten und damit die Eingliederung in den zellulären Verband. Nach außen hin ist die Wechselwirkung von membrangebundenen Ei-

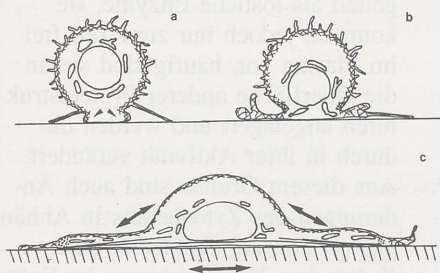
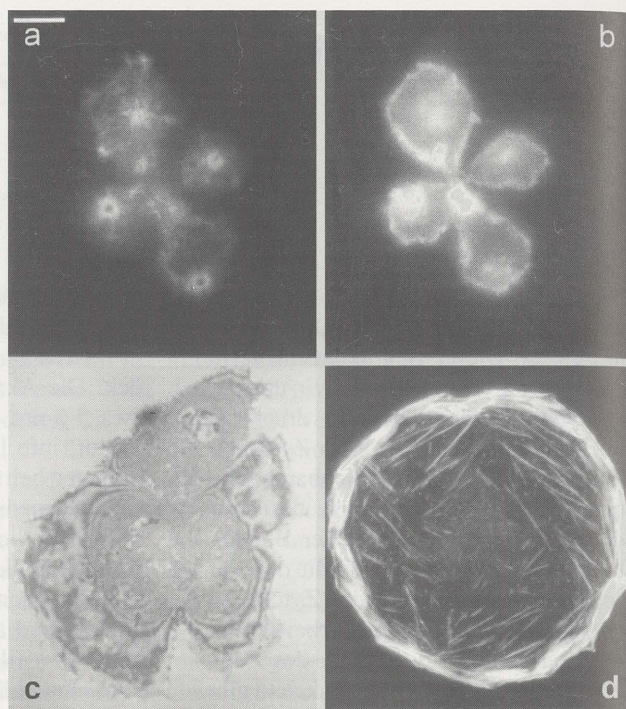


Abb. 1: Schematische Interpretation zentraler Vorgänge bei der Ausbreitung von Zellen auf einer festen Unterlage. Abb. 1 a: Erstes Stadium, die fibrilläre Zone unter der Zellmembran (markiert durch gekreuzte Striche) ist nahe der Unterlage aufgebrochen und vorströmendes Zellplasma (Pfeilspitzen) führt zum Ausbeulen der Zellmembran, die an der Unterlage haftet. Zusätzlich können fädige Plasmaausläufer (Filopodien) die Zelle auf der Unterlage verankern. In der Zellmitte sind der Zellkern mit einigen Organellen angedeutet. Abb. 1 b: Der vom kortikalen Netzwerk aus Aktin und Myosin (fibrilläre Zone) ausgeübte Druck erzwingt einen Zytoplasmafluß in die Peripherie, der durch Quervernetzung der Fibrillen und der an die Unterlage angehefteten Plasmamembran zu einer Abflachung dieser Region führt. Die Zone, durch die das Plasma aus dem kugeligen Zellbereich in die Peripherie fließt, wurde durch diesen Fluß erweitert, dadurch verdichtet sich die Fibrillenlage in dieser Region. Abb. 1 c: Die Zelle hat mit dem Abflachen begonnen, dadurch wird die Oberfläche glatt (das in den feinen Fortsätzen an der Zelloberfläche gespeicherte Membranmaterial – s. Abb. 1 a und 1 b – wird für die Oberflächenvergrößerung beim Ausbreiten verwendet), der Plasmafluß in die Zellperipherie dehnt das zunächst (in Abb. 1 b) gebildete fibrilläre Netzwerk und ordnet die Fibrillen zu einem peripheren Aktinring (Punkte: sie repräsentieren die Querschnitte der Fibrillen). Dieser fibrilläre Ring (s. auch Abb. 2) verhindert die Bewegung von Organellen in die Zone außerhalb dieser Zone. Dort haben sich dünne Plasmaausläufer (Lamellen) gebildet. Durch Fixierung der Bindungsstellen der Zellmembran an die Unterlage in der Zone des Aktinfaserrings kann innerhalb des Ringes durch die Aktinfibrillen (zusammen mit Myosin) eine Spannung aufgebaut werden, durch die aus dem ungeordneten Netz an der Basis der Zelle Fibrillen (Streifasern) organisiert werden (s. auch Abb. 2 b). Mechanische Spannung in der kortikalen Fibrillenlage übt einen Zug auf den zentralen Zellbereich aus und führt zu dessen Abflachung. Der Verlauf der Zugvektoren ist durch Doppelpfeile außerhalb des Zellschemas symbolisiert.

Abb. 2: Ausbreitungsstadien von Endothelzellen in Kultur auf einer Glasoberfläche: Abb. 2a und b: Vier Zellen, deren fibrilläres Aktin durch die Fluoreszenz dargestellt wurde (nur das F-Aktin ist sichtbar). Abb. 2a: Die Schärfe der Aufnahme wurde unmittelbar auf die Glasoberfläche gelegt. Ein stark fluoreszierender Aktinring kennzeichnet die Stelle, an der das zentral gelegene Plasma in die Peripherie ausfließt. Abb. 2b: Dieselben Zellen, etwas weiter von der Unterlage entfernt. Hier ist deutlich, daß der Zellrand durch die Aktinfluoreszenz abgebildet wird, also das kortikale Plasma. Abb. 2c: Zwei lebende Endothelzellen während der Ausbreitung, Abbildung im reflektierten Licht (Reflexions-Interferenzmikroskopie). Auf diese Weise können sehr dünne Zellausläufer sichtbar gemacht werden. Die großen abgesetzten Flächen um die Zellen herum stellen sehr dünne, organellfreie Lamellen dar. Ihre Abgrenzung gegen die diffus grau erscheinenden Zentralbereiche geschieht durch Aktinfaserbündel, die die in Abb. 2d abgebildete Zelle begrenzen. (Maßstab: 20 µm)



weißmolekülen, den Integrinen, mit extrazellulären Bindungsstellen wichtig, nach innen hin organisiert sich das Zytoskelett neu. Die Organelle, die zunächst nur um den Zellkern zusammengedrückt wurden, müssen neu verteilt werden. Für diesen Prozeß bedarf es außer der Bindung der Integrine an extrazelluläre Makromoleküle keiner weiteren Reize, es handelt sich also um einen Selbstorganisationsvorgang, an dem in idealer Weise zelluläre Formbildung und die Organisation von Zytoskelettstrukturen studiert werden können.

Zentrale Ergebnisse unserer Untersuchungen hierzu waren:

Aktinfibrillen und Mikrotubuli der suspendierten Zellen werden innerhalb von Sekunden zerstört, wenn frisches Kulturmedium zugeführt wird, um die Anheftung an die Wand eines neuen Kulturgeäßes auszulösen. Dabei strömen Calciumionen über die geschädigte Zellmembran ein. Werden Calciumionen durch Mangan ersetzt, kann diese Schädigung verhindert werden. Die Zellen können dann das durch die Atmung der Mitochondrien produzierte Adenosintriphosphat (ATP) [s. Prof. Herbert Zimmermann „Wie Zellen miteinander sprechen“ in Forschung Frankfurt 3/93] für den Ausbreitungsvorgang verwenden anstatt für die Entfernung des eingedrungenen Calciums. Das Ausbreiten der Zellen (Abb. 1) erfolgt zunächst durch Kontraktion eines Netzwerkes von Aktinfibrillen mit Myosinmolekülen, das direkt unter der Zellmembran liegt und in dieser verankert ist (Abb. 2).

In dem ausströmenden Plasma ist viel G-Aktin enthalten, also Aktin in der globulären Form. Durch Aneinanderlagerung dieser einzelnen G-Aktinmoleküle entsteht fibrilläres F-Aktin. In der Zelle erfolgt durch Bindung des Aktins an die sich ausdehnende Zellmembran eine Polymerisation zu Fibrillen. Diese Fibrillen werden untereinander und mit benachbarten Membranzonen durch andere Moleküle („Aktin-bindende Proteine“) vernetzt. Hierdurch entstehen sowohl Plasmalfalten als auch ein flacher Plasmasaum (Abb. 1a, b). Dieses Aktinnetz ist zunächst aus ungerichteten Fibrillen aufgebaut. Bei der Ausdehnung dieses Netzes durch weiter in die Peripherie strömendes Plasma werden die Fibrillen zu einem in der Zellperipherie verlaufenden Fibrillenring gestreckt. Dieser verhindert das weitere Ausbreiten des Plasmas und der darin enthaltenen Organelle. Auch die inzwischen sternförmig von der Zellmitte ausgewachsenen Mikrotubuli können diesen Fibrillenring nicht durchdringen. Lediglich kleine Moleküle oder Molekülaggregate vermögen durch dieses „Fibrillensieb“ weiter in die Peripherie zu strömen und die Zelle dort durch Bildung eines sehr dünnen, organellfreien Saumes zu erweitern.

Berührt nun der Saum einer sich ausbreitenden Zelle eine andere Zelle (oder wird er im Experiment mit einer feinen Nadel berührt), so verfestigt sich das Plasma an der Berührungsstelle durch Polymerisation einer dichten Aktinfibrillenzone, und die Ausbreitung erfolgt in eine Richtung, die noch frei ist (Abb. 3). Auf diese

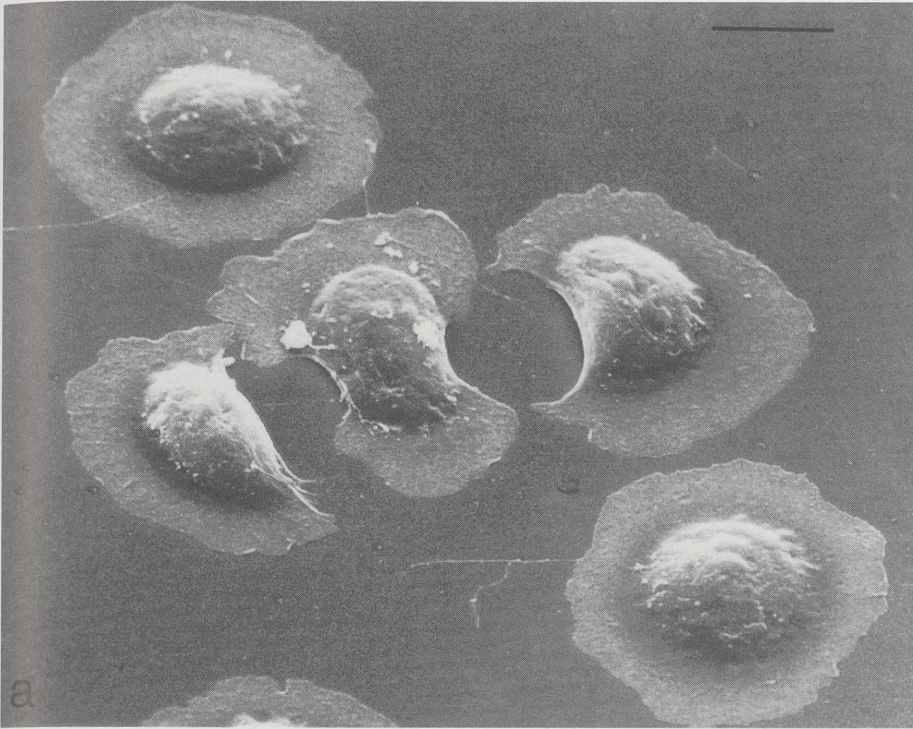


Abb. 3: Rasterelektronenmikroskopische Aufnahme von Zellen aus der Oberhaut (Epidermis) von Kaulquappen in der Zellkultur. Die Zellgruppe hat sich gerade von der kugelförmigen Form zu spiegelbildlichen Stadien ausgebreitet. Die Zellen, die sich ohne Kontakt zu anderen ausbreiten können,

besitzen einen kreisförmigen Umriss, solche, die Nachbarzellen während der Ausbreitung berührten, haben an den Berührungszonen ihren dünnen Plasmasaum eingezogen und wurden dadurch polar. Sie sind in der Lage, sich in der Ausbreitungsrichtung des Zellsaumes fortzubewegen.

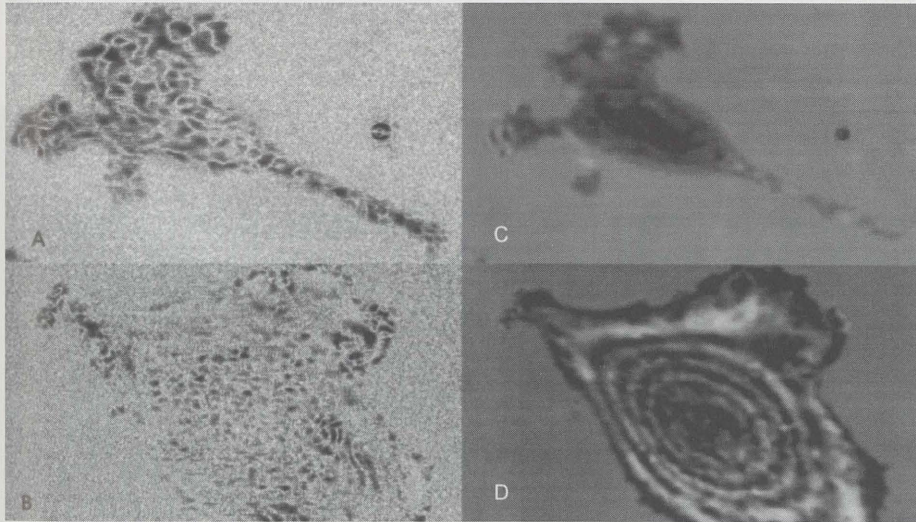


Abb. 4: Aufnahmen von Rattensarkomzellen mit dem Akustischen Mikroskop (A, C). B gering metastasierender Zelltyp, A stark metastasierender Zelltyp. C und D zeigen die Differenzbilder zweier im Abstand von 10 Sekunden voneinander aufgenommener Bilder der in A beziehungsweise

se B gezeigten Zellen. Besonders in A wird deutlich, daß die Bewegungsaktivität in Form klar umschriebener Domänen organisiert ist. Durch den Vergleich der beiden Zelltypen (B und D) wird unmittelbar der Unterschied in ihrem Motilitätsverhalten deutlich.

Weise kann eine Zelle von einer isodiametrischen Form (Durchmesser in alle Ausbreitungsrichtungen etwa gleich groß) polarisiert werden und hat damit eine wichtige Voraussetzung erreicht, die sie zur Fortbewegung in eine bestimmte Richtung befähigt. Solche Vorgänge spielen im Organismus in großem Umfang eine Rolle während der Embryonalentwicklung, beim Verschluß einer Wunde oder wenn Lymphozyten in Entzündungsherde einwandern. Obwohl die zelluläre Fortbewegung

mittlerweile seit fast hundert Jahren erforscht wird, ist der Mechanismus immer noch nicht eindeutig geklärt. Von seiner genauen Kenntnis erhofft man sich Aufschluß, warum viele Tumorzellen in anderes Gewebe einwandern und zum Beispiel Metastasen bilden.

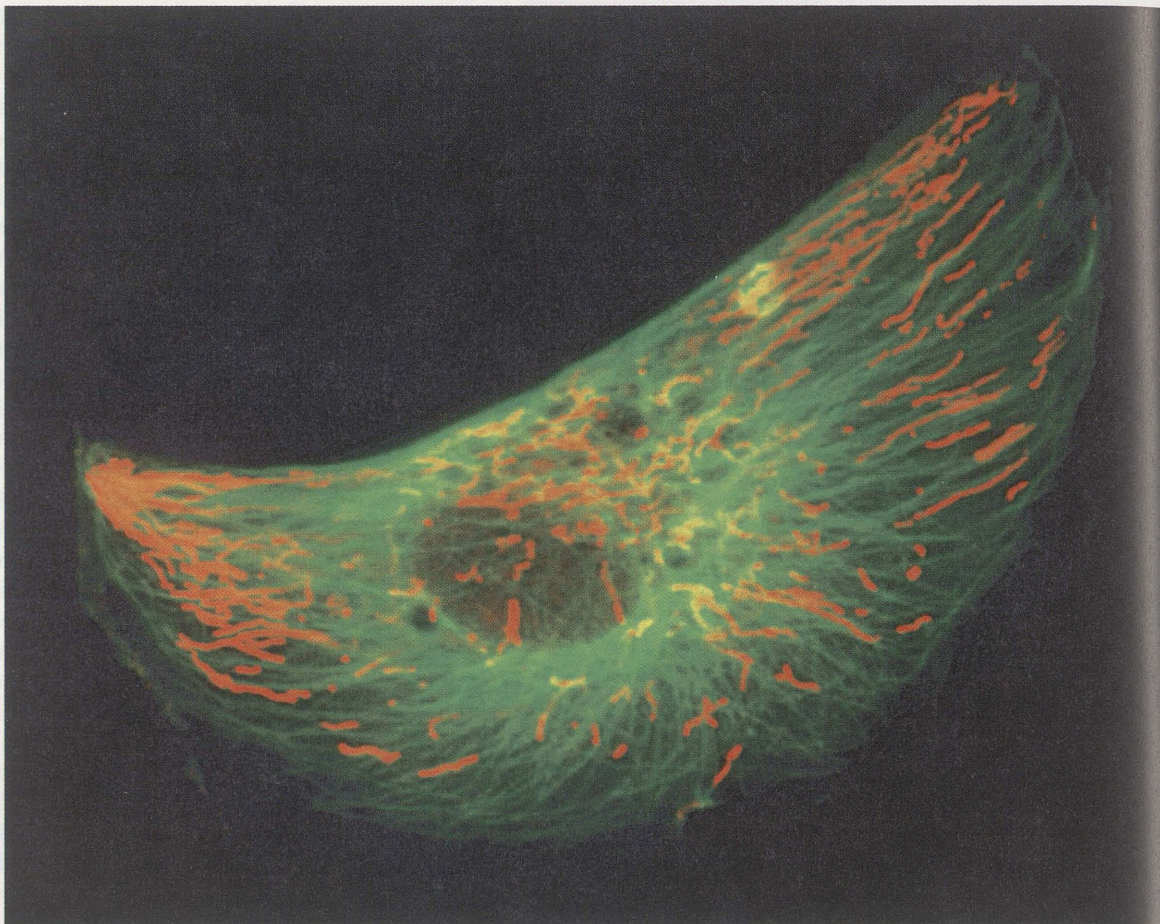
Ausbreiten von Zellen und Fortbewegung beziehen ihre Triebkraft aus derselben Quelle, nämlich einem hydrostatischen Druck innerhalb der Zelle. Er wird durch die Kontraktionskraft des

mit der Zellmembran verbundenen Aktomyosinnetzwerkes (Abb. 2) erzeugt, da diese Kraft solange Wasser durch die semipermeable Membran austreten läßt, bis die osmotische Druckdifferenz gleich groß wie die Kontraktionskraft ist. Dieser Druck bedingt das Vorströmen des Zytoplasmas in eine sich ausdehnende Lamelle hinein, gegen ihn wirken die zugbeanspruchbaren Filamente des Zytoskeletts, die durch diese Spannung verfestigt werden. Die Idee eines hydraulisch betriebenen Druckflusses als Grundlage für die Bewegung von tierischen Zellen ist nicht neu und konnte zum Beispiel bei Amöben unmittelbar gemessen werden. Bei Gewebezellen ist dies nicht so einfach möglich. Durch Messung des Zellvolumens unter verschiedenen osmotischen Bedingungen und auch in Gegenwart kontraktionshemmender Substanzen konnte auch in flach auf einem Deckglas ausgebreiteten Gewebezellen ein solcher Druck nachgewiesen und erstmals bestimmt werden. Die Grundannahme der Existenz eines solchen Innendruckes, der sonst vor allem bei Pflanzenzellen (Turgor) breite Aufmerksamkeit fand, war die Grundlage für eine Reihe von Experimenten zur Formgebung und Bewegungssteuerung von Zellen. Eine andere derzeit sehr populäre Hypothese sieht in der Polymerisation des Aktins an einer sich ausbreitenden Lamelle den Triebkraft erzeugenden Mechanismus. Durch lokale Applikation von Substanzen, die die Dichte des Aktinnetzwerkes verstärken oder verringern, sowie durch Untersuchungen der Elastizitätsverteilung in verschiedenen Arealen von Zellen konnten wir diese Hypothese widerlegen.

Als Modellobjekte dienen Epidermiszellen aus der Haut von Kaulquappen des Krallenfrosches. Sie sind mit über 50 µm Durchmesser recht groß und weisen einen großen, organellfreien dünnen Plasmasaum (Lamelle) auf (Abb. 3). Die Bewegungsrichtung kann durch lokale Differenzen in der Calciumkonzentration gesteuert werden. Diese verändert die Vernetzung und damit die Festigkeit des Aktinnetzwerkes und damit die Strömungsrichtung des nachströmenden Plasmas.

Ende der sechziger Jahre wurden von Michael Abercrombie am Chester Beattie Institut in London erstmals Unterschiede im Bewegungsverhalten von Tumorzellen und deren normalen Ausgangszellen beschrieben. Später kamen Erkenntnisse über eine unterschiedliche Anordnung von Zytoskelettelementen durch andere Arbeitsgruppen hinzu. Pavel Vesely von der Tschechischen Akademie der Wissenschaften in Prag selektionierte Sarkomzellen un-

Abb. 5: Aufnahme einer Herzendothelzelle mit dem konfokalen Laser-Scan-Mikroskop TCS (Leica). In diesem Fluoreszenzbild wurden die Mitochondrien rot beziehungsweise orange angefärbt und die Mikrotubuli gelbgrün. Die Assoziation zwischen beiden Organellen ist deutlich zu sehen.



terschiedlicher Metastasierungsaktivität. Zu ihrer Charakterisierung entwickelten wir ein Verfahren zur Messung sehr kleiner Bewegungen, in der Größenordnung ab 15 nm innerhalb von fünf Sekunden oder längeren Zeiträumen. So wird mit dem Ultraschallmikroskop eine Bildserie aufgenommen und elektronisch abgespeichert. Die Differenzen zwischen aufeinanderfolgenden Bildern kennzeichnen die Orte der Veränderung, also der Motilität (Abb. 4). Diese lassen sich quantifizieren und so zu einer objektiven Zellcharakterisierung heranziehen. Mit diesem Verfahren werden zum Beispiel in einem gemeinsam mit dem Zentrum der Dermatologie (Prof. Hans Holzmam) der Frankfurter Universitätsklinik durchgeführten Projekt erstmals Fibroblasten von an Psoriasis leidenden Menschen von denen gesunder Menschen unterschieden. Diese Art der Diagnose ermöglicht natürlich noch keine Heilung, sie gewährt jedoch weitere Einsicht in den systemischen Charakter dieser Krankheit.

Assoziation von Enzymen der Glykolyse an das Zytoskelett

Auf Otto Warburg (Nobelpreisträger für „Physiologische Chemie“, 1931) geht eine Hypothese zurück, wonach Tumorzellen in Gegenwart von Sauerstoff Glu-

kose bevorzugt zu Milchsäure abbauen und nicht vollständig zu Kohlendioxid und Wasser veratmen. Dies geschieht, obwohl die Atmung der Mitochondrien auch in Tumorzellen nicht gestört ist. Warburg sah darin eine Rückkehr zu einem embryonalen Zustand der Zellen, die daher auch eine erhöhte Vermehrungsaktivität aufweisen. Ephraim Racker machte eine überschießende Na/K-ATPase-Aktivität (dieses Enzym dient der Aufrechterhaltung der besonderen Ionenzusammensetzung des Plasmas), die durch ATP aus der Glykolyse gespeist wird, verantwortlich. Generell wird ein hoher Stoffumsatz als Auslöser für die erhöhte Teilungsaktivität angesehen. Ein weiterer ATP-Verbraucher ist das Zytoskelett, und hier besonders das Aktomyosinsystem, das für Polymerisation und Kontraktionen benötigtes ATP bevorzugt der Glykolyse entnimmt. Das Zytoskelett könnte auch die strukturelle Verbindung zwischen Invasivität und verändertem Stoffwechsel sein. Die Prüfung dieser Hypothese gestaltete sich für uns als durchaus schwierig. Eine Reihe von Experimenten befaßte sich mit der Wechselwirkung der Enzyme der Glykolyse mit Aktin, eine zweite mit den Verhältnissen von Atmung und Glykolyse bei verschiedenen Zellkulturen in Abhängigkeit von ihrer Proliferationsaktivität.

Die Bindung von Glykolyseenzymen an Aktinfibrillen ist als lose Assoziation zu verstehen, ist also keine kovalente Bindung und damit nur schwierig nachweisbar. Der Nachweis der Assoziation erfolgte zum Beispiel durch Behandeln von Zellen mit Detergentien, so daß die löslichen Bestandteile des Zytoplasmas aus den Zellen diffundieren konnten. Der danach durchgeführte Nachweis von Glykolyseenzymen über Immunfluoreszenz zeigte für einige der in Betracht kommenden Enzyme eine Assoziation mit Aktinfasern auf. Ein weiteres Verfahren war die Injektion von Enzymen und Aktin, die mit jeweils anderen fluoreszierenden Farbstoffmolekülen beladen waren, deren Spektren sich überlappen. Diese Moleküle wurden in die Strukturen der lebenden Zelle eingebaut. Überall dort, wo diese Moleküle so nahe zusammenlagen, daß Energieübertragungen zwischen ihnen möglich waren, konnte die Fluoreszenz moduliert werden. Dieses als Fluoreszenz-Resonanz-Energie-transfer bezeichnete Verfahren ermöglichte den sicheren Nachweis, daß die im Reagenzglas gefundene Assoziation auch in der lebenden Zelle funktioniert. Die Reagenzglasversuche einer amerikanischen Gruppe zeigten eine starke Erhöhung der Glykolyseaktivität durch die Bindung der Enzyme an Aktin. Umgekehrt konnten wir deutliche Einwirkungen der Enzymbin-

dung auf die Polymerisation des Aktins finden, die von der Aktivität der jeweiligen Enzyme abhängt. Damit ist gezeigt, daß die Organisation des Aktin-Zytoskeletts unmittelbar in den Energiestoffwechsel von Zellen einzugreifen vermag. Gleichzeitig ist dieses Filamentsystem für die Motilität von Zellen zuständig. Durch die Bindung an Proteine der Zellmembran wird deren Verteilung und wahrscheinlich auch der Einbau von manchen Proteinen in die Membran durch Aktinfilamenten gelenkt.

Da Aktin und andere dem Zytoskelett zuzurechnende Moleküle zu den häufigsten in Zellen zählen, stellen sie eine riesige Oberfläche für die Bindung verschiedenster Moleküle zur Verfügung. Dies könnte auch für kleine, geladene Moleküle gelten. Durch Beladen von Mitochondrien (– in ihnen findet die Zellatmung statt und wird ATP gebildet –) mit einem Fluoreszenzfarbstoff, dessen Fluoreszenzintensität das Membranpotential der Mitochondrien anzeigt, ließ sich zeigen, daß in großen Zellen Gradienten in der Versorgung mit Energieäquivalenten vorliegen. Solche Gradienten könnten ein Faktor für die Verteilung von Organellen darstellen. An dem bereits angeführten Beispiel der Mitochondrien läßt sich dies gut untersuchen: Sie sind an die strahlenförmig vom Zellzentrum ausgehenden Mikrotubuli an-

gelagert und wandern an diesen entlang vorwiegend radial zwischen Peripherie und Zellzentrum (Abb. 5). Die Mitochondrien in der Zellerperipherie weisen oft ein niedrigeres Membranpotential auf, dies spricht dafür, daß dort die ATP-verbrauchenden Prozesse im Verhältnis zur ATP-liefernden Atmung schneller verlaufen als im Zellzentrum. Gestützt wird die Auffassung, daß die Mitochondrienverteilung vielleicht durch Gradienten der Schlüsselsubstanzen zellulärer Energieversorgung ADP und ATP geregelt wird, durch Experimente, bei denen eine dieser beiden Substanzen in Zellen injiziert wird und dann das Verhalten der Mitochondrien direkt in der lebenden Zelle mit dem Mikroskop verfolgt wird. Durch hohe intrazelluläre Konzentrationen an ATP oder auch ADP (als Merkmal für hohen Energiebedarf) läßt sich diese Bewegung stoppen. Als Nebenprodukt dieser Versuche zeigte sich, daß die in Lehrbüchern abgebildete Mitochondrienstruktur nur bei hohen ATP-Konzentrationen im Plasma vorhanden ist (Abb. 6).

Eine weitere interessante Frage ist die, warum in manchen Zellen die Mitochondrien sehr lange Fäden (10 bis 20 µm oder sogar länger) bilden und in anderen recht kurz, eher fingerförmig, bleiben. Eine Bedeutung der langen Mitochondrien könnte darin liegen, daß sie schnelle Leitstruktu-

ren bilden. Das elektrische Potential, das für die Synthese von ATP benötigt wird, könnte so sehr schnell von einem Ort hohen Sauerstoffgehalts und intensiver Atmung an eine tiefer in der Zelle liegende Stelle mit geringerem Sauerstoffgehalt geleitet werden. An den mit den oben erwähnten Potential-sensitiven Farbstoffen gefärbten Mitochondrien läßt sich diese Hypothese testen: Lokales Ausbleichen (und damit Permeabilisierung der Mitochondrienmembran) führt zur Entfärbung des ganzen Mitochondriums (Abb. 7). Inwieweit dies wirklich einen Zusammenbruch spezifisch des Membranpotentials über die gesamte Länge eines Mitochondriums darstellt, prüfen wir derzeit mit Hilfe der Laser-Scan-Mikroskopie.

Die vielfältigen ordnenden Funktionen von Zytoskelettelementen in lebenden Zellen verbinden mechanische Eigenschaften und Einflüsse mit biochemischen Reaktionen. Dies geht so weit, daß durch mechanische Einwirkungen der Differenzierungszustand von Zellen verändert werden kann. Zum Beispiel beginnen Zellen, die sich stark teilen, solange sie an einem festen Körper angeheftet sind, sich zu differenzieren, sobald die innere Spannung, etwa durch Erweichung des extrazellulären Materials, nachläßt. Sie teilen sich dann nicht mehr. Ein interessantes Zellkulturmodell für die differenzierungsfördernden

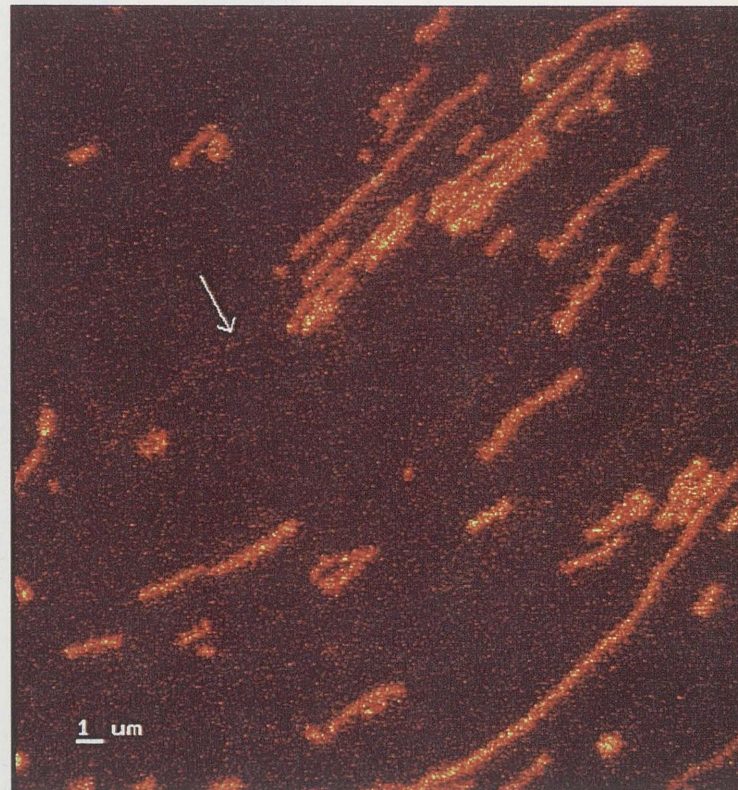
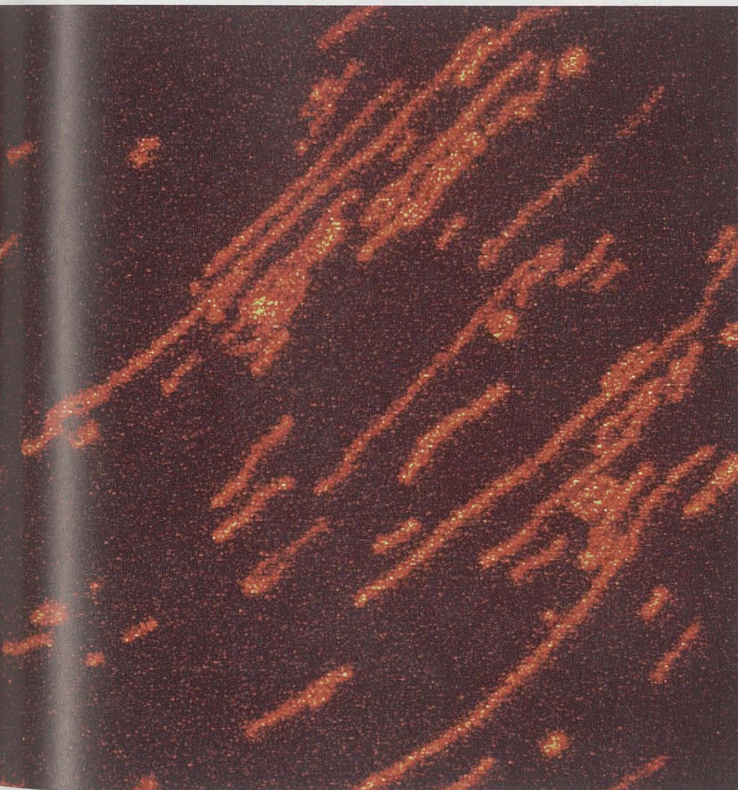


Abb. 6: Mitochondrien in Herzendothelzellen in Kultur wurden mit einem Fluoreszenzfarbstoff (DASPM1) gefärbt, der das elektrische Potential der Mitochondrienmembran anzeigt. a und b zeigen jeweils denselben Ausschnitt: Mitochondrienfluoreszenz mit einem konfokalen Laser-Scan-Mikroskop (Leica TCS) abgebildet. Das Bild wurde

unmittelbar nach einer intensiven Laserbestrahlung entlang einer circa 0,2 µm breiten Linie exakt in Bildmitte aufgenommen. Alle durch den Laserstrahl getroffenen Mitochondrien sind über ihre volle Länge hin ausgebleicht, unmittelbar danebenliegende Mitochondrien, die jedoch nicht durch den Laserstrahl getroffen wurden, behiel-

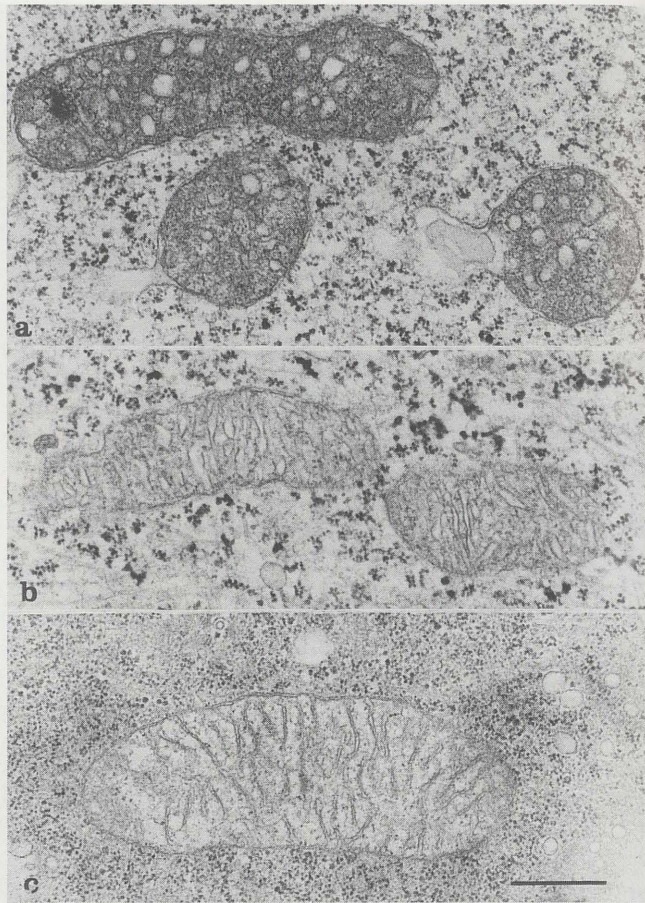
ten ihre Fluoreszenz bei. Dieses Experiment zeigt, daß das Membranpotential über die ganze Länge der Mitochondrien hin zusammengebrochen ist, nicht nur an der bestrahlten Stelle. Es ist also eine Fortleitung des Potentials über die Länge eines Mitochondriums wahrscheinlich. (Dicke eines Mitochondriums: 0,5 µm)

de Wirkung mechanischer Beanspruchung auf menschliche Hautzellen (Schwielenbildung) stellt die zyklische Beladung von Hautzellkulturen mit Gewichten dar. Hierdurch konnte die Synthese eines Keratins induziert werden, das im Körper für Schwielen charakteristisch ist. Der Verarbeitung solcher mechanischer Einwirkungen durch Zellen verschiedener Art gilt derzeit unser Hauptinteresse, wird doch durch äußere mechanische Kräfte sowohl die Anordnung als auch die Synthese von Zytoskelettsubstanzen verändert, was dann Konsequenzen für verschiedene Stoffwechselforgänge haben kann. Hier wird versucht, Biochemie unmittelbar in der Zelle zu betreiben. Dies kann nur durch leistungsfähige quantitative mikroskopische Verfahren geschehen.

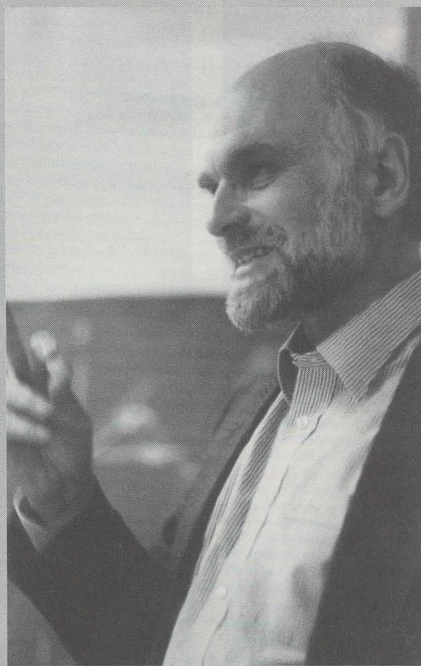
Das im Zuge solcher Untersuchungen erarbeitete methodische Repertoire läßt sich natürlich auch für andere Fragestellungen, etwa für die Beurteilung der Wirkung von Pharmaka, einsetzen. Hier ist zum Beispiel – in Zusammenarbeit mit dem Zentrum der Inneren Medizin (Prof. Wilhelm Schoeppe) und dem Institut für Physiologische Chemie (Prof. Guido Zimmer) des Frankfurter Universitätsklinikums – das Verhalten von Herzmuskelzellen, ihre Schädigung und therapeutische Ansätze ein wichtiges Forschungsfeld.



Abb. 7: Elektronenmikroskopische Aufnahme von Mitochondrien in Herzendothelzellen. a. In die Zelle wurde ADP injiziert: Die Matrix des Mitochondriums ist dicht (dunkel), die Einfaltungen der Innenmembran (Cristae) sind aufgebläht, bläschenartig. b. Unbehandelte Zelle. Die Cristae der Mitochondrien sind unregelmäßig, die Matrix ist von mittlerer Dichte. c. Erscheinungsbild eines Mitochondriums nach Injektion von ATP in die Zelle. Nur in diesem Falle weisen die Mitochondrien, die in den Lehrbüchern üblicherweise beschriebene Struktur mit markanten flächigen Cristae und lockerer Matrix auf. (Maßstab: 0,5 µm)



Professor Dr. Jürgen Bereiter-Hahn (53) studierte Zoologie, Botanik, Biochemie und Philosophie in Frankfurt und wurde 1966 zum Dr. phil. nat. promoviert. Er nahm ab 1967 die Lehrverpflichtungen am Institut für Kinematische Zellforschung wahr, habilitierte sich 1972 mit einer Arbeit über die funktionelle Morphologie von Fischhaut. In der Folge galt sein Interesse der Erforschung von Organellbewegungen in Zellen, besonders von Mitochondrien und Melanosomen. Nach seiner Ernennung zum Professor übernahm er das Institut für Kinematische Zellforschung, das seit 1980 als Abteilung des Zoologischen Instituts weitergeführt wird. In neuerer Zeit befaßt er sich mit Zellmechanik und strukturellen Grundlagen von Stoffwechselforgängen in Zellkulturen. Aufenthalte an der Johnson Foundation in Philadelphia bei Professor Britton Chance, am Papanicolaou Institut in Miami bei Professor Eli Cohen und an den Karolinska Instituten in Stockholm bei Professor Bo Thorell ermöglichten Weiterbildung und Kooperationen über Arbeiten zum intrazellulären Verhalten von Mitochondrien und zum Energiestoffwechsel von Zellkulturen. Bereiter-Hahn fungierte als verantwortlicher Herausgeber zusammen mit A.G. Matoltsy und S. Richards für eine zweibändige Monographie „Biology of the Integument“ (Springer Verlag, 1984, 1986), und mit O.R. Anderson und W.E. Reif: „Cytomechanics.



The mechanical basis of cell form and structure.“ (Springer Verlag, 1987), er war Mitherausgeber von „Cell and tissue culture techniques in dermatological research“ (gemeinsam mit A. Bernd, H. Hevert, H. Holzmann, Springer Verlag, 1992) und war Mitbegründer der European Society for Comparative Skin Biology.

Literatur

- Osborn M. und Weber K. (1977): The detergent resistant cytoskeleton of tissue culture cells includes the nucleus and the microfilament bundles. *Exp. Cell Res.* 106: 339-349.
- Strohmeier R., Bereiter-Hahn J.: Hydrostatic pressure in epidermal cells is dependent on Ca-mediated contractions. *J. Cell Sci.* 88: 631-640, 1987.
- Bereiter-Hahn J. (1988): Involvement of microcompartmentation in the regulation of cell proliferation. In: *Microcompartmentation*, D. Jones (ed.) CRC Press, Inc. 55-69.
- Bereiter-Hahn J., Lück M., Miebach T., Stelzer K.E., Vöth M. (1990): Spreading of trypsinized cells: Cytoskeletal dynamics and energy requirements. *J. Cell Sci.* 96: 171-188.
- Bereiter-Hahn J. (1990): Behavior of mitochondria in the living cell. *Int. Rev. Cytol.* 122: 1-63.
- Bereiter-Hahn J. u. Lüers H. (1994): The role of elasticity in the motile behaviour of cells. In: *Active movement and division of cells* (N. Akkas ed.) Nato ASI Series H. 84: 181-230.
- Bereiter-Hahn J. (1994): Akustomikroskopie. In: *Mikroskopische Methoden in Biologie und Medizin* (H. Robeneck, ed.) GTI-Verlag Darmstadt.

ATM- Lösungen sind Realität!

Zellstrukturen – Erfolgsrezept seit Urzeiten

Asynchroner Transfer Mode steht für grenzenlose Höchstleistungs-Netzwerke auf Zellbasis in LAN und WAN.

Controlware vertritt FORE Systems, den weltweit erfahrensten und erfolgreichsten Hersteller von ATM-Systemen.

FOREs breite Produktfamilie aus ATM-Switches, LAN-Access Switches, Workstation-Interfacekarten und Management-Systemen wird vielfach in folgenden Applikationen eingesetzt:

- LANs als Gigabit-Backbone
- Virtuelle LAN-Konzepte
- Medizinische Anwendungen
- Druck- und Verlagswesen
- Multimedia-Dienste
- CAD und Modellierung
- Luft- und Raumfahrttechnik
- bei EVUs über private Fasernetze
- bei PTTs und Carriern

ATM und mehr –
Systemintegration von Controlware

CeBIT'95
HANNOVER
8. — 15. 03. 1995
Halle 12 EG, Stand B 41

CONTROLWARE GmbH
Hauptverwaltung und
Geschäftsstelle Mitte

Waldstraße 92 Telefon (0 60 74) 858-202
D 63128 Dietzenbach Telefax (0 60 74) 858-208

Geschäftsstellen:

Nord	Hamburg	Tel. (0 40) 25 17 46-0
West	Kaarst	Tel. (0 21 31) 66 70-34 0-35
	Bonn	Tel. (02 28) 9 81 10 11
Süd-Ost	Leipzig	Tel. (03 41) 3 01 05 95
Süd-West	Filderstadt	Tel. (07 11) 7 77 63 77
Süd	Kipfenberg	Tel. (0 84 65) 94 00-0
	München	Tel. (0 89) 61 41 80 50
Nord-Ost	Berlin	Tel. (0 30) 46 30 71 45

controlware
communicationssysteme



Der erst im Oktober 1994 in Mexiko entdeckte „Ctenosaura alfredschmidti“ besitzt einen ausgesprochen dornigen Schwanz. Der Frankfurter

Zoologe Gunther Köhler hat als Entdecker dieser neuen Leguanart auch das Recht, sie auf einen wissenschaftlichen Namen zu taufen; „al-

fredschmidti“ ist eine Hommage an seinen Freund den renommierten Reptilienzüchter Alfred A. Schmidt.

Man nennt mich:

Ctenosauero alfredschmidti

Frankfurter Zoologe entdeckt zwei Reptilien-Arten
in Mittelamerika

Weltweit sind heute ungefähr 6000 Reptilienarten bekannt; wieviele Arten noch unentdeckt und unbeschrieben sind, können Wissenschaftler nur schwer abschätzen. Unter den Reptilien sind die Leguane, diese faszinierenden Echsen, mit etwa 600 Arten vertreten. Die Verbreitung der Iguanidae, so der wissenschaftliche Familienname, ist nahezu ausschließlich auf die Neue Welt beschränkt. Nur wenige Arten leben außerhalb Amerikas, wie zum Beispiel die Madagaskar- und die Fidji-Leguane.

In der Arbeitsgruppe um Professor Dr. Bruno Streit am Zoologischen Institut der Frankfurter Universität werden zur Zeit die Lebensweise und Systematik der Schwarzleguane (Gattung *Ctenosaura*) erforscht. Bei Freilanduntersuchungen machte der Doktorand Gunther Köhler nicht nur für die Fachwelt spannende Entdeckungen: zwei neue Leguanarten aus Mittelamerika. Köhler befaßt sich bereits seit seinem achten Lebensjahr mit diesen urtümlichen Wirbeltieren und hat drei Bücher über Leguane veröffentlicht. Im Frühjahr 1994 stieß er im lichten Trockenwald in der Umgebung von La Paz (Honduras) auf ganz ungewöhnlich gefärbte, 40 Zentimeter große Schwarzleguane: Im Gegensatz zu den meisten ihrer Gattung haben sie einen ausgeprägt gelb gefärbten Rücken, wodurch sie besonders während der Trockenzeit farblich hervorragend angepaßt sind. Diese Eigenschaft hat

auch zu ihrem wissenschaftlichen Namen geführt: *Ctenosaura flavidorsalis*, was „Gelbrückiger Schwarzleguan“ bedeutet. Die zweite Art fand der Frankfurter Doktorand im Süden des mexikanischen Bundesstaates Campeche im Oktober 1994: Tiere dieser Art leben ausschließlich im dichten Trockenwald und haben einen extrem dornigen Schwanz. Sie sollen auf den wissenschaftlichen Namen *Ctenosaura alfredschmidti* getauft werden. Dazu Köhler, der als Entdecker der neuen Art auch das Recht hat, ihr einen Namen zu geben: „Ich widme diese neue Art meinem langjährigen Freund und Ehrenmitglied der Deutschen Gesellschaft für Herpetologie und Terrarienkunde, Alfred A. Schmidt, aus Frankfurt.“

Mit diesen beiden Entdeckungen erhöht sich die Zahl der bekannten Schwarzleguane auf insgesamt zwölf Arten. Zu den Schwarzleguanen gehören stattliche Arten wie der Mittelamerikanische Schwarzleguan, *C. similis*, der deutlich über einen Meter Gesamtlänge erreicht, ebenso wie der kaum 30 Zentimeter groß werdende Yucatán-Schwarzleguan *C. defensor*. Typisch für die Angehörigen der gesamten Gattung ist ein kräftiger, mit Dornenschuppen besetzter Schwanz, den die größeren Arten als Waffe benutzen. Die kleineren blockieren damit den Eingang zu ihrer Wohnhöhle, um sich vor Freißfeinden wie Schlangen zu schützen. Der typische Lebensraum dieser Leguane ist der tropi-

sche und subtropische lichte Trockenwald. Nur der vom Aussterben bedrohte Utila-Schwarzleguan (*C. bakeri*) lebt auf Bäumen im feuchten Mangrovensumpf auf einer kleinen Insel vor der Karibikküste Honduras. Während die größeren Arten überwiegend Bodenbewohner sind, halten sich die kleineren auf knorrigen Bäumen auf, in deren hohlen Ästen sie sich bei Gefahr und nachts ver-



Der Entdecker: In acht Expeditionen in den vergangenen fünf Jahren hat Gunther Köhler (29) sich in Mittelamerika systematisch auf die Suche nach neuen Schwarzleguanarten gemacht.

Sein gelber Rücken tarnt ihn während der Trockenzeit bestens: Der im Frühjahr 1994 von dem Frankfurter Zoologen Gunther Köhler entdeckte Gelbrücken-Schwarzleguan (*Ctenosaura flavidorsalis*) lebt in Honduras.





Im Gegensatz zu den erwachsenen Schwarzleguanen, sind die Jungtiere der meisten Arten leuchtend grün gefärbt, was sie in ihrem während der Regenzeit ergrünten Lebensraum vor Feinden schützt.

Der Lebensraum des Gelbrücken-Schwarzleguans (*Ctenosaura flavidorsalis*) in Honduras ist felsig, heiß und trocken.

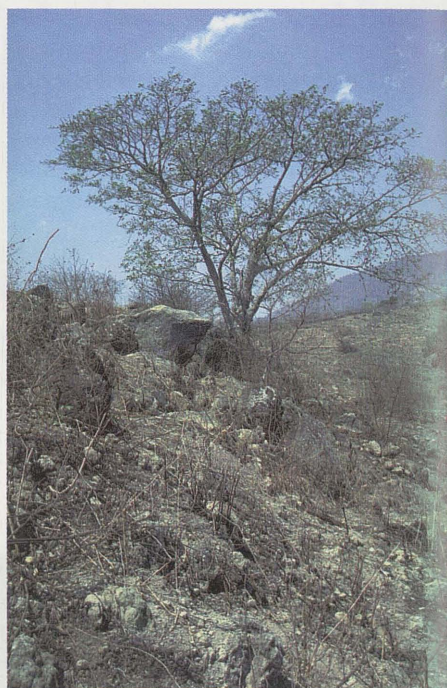
stecken. Zu letzterer Gruppe gehören die beiden neuentdeckten Arten *C. flavidorsalis* und *C. alfredschmidti*.

Schwarzleguane sind überwiegend Vegetarier, die sich von Blättern, Kräutern und Blüten ernähren; nur gelegentlich fressen sie Insekten und andere tierische Kost. Einmal im Jahr, zu Beginn der Trockenzeit suchen die trächtigen Weibchen der Schwarzleguane sandige Plätze zur Eiablage auf. Die Gelege mit bis zu 80 Eiern werden von der Sonnenwärme ausgebrütet und nach etwa drei Monaten schlüpfen die kleinen Schwarzleguane. Diese sind im Gegensatz zu den Erwachsenen leuchtend grün gefärbt, was eine hervorragende Tarnwirkung im nunmehr durch das Einsetzen der Regenzeit „ergrünten“ Lebensraum bedeutet.

Die Mehrzahl der Schwarzleguanarten sind im Fortbestand gefährdet, einige wie z.B. *C. bakeri* unmittelbar vom Aussterben bedroht. Die einheimische Bevölkerung fängt große Mengen dieser Tiere, um sie zu essen, da sie ähnlich wohlschmeckend wie Geflügel sind. In Honduras gibt es sogar ein Fest zu Ehren des „Jamo Negro“, bei dem sich die Menschen als Leguan verkleiden und leider auch größere Mengen dieser gefährdeten Tiere verzehren. Bedroht sind die Angehörigen dieser Gattung zudem, weil ihre Lebensräume durch Abbrennen der Trockenwälder vernichtet werden.

Köhler engagiert sich auch für den Erhalt dieser faszinierenden Echsen. So verbringt er jedes Frühjahr vier bis sechs Wochen auf der hondurensischen Insel Utila: „Im April wandern die trächtigen Weibchen vom Mangrovensumpf zu den wenigen Eierablageplätzen im Norden der Insel. Dort wurden sie, noch bevor sie ihre Eier absetzen konnten, von einheimischen Leguanfängern trotz des bestehenden Fangverbotes getötet. Das versuchen wir nun zu unterbinden: Gemeinsam mit anderen deutschen und hondurensischen Wissenschaftlern überwache ich die Einhaltung des Fangverbots und kläre die Bevölkerung über die Bedrohung dieser nur auf ihrer Insel vorkommenden Leguanart auf.“

Die Reptilienforschung bildet neben Untersuchungen zur Ökologie und Evolution verschiedener Süßwasserorganismen einen Schwerpunkt der Untersu-



chungen in der Forschungsgruppe von Professor Bruno Streit, die dabei mit dem Senckenbergmuseum kooperieren. So erforschen seine Mitarbeiter die Lebensraumsprüche und genetische Vielfalt der einheimischen Mauereidechse; dies ist ein vom Bundesforschungsministerium gefördertes Artenschutzprojekt. Außerdem untersuchen die Frankfurter Zoologen die Populationsgenetik der bedrohten Karettschildkröte in der Südtürkei.

Ulrike Jaspers

Literatur

Gunther Köhler hat inzwischen drei Bücher über die Freilandbeobachtungen, Pflege und Zucht der urtümlichen Wirbeltiere geschrieben, die alle 1993 in Selbstverlag in Hanau zum Preis von 29,80 DM erschienen sind: Der Grüne Leguan (ISBN 3-9802892-3-0), Schwarze Leguane (ISBN 3-9802892-1-4), Basilisken (ISBN 3-9802892-2-2)



Ein Männchen des vom Aussterben bedrohten Utila-Schwarzleguans (*Ctenosaura bakeri*).

Positronen-Emissions-Tomographie (PET)

STOFFWECHSEL UND SIGNALTRANSFER AUF MOLEKULARER EBENE WERDEN SICHTBAR

von Richard P. Baum, Gustav Hör, Frank-Dieter Maul, Andreas Hertel

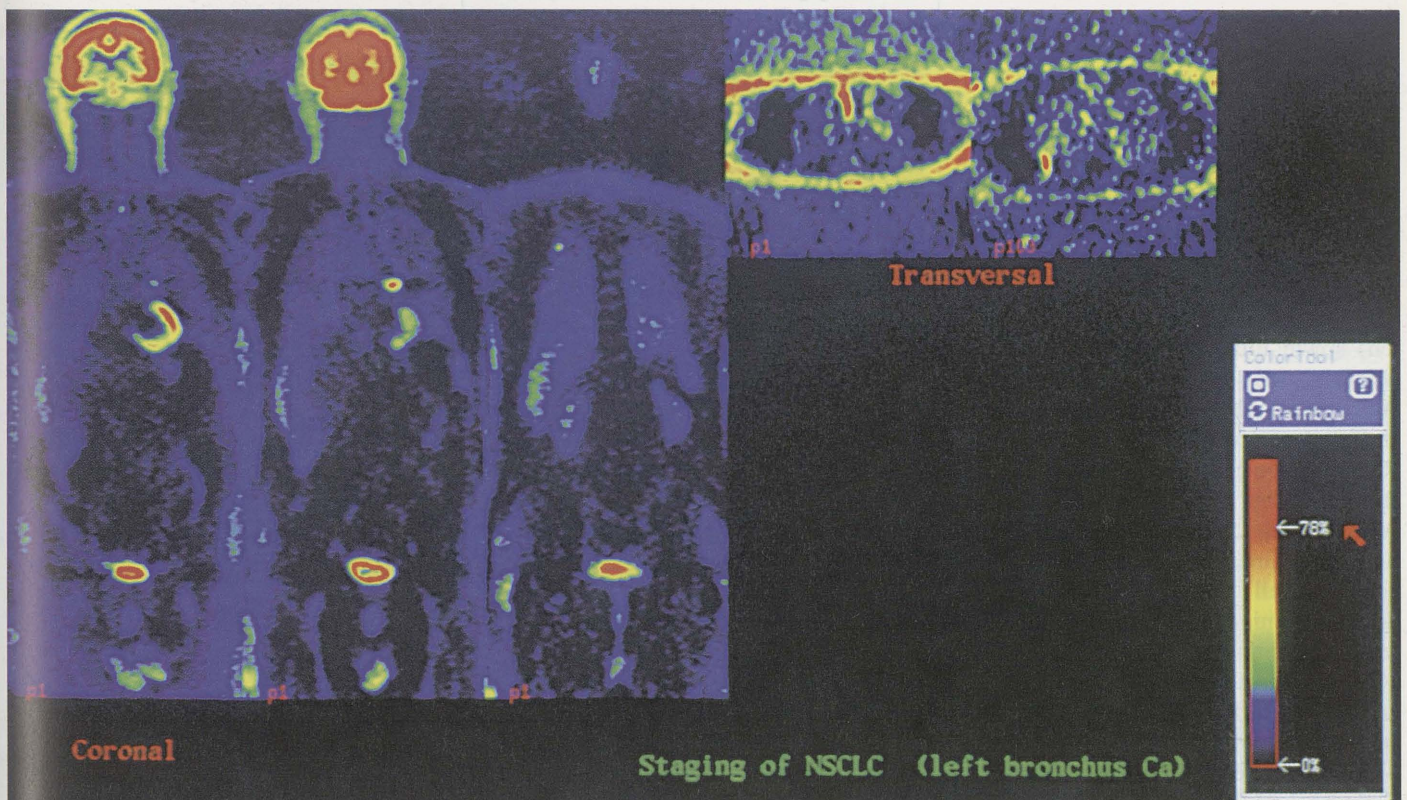
Zwanzig Jahre nach Einführung des ersten Röntgen-Computer-Tomographen in der Universitätsklinik Frankfurt am Main und experimenteller PET-Systeme in den USA etabliert sich die Positronen-Emissions-Tomographie (PET) nun in Kliniken und Forschungseinrichtungen. Die geräte-technischen Entwicklungen in der Nuklearmedizin und Verbesserungen der Markierungsmethoden in der Radiochemie ermöglichen erstmals, genau definierte Stoffwechselprozesse unmittelbar im Körper (in vivo) auf nicht-invasivem Wege (ohne operativen Eingriff) zu erfassen. Seit Mitte Juli 1994 steht auch dem Frankfurter Universitätsklinikum dieses neuartige medizinische Diagnostikgerät zur Verfügung (Abb. 2).

Was ist PET?

Die Positronen-Emissions-Tomographie ist ein nuklearmedizinisches Verfahren, das zu den technisch aufwendigsten der aktuellen Medizin gehört und mit dessen Hilfe die drei-dimensionale Darstellung und Messung der Aktivitätsverteilung schwach radioaktiver, positronen-aussendender Substanzen möglich geworden ist. Zum ersten Mal erlaubt somit ein diagnostisches Verfahren dem Arzt, physiologische und metabolische (stoffwechselbedingte) Vorgänge direkt im Patienten zu untersuchen. Die quantitative Erfassung von Stoffwechsellvorgängen und Durchblutungsmessungen in einzelnen Organen eröffnet (in hoher räumlicher Auflösung) neue wegweisen-

de Einblicke in die Funktion und Regulation des kranken (und gesunden) menschlichen Organismus. Die PET ist somit eine einzigartige Untersuchungsmethode, die zur „metabolischen Bildgebung“ befähigt ist. Mit der PET-Technologie können biochemische und biologische Prozesse, zum Beispiel die Durchblutung des Gewebes (Perfusion), der

Abb. 1: Ganzkörper-PET (drei frontale Längsschnitte sowie (rechts) zwei transversale Querschnitte) bei einem Patienten mit Verdacht auf einen Lungentumor. Im Röntgen-CT wurde ein einzelner Herd beschrieben, der im PET sich oberhalb des Herzens gelegen als intensiv glukoseaufnehmend darstellt. Darüberhinaus wurde im PET jedoch zusätzlich ein kleiner peripherer Tumorherd in der gegenüberliegenden Lunge (rechtes Ganzkörperbild) entdeckt, so daß das operative Vorgehen geändert werden mußte.



Stoffwechselumsatz (Metabolismus zum Beispiel von Glukose), der Aminosäure-Stoffwechsel und damit die Proteinsyntheserate, die Rezeptordichte, der Antigenbesatz und viele andere Funktionen des lebenden Organismus nicht-invasiv erfaßt und nach entsprechender computerisierter Auswertung quantitativ und als Bilddaten dargestellt werden. Ein Computer errechnet aus den Meßdaten der Detektoren des Positronen-Emissions-Tomographen quantitativ auswertbare Schichtbilder des Körpers, so daß durch die Zusammenfügung angrenzender Schichten eine drei-dimensionale Darstellung der Einzelorgane oder des Gesamtorganismus und der Krankheitsherde möglich ist („Ganzkörpertomographie“).

Wie funktioniert PET?

Für die Ganzkörper-Untersuchung wird der Patient – nach intravenöser Injektion von F-18-Fluor-Deoxyglukose (einer schwach radioaktiven Zuckerlösung) – automatisch über verschiedene Bettpositionen langsam durch den Scanner hindurchgeschoben, wobei über 400 Einzelschichten in verschiedener Schnittführung (frontal, sagittal (seitlich) und transversal (quer)) angefertigt werden. Die rein physikalische Auflösung des PET-Scanners beträgt axial circa 3,5 Millimeter. Die Untersuchung dauert je nach Fragestellung zwischen 45 Minuten und 2,5 Stunden; hinzu kommt die Zeit für die qualitative und quantitative Auswertung.

Als „Spürhunde“ des Stoffwechsels, der Durchblutung und anderer Regulationsvorgänge können über 500 Biomoleküle (zum Beispiel Aminosäuren, Fette, Zucker) mit radioaktiven Isotopen verschiedener organischer Elemente markiert werden: Sauerstoff-15 (physikalische Halbwertszeit 2 Minuten), Stickstoff-13 (Halbwertszeit 10 Minuten), Kohlenstoff-11 (Halbwertszeit 20 Minuten) sowie Fluor-18 (Halbwertszeit 110 Minuten), das infolge seines ähnlichen Atomradius als Analogon des Wasserstoffatoms anzusehen ist. Die genannten Radionuklide emittieren eine Positronenstrahlung, die in Form der sogenannten Annihilations- oder Vernichtungsstrahlung mit einer Energie von 511 keV beim Zerfall im Körper nach außen dringt und mit einem geeigneten Ringdetektor-System, das den Körper umgibt (Abb. 2), eine extrakorporale Detektion ermöglicht. Annihilationsstrahlung entsteht, wenn ein negatives und ein positives Betateilchen – ein Positron und ein Elektron – aufeinandertreffen. Als Meß-

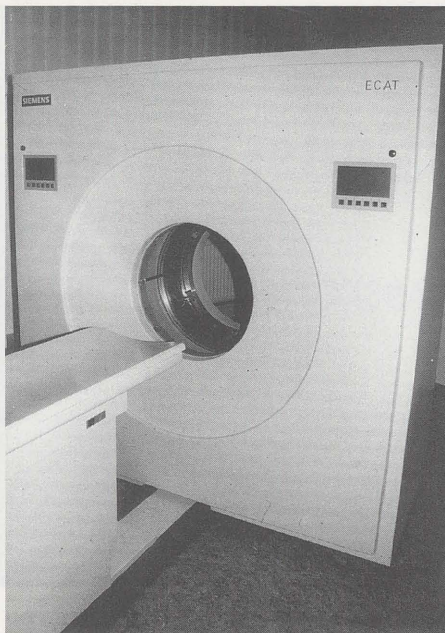
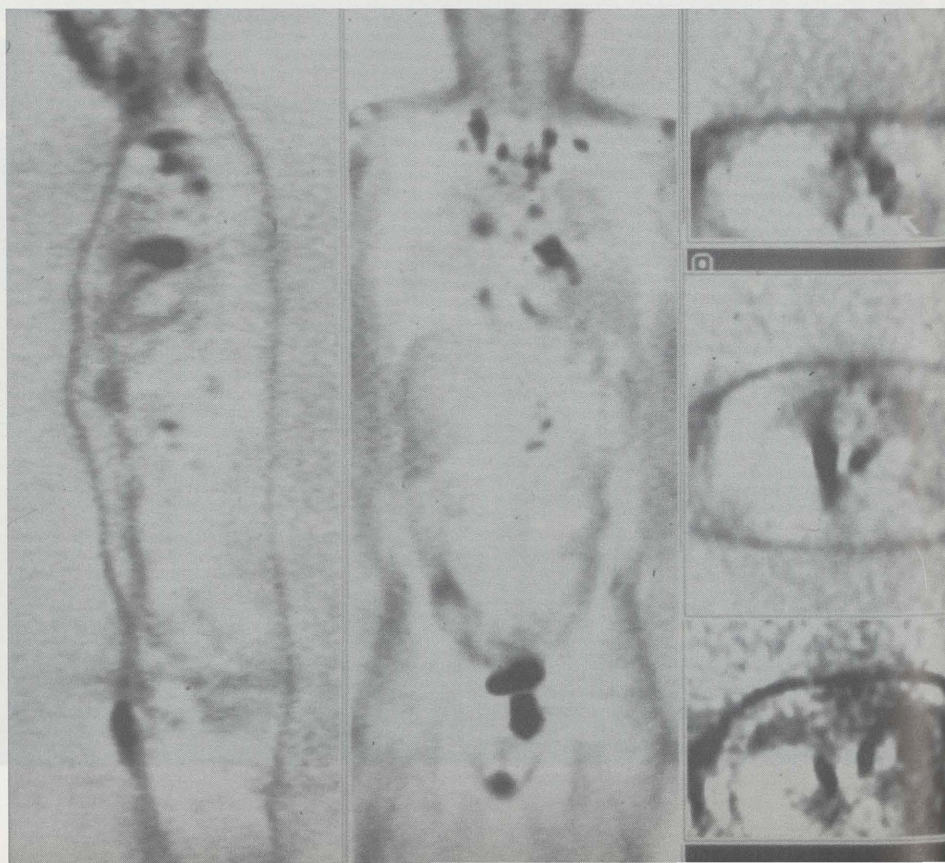


Abb. 2: PET-Scanner in der Nuklearmedizinischen Universitätsklinik Frankfurt: Mit gegenüberliegenden, ringförmig angeordneten Szintillationsdetektoren, die in Koinzidenz-Schaltung die einfallende Gammastrahlung registrieren, ist eine ortsauflösende Messung möglich. Die bildliche Wiedergabe in Form von Szintigrammen erfolgt durch hochleistungsfähige Computersysteme.

Abb. 3: Ganzkörper-PET in seitlicher (links) sowie frontaler (Mitte) Schnittführung und transversale Querschnitte durch die Thoraxregion (Brustraum) bei einem Patienten, bei dem nach Operation eines Hodentumors der Verdacht auf ein Tumorrezidiv (Wiederauftreten der Tumorerkrankung) bestand (erhöhte AFP-Werte (Tumormarker) im Blut). Im Röntgen-Computertomogramm war lediglich ein verdächtig vergrößerter Lymphknoten im Halsbereich beschrieben worden. Die Fluor-18-FDG-PET zeigte eine ausgedehnte Metastasierung (Absiedlung von Tochtergeschwülsten) im gesamten Brustraum (der Schwärzungsgrad der einzelnen Herde entspricht ihrem jeweiligen Glukoseverbrauch).



prinzip liegt der PET zugrunde, daß das entstehende Positronium in Form zweier Gammaquanten in einem Winkel von 180° zerstrahlt (Umwandlung von Materie in Energie).

Der in der nuklearmedizinischen Universitätsklinik etablierte Positronen-Emissions-Tomograph (ECAT Exact 47, hergestellt von der Firma Siemens) hat 9.860 Kristalle, wobei alle Einzeldetektoren in Koinzidenzlogik geschaltet sind, das heißt es werden nur Szintillationsereignisse registriert, die jeweils einander gegenüberliegende Kristalle treffen, wodurch ein Orts- und ein Zeitsignal erfaßt werden. PET ermöglicht die Anfertigung von 47 Einzelschichten von je 3,4 Millimeter Dicke (das axiale Sichtfeld beträgt somit rund 16 Zentimeter), die beliebig aufaddierbar sind. Vor der eigentlichen PET-Aufnahme wird mit einem sogenannten Transmissions-Scan die Dichte des Gewebes durch eine exogene radioaktive Germanium-Quelle ermittelt.

Wie werden Positronen-Strahler hergestellt?

Die Positronen-Strahler Sauerstoff, Stickstoff, Kohlenstoff und Fluor haben physikalische Halbwertszeiten zwischen zwei und 110 Minuten und werden alleamt im einem Zyklotron (kreisförmiger Beschleuniger) hergestellt. Ein Zyklotron steht derzeit in Frankfurt noch nicht zur Verfügung, die Anschaffung ist jedoch baldmöglichst geplant. Sogenannte

Vereinigung von Freunden und Förderern der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main e.V.

Die zusammen mit der 1914 errichteten Stiftungsuniversität gegründete Universitäts-Vereinigung wurde am 29. November 1918 in das Vereinsregister eingetragen. Ihre erste Satzung nennt deutlich die Gründe, aus denen gerade die Frankfurter Universität schon damals auf die laufende Unterstützung von Freunden und Förderern angewiesen war:

Die Universität Frankfurt verdankt als Stiftungsuniversität ihre finanzielle Grundlage freiwilligen Stiftungen von Privatpersonen und von Körperschaften öffentlichen und privatrechtlichen Charakters. Um ihre Fortentwicklung auf derselben Grundlage sicherzustellen, haben sich Stifter und Freunde der Universität zu einem Verein zusammengeschlossen.

Seitdem ist es das Ziel der Vereinigung, die Universität bei der Erfüllung ihrer Aufgaben zu unterstützen, ihr vor allem Mittel für die Errichtung neuer sowie für die Vergrößerung und Unterstützung bestehender Institute und für wissenschaftliche Arbeiten zur Verfügung zu stellen. Die Vereinigung bemüht sich, Finanzierungslücken nach Möglichkeit zu schließen und jene wissenschaftlichen Arbeiten durch Zuschüsse zu fördern, für die sonst nur unzureichende Mittel zur Verfügung stehen. Außerdem sieht die Vereinigung eine wichtige Aufgabe darin, in der Bevölkerung Sinn und Verständnis für wissenschaftliche Forschung und Lehre zu verbreiten und die Universität und die Mitglieder ihres Lehrkörpers in lebendiger Verbindung mit der Bürgerschaft und der Wirtschaft im Frankfurter Raum zu halten, zugleich aber auch mit ihren früheren Studierenden. Die Vereinigung berät Einzelpersonen und Körperschaften, die zugunsten der Universität neue Stiftungen zu errichten wünschen und übernimmt die Verwaltung solcher Stiftungen.

Dank der Hilfsbereitschaft ihrer Mitglieder und Förderer hat die Vereinigung seit ihrer Gründung für die Universität und ihre Fachbereiche sowie zur Dotierung von Geldpreisen große Beträge zur Verfügung gestellt – allein in den letzten fünf Jahren mehr als DM 5 Mio. als Zuwendung und nahezu DM 1 Mio. als Darlehen. Damit konnte sie immer wieder Engpässe in den verschiedenen Bereichen beseitigen und große Wirkungen erzielen.

Mitglied der Vereinigung von Freunden und Förderern der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main e.V. können sowohl Einzelpersonen als auch Firmen und Körperschaften werden. Einzelmitglieder zahlen mindestens DM 50,- (Studenten der Universität DM 10,-), Firmen und Körperschaften mindestens DM 250,- als Jahresbeitrag. Sonderzuwendungen sind herzlich willkommen.

Die Bestrebungen der Vereinigung sind im Sinne der geltenden steuerlichen Bestimmungen als gemeinnützig anerkannt. Die Geschäftsstelle erteilt für jede Beitragszahlung oder Spende eine zum Steuerabzug berechnete Quittung. Dabei werden zweckgebundene Spenden (z. B. bestimmte Forschungsvorhaben) alsbald auftragsgemäß verwendet.

Jedes Mitglied erhält das Wissenschaftsmagazin FORSCHUNG FRANKFURT, den „Uni-Report“ – eine periodisch erscheinende Zeitung der Universität, die auch Mitteilungen der Vereinigung veröffentlicht – sowie den Jahresbericht.

Zu den Veranstaltungen und Studienreisen ergehen besondere Einladungen, ebenso zu der jährlichen Mitgliederversammlung.

Die Geschäftsstelle der Vereinigung von Freunden und Förderern der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main e.V. befindet sich in der Universität, Senckenberganlage 31, 10. Stock, Postfach 11 1932, 60054 Frankfurt am Main, Tel. (069) 798-39 31, Frau Hilde Schmidt.

Geschäftsführer: Dr. Olaf Wegner, ehem. Direktor der Deutschen Bank AG, Tel. 910-33055

Konten: Postbank Ffm. 55 500-608 (BLZ 500 10060) – Deutsche Bank AG 7 000 805 (BLZ 500 700 10) – Metallbank GmbH 2 158 384 (BLZ 502 204 00).

Beitrittserklärung

Ich bin / Wir sind bereit, Mitglied der Vereinigung von Freunden und Förderern der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main e.V. (Postanschrift: Senckenberganlage 31, Postfach 111932, 60054 Frankfurt am Main) mit Wirkung vom

1. Januar _____ zu werden und einen Jahresbeitrag von

DM _____ zu zahlen.

Name, Vorname bzw. Firma

Beruf

Straße, Nr. bzw. Postfach

PLZ, Ort

Datum

Unterschrift

Abbuchungserklärung

Ich bin / Wir sind damit einverstanden, daß der Jahresbeitrag von meinem / unserem Konto

Nr. _____ BLZ _____ Bankinstitut _____ Ort _____

vom _____ an abgebucht wird.

Datum

Unterschrift

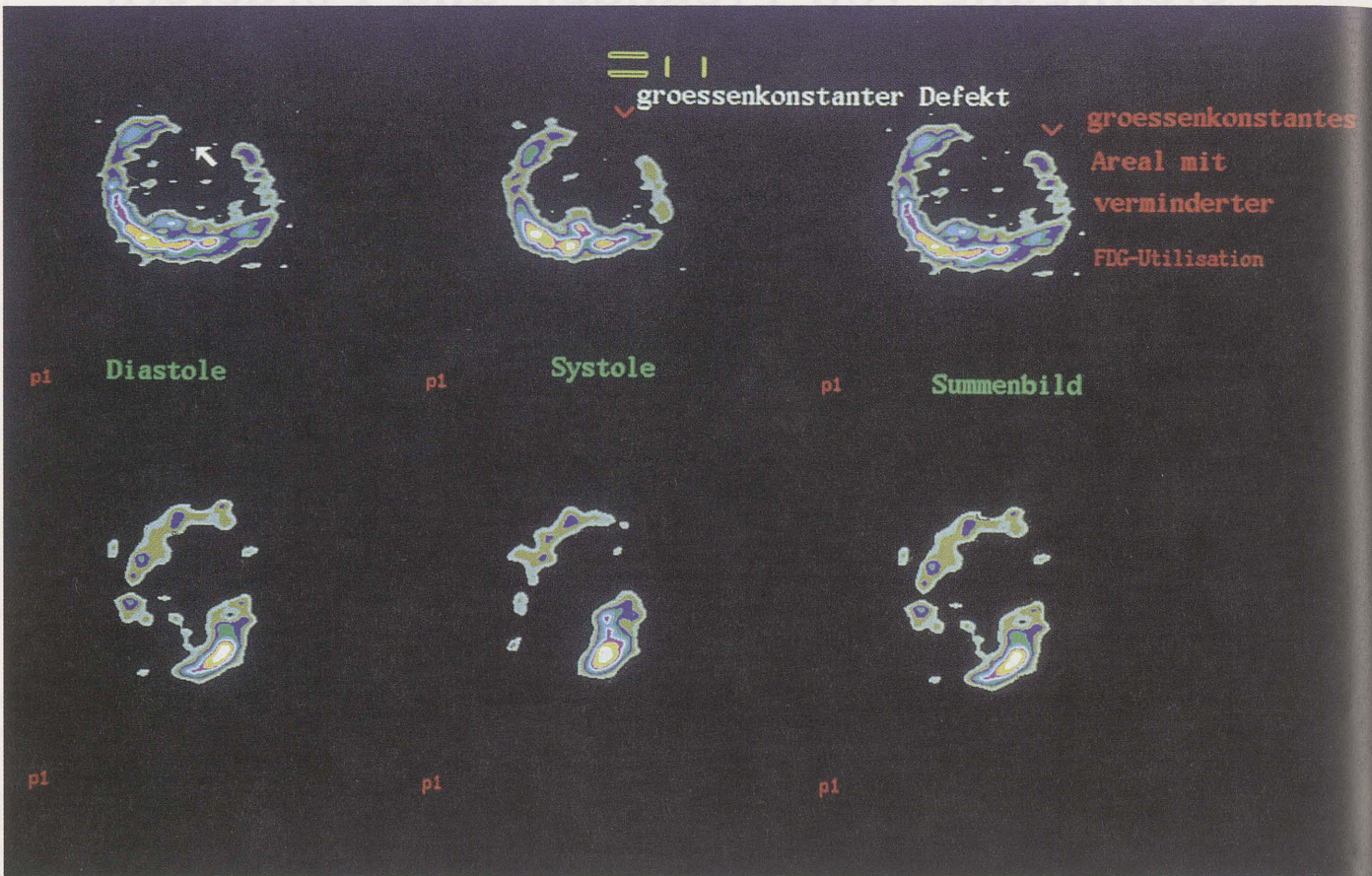


Abb. 4: Darstellung von Stoffwechsel und Funktion des Herzmuskels mittels F-18-FDG (sogenanntes „gated PET“). Die gesunden Regionen zeigen einen kräftigen Glukoseverbrauch („bunte Farben“) und eine gute Kontraktionsfähigkeit (Zusammenziehung des Herzmuskels). Die Bereiche mit fehlender Glukosespeicherung entsprechen Narbengewebe nach einem Herzinfarkt. Die dazwischenliegenden grauen Herzmuskelabschnitte, die sich nicht kontrahieren, aber einen erhaltenen Zuckerstoffwechsel aufweisen, entsprechen Myokardregionen, die hochgradig funktionsgestört sind, weil sie nicht mehr ausreichend durchblutet werden, sie sind aber noch vital (lebensfähig). Man nennt diese Regionen „hibernating myocardium“ – „Herzmuskelgewebe im Winterschlaf“. Entscheidend ist, daß hibernating myocardium durch eine Bypass-Operation oder Katheterdilatation der erkrankten Koronararterien in der Regel „wiedererweckbar“ ist.

PET-Generatoren sind kein vollständiger Ersatz für ein Zyklotron, können aber für bestimmte Herz- oder Tumoruntersuchungen sehr kurzlebige Positronenstrahler wie Rubidium-82 (Halbwertszeit 75 Sekunden) oder auch längerlebige wie Germanium-68 vor Ort erzeugen. Wegen des fehlenden Zyklotrons können derzeit in Frankfurt Untersuchungen lediglich mit F-18-Fluor-Deoxy-Glukose (FDG) erfolgen, das aus der Kernforschungsanlage Karlsruhe am Morgen der Untersuchung nach Frankfurt angeliefert wird.

Welche klinische Bedeutung hat PET?

PET ermöglicht die bildliche Darstellung molekularer Interaktionen, also des Stoffwechsels und Signaltransfers auf molekularer Ebene. Damit kann die Kommunikation lebender Zellen untereinander im Patienten sichtbar gemacht werden. Konkret bedeutet dies, daß in der Onkologie (Tumordiagnostik) Parameter der Tumorbiologie, wie Perfusion, Glukose, Sauerstoffwechsel, Tumorproliferation, Membran- und Rezeptoraffinität für Hormone und bestimmte Wachstumsfaktoren sowie Enzymreaktionen dargestellt werden können. Besonders die Erfassung von eventuellen

Metastasen (Absiedlungen von Tochtergeschwülsten), von Tumorzellen in Lymphknoten und bestimmten Organen (vor allem in Leber, Lunge und Knochensystem) vor der Entfernung des Primärtumors oder auch in der Nachsorge stellen oftmals Anforderungen an die medizinische Diagnostik, die von herkömmlichen Verfahren, die überwiegend morphologisch orientiert sind (das heißt nach Gestalt und Größe beurteilen), nicht in ausreichendem Maße gewährleistet werden können. Hier weist die Positronen-Emissions-Tomographie mit der Möglichkeit des „metabolic imaging“ (spezifische Tumordiagnose aufgrund eines vermehrten Stoffwechsels), kombiniert mit einer hohen räumlichen Auflösung, völlig neue Wege in der Diagnose und Beurteilung des Schweregrades und der Ausdehnung einer Tumorerkrankung.

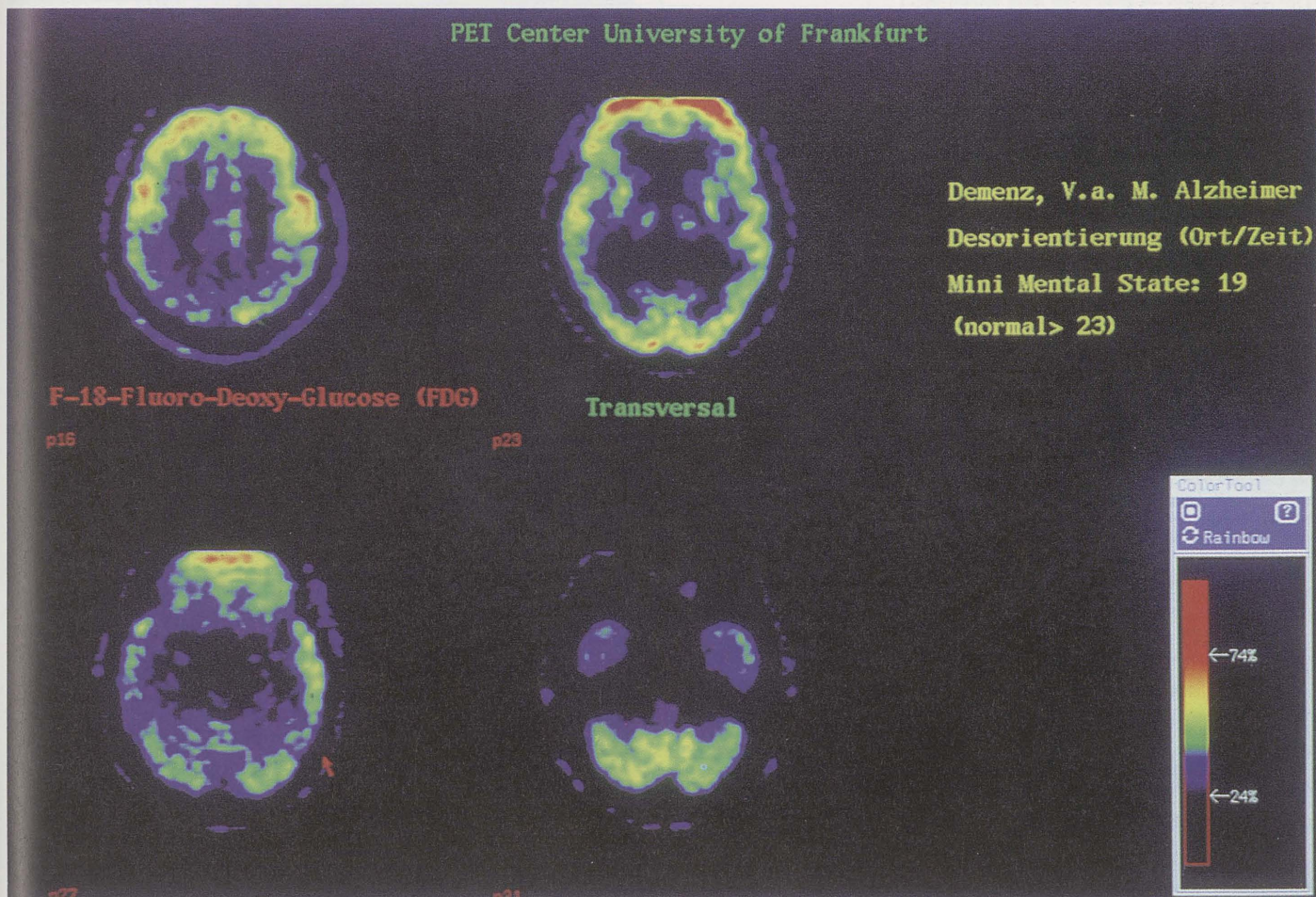
Unsere bisherigen Erfahrungen bei etwa 50 Patienten mit Tumorerkrankungen zeigen, daß die Positronen-Emissions-Tomographie ein extrem empfindliches Verfahren zum Nachweis von Lymphknotenmetastasen, von sogenannten Peritonealkarzinosen (metastatische Absiedlungen im Bauchfell) sowie in der Diagnostik von Fernmetastasen (zum Beispiel beim Mammakarzinom, Melanom, Bronchialkarzinom und vie-

len anderen Tumoren) darstellt (Abb. 3). Nach Untersuchungen aus den USA könnten über 10.000 überflüssige Thorakotomien (Eröffnung des Brustraumes) pro Jahr vermieden und über 240 Millionen Dollar eingespart werden, wenn PET systematisch vor der Operation von Patienten mit Lungenkarzinomen eingesetzt würde (Abb. 1).

Da PET überdies ein exzellentes Forschungsinstrument darstellt, haben wir in Frankfurt eine Reihe von Studien begonnen (zum Beispiel in Kooperation mit dem Tumorzentrum Rhein-Main), um bei verschiedenen Tumorerkrankungen durch eine genauere Diagnosestellung eine optimierte Therapie zu ermöglichen. Schwerpunkte der onkologischen Zusammenarbeit bestehen bereits mit den Abteilungen für Pneumologie, Herz-Gefäß- und Thoraxchirurgie, Strahlentherapie und Onkologie, Röntgendiagnostik, Allgemein- und Abdominalchirurgie, Endokrinologie, Gastroenterologie, Hämatologie und Onkologie sowie Gynäkologie. Zukünftige Perspektiven beziehen sich vor allem auf die PET-Immunszintigraphie, das heißt die Markierung von monoklonalen Antikörpern und Peptiden mit Positronenstrahlern zum Nachweis von Tumoren und Metastasen.

In der Kardiologie wird PET besonders eingesetzt, um Ausprägung und Schweregrad einer koronaren Herzerkrankung infolge arteriosklerotischer Veränderungen zu erfassen. Vor einer Ballonkatheter-Dilatation (Aufdehnung von verengten Herzkranzgefäßen mittels eines aufblasbaren Katheters) oder vor einer Bypass-Operation kann mit PET sichergestellt werden, ob ausreichend lebensfähiges (vitales) Herzmuskelgewebe vorhanden ist (Abb. 4). Wichtig ist auch die Therapiekontrolle, zum Beispiel nach einer Bypass-Operation oder Dilatationsbehandlung. Bisher ungelöst war das Problem, bereits vor einer entsprechenden Operation eine Vorhersage über die funktionelle Erholung des mit Blut minderversorgten und schlecht funktionierenden Herzmuskels zu gewinnen. In einer Reihe von klinischen Studien konnte gezeigt werden, daß PET-Befunde einen hohen Vorhersagewert für die Erholung der Herzmuskelfunktion nach Eröffnung der Herzkranzgefäße aufweisen. Auch die Entscheidungshilfe „medikamentöse Therapie versus Herztransplantation“ bei bestimmten Herzmuskelerkrankungen (dilatative Kardiomyopathie) ist eine etablierte klinische Indikation. Weitere Forschungsperspektiven betreffen den regionalen

Abb. 5: 72-jähriger Patient mit zeitlicher und örtlicher Desorientierung sowie paranoider (Wahn) Symptomatik. Psychometrische Tests ergaben eindeutige Hinweise auf eine dementielle Erkrankung. Die PET-Untersuchung zeigt vier repräsentative Schnitte von 3,5 Millimeter Dicke von hochparietal (nahe der Schädeldedecke, links oben) über die Ebene der Basalganglien bis zum Schläfenlappen und dem Kleinhirn (rechts unten). Die deutliche, beidseitige temporo-parietale Glukose-Minderspeicherung ist charakteristisch für eine Demenz vom Alzheimer Typ.



myokardialen ATP-Energie- und Katecholamin-Stoffwechsel sowie den koronaren Vasomotorentonus im Rahmen der molekularkardiologischen Endothelforschung.

In der Neurologie/Neurochirurgie und Psychiatrie liegt die Bedeutung der PET-Technik in der diagnostischen Unterscheidung verschiedener Demenzformen und besonders in der exakteren und früheren Diagnose der Alzheimer- und der Parkinson-Erkrankung (Abb. 5). Mit PET können physiologische und biochemische Prozesse im lebenden Hirngewebe untersucht und quantifiziert werden. Neurofunktionelle und neurometabolische Verfahren sind besonders deshalb von Bedeutung, da funktionell-metabolische Störungen den morphologischen (im Kernspintomogramm oder Röntgen-Computertomogramm sichtbaren) Veränderungen vorauslaufen und somit unter Umständen eine frühzeitigere Therapie und eine Therapieverlaufskontrolle ermöglichen. Vor allem bei zerebrovaskulären Erkrankungen (Schlaganfall) ermöglicht PET eine bessere Diagnostik- und Prognosestellung. Hierzu wird der Energiestoffwechsel über den Glukose- oder Sauerstoffverbrauch der Gehirnzellen

untersucht. Außerdem lassen sich mit verschiedenen PET-Substanzen Aussagen über den Rezeptorgehalt des Gehirns machen und Arzneimittelwirkungen erfassen und analysieren. Ein weiterer Schwerpunkt sind die Demenzen, die präoperative Lokalisation von epileptischen Herden sowie die Differentialdiagnose zwischen einem Hirntumor-Rezidiv oder sekundären (operationsbedingten) Veränderungen. Auch in der Psychiatrie bestehen große Erwartungen, zum Beispiel bei depressiven Erkrankungen, bei Drogenerkrankungen (Kokain, Opiat- und Opioidrezeptoren), sowie bei der Arzneimittelforschung (klinische Pharmakologie).

Die Positronen-Emissions-Tomographie ist ein äußerst vielversprechendes Verfahren, das in Deutschland noch relativ am Anfang steht, jedoch in der Onkologie, Kardiologie und Neurologie eine enorme Bereicherung etablierter diagnostischer Möglichkeiten darstellt. Zur Zeit sind weltweit mehr als 100 PET-Zentren im Betrieb oder im Aufbau, wobei zu hoffen ist, daß bald alle Universitätskliniken über ein PET verfügen, um Forschung, Lehre und eine optimale Krankenversorgung zu gewährleisten.

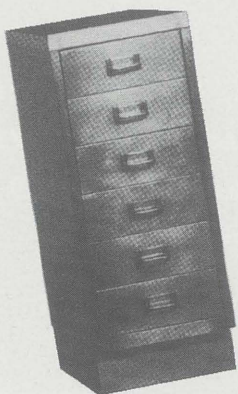
Professor Dr. Gustav Hör ist stellvertretender Geschäftsführender Direktor des Zentrums der Radiologie und Leiter der Klinik und Poliklinik für Nuklearmedizin des Zentrums der Radiologie, Privatdozent Dr. Richard P. Baum, Dr. Frank-Dieter Maul und Dr. Andreas Hertel sind Oberärzte in dieser Klinik.

Literatur

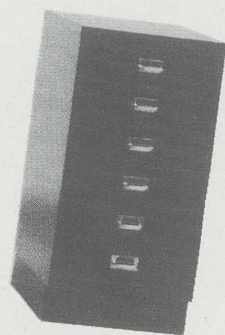
Hör G: Positronen-Emissions-Tomographie (PET). Von der Forschung zur Klinik. Dtsch Arztebl 90 (1993) 1883-1890.
 Hör G: Positronen-Emissions-Tomographie (PET) – Klinische Relevanz. Siemens. Best.-Nr. A91100-M2330-D694-01 60694 SD 03936.0, 3-31 (1993).
 Hundeshagen H, Biersack HJ, Büll U, Felix R, Günnewig BJ, Heiß WD, Hör G, Jordan K, Knapp WH, Müller-Gärtner HW, Reiners C, Reske S, Schicha H, Schober O, Schwaiger M, Stöcklin G, Strauss LG: Positronen-Emissions-Tomographie (Klinische Forschung, diagnostische Wertigkeit, zukünftige Entwicklung) – Standortbestimmung 1994 (Arbeitsgemeinschaft PET der Deutschen Gesellschaft für Nuklearmedizin (DGN). Nucl Med 33 (1994) 145-153.



ORIGINAL BISLEY!



Metall od. schwarz,
H 67 cm, B 28 cm, T 41 cm
DM 159,-



Metall od. schwarz,
H 67 cm, B 35 cm, T 48 cm
DM 199,-

MAGAZIN

MÖBEL · LEUCHTEN · ACCESSOIRES

60314 Frankfurt, Hanauer Landstr. 161-173, Tel. 0 69/496 00 23
Fax 069/496 01 81, Parkplätze im Hof.

Frankfurter Flughafen Terminal II
 Ausführung und Lieferung von Granit, Marmor und Natursteinfassaden, Böden, Treppen, Massivarbeiten.

ITS **INTER-TECHSTEIN**
 NATUR und KUNSTSTEIN GmbH u. Co KG

Postfachadresse: Postfach 1844 D-35528 Wetzlar
 Germany (0049-) Tel.: 06441-51864 Fax: 06441-54230

Forschung Frankfurt Abonnement

FORSCHUNG FRANKFURT, das Wissenschaftsmagazin der J. W. Goethe-Universität, stellt viermal im Jahr Forschungsaktivitäten der Frankfurter Universität vor. Es wendet sich an die wissenschaftlich interessierte Öffentlichkeit und die Mitglieder und Freunde der Universität innerhalb und außerhalb des Rhein-Main-Gebietes.

FORSCHUNG FRANKFURT macht Arbeiten aus allen an der J. W. Goethe-Universität vertretenen Disziplinen über die engeren Fachkreise hinaus bekannt.

Hiermit bestelle ich FORSCHUNG FRANKFURT zum Preis von DM 20,- pro Jahr einschließlich Porto. Die Kündigung ist jeweils zum Jahresende möglich.

Name Vorname

Straße, Nr. PLZ, Wohnort

(nur für Universitätsangehörige:) Hauspost-Anschrift

Datum Unterschrift

Widerrufsrecht: Mir ist bekannt, daß ich diese Bestellung innerhalb von 10 Tagen schriftlich beim Präsidenten der Johann Wolfgang Goethe-Universität, Vertrieb FORSCHUNG FRANKFURT, widerrufen kann und zur Wahrung der Frist die rechtzeitige Absendung des Widerrufs genügt. Ich bestätige diesen Hinweis durch meine 2. Unterschrift:

Datum Unterschrift

Bitte richten Sie Ihre Bestellung An den Präsidenten der Johann Wolfgang Goethe-Universität,
„FORSCHUNG FRANKFURT“, Postfach 11 1932, 60054 Frankfurt

Wissenschaftsmagazin der Johann Wolfgang Goethe-Universität

Impressum

Herausgeber

Der Präsident der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main

Redaktion und Gestaltung

Ulrike Jaspers, Referentin für Wissenschaftsberichterstattung, Senckenberganlage 31, 60054 Frankfurt am Main, Raum 1053, Telefon (069) 798-3266, Telefax (069) 798-8530

Vertrieb

Ingrid Steier, Senckenberganlage 31, 60054 Frankfurt am Main, Raum 1052, Telefon (069) 798-2472

Anzeigenverwaltung und Druck

Anzeigenagentur Alpha, Informationsgesellschaft mbH, Sperlingweg 2A, Postfach 14 80, 68623 Lampertheim, Telefon (06206) 939-0, Telefax (06206) 939-232

Herstellung, Layout, Reprographie

Rudolf J. Manke, Computerservice, Sperlingweg 3, 68623 Lampertheim, Telefon (06206) 4471 und 3906, Telefax (06206) 4237

Visuelle Konzeption

Martin Steinacker, Irenenstraße 13, 64293 Darmstadt, Telefon (06151) 24342

Bezugsbedingungen

FORSCHUNG FRANKFURT kann gegen eine jährliche Gebühr von 20,- DM, abonniert werden. Das Einzelheft kostet 5,- DM bei Versand zzgl. Porto. Einzelverkauf u.a. im Buch- und Zeitschriftenhandel in Uni-Nähe und beim Vertrieb.

Die Beilage „FORSCHUNG FRANKFURT extra“ erscheint zur Buchmesse und wird kostenlos mit der Ausgabe 3/95 des Wissenschaftsmagazins geliefert.

Für Mitglieder der Vereinigung von Freunden und Förderern der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main e.V. sind die Abonnementgebühren für FORSCHUNG FRANKFURT im Mitgliedsbeitrag enthalten.

Hinweis für Bezieher von FORSCHUNG FRANKFURT (gem. Hess. Datenschutzgesetz): Für Vertrieb und Abonnementverwaltung von FORSCHUNG FRANKFURT werden die erforderlichen Daten der Bezieher in einer automatisierten Datei gespeichert, die folgende Angaben enthält: Name, Vorname, Anschrift, Bezugszeitraum und - bei Teilnahme am Abbuchungsverfahren - die Bankverbindung. Die Daten werden nach Beendigung des Bezugs gelöscht.

Die Beiträge geben die Meinung der Autoren wieder. Der Nachdruck von Beiträgen ist nach Absprache möglich.

12. Jahrgang

ISSN 0175-0992

EINRICHTUNGEN FÜR WILFRIED VOSS GASTRONOMIE & OBJEKT

STÜHLE
TISCHE
BÄNKE
BARHOCKER

WILFRIED VOSS

Wingertstraße 64

63477 Maintal

Telefon (0 61 81) 4 50 41

Telefax (0 61 81) 43 13 41

Abbildungsverzeichnis

Titelbild: Foto von Editha Platte

Inhaltsverzeichnis: Seite 1: Foto von Ulrich Braukämper
Westafrikanische Savanne: Seite 4-11 Fotos von Ute Ritz-Müller und Hans Zimmermann, Frankfurt; Seite 12 und 19 (Abbildung 1 und 11): Bearbeitung von Claudia Dobe, Geocodierte Szene LANDSAT 4 TM 185-51 vom 4.11.1992 - RGB = 4, PC (1, 2, 3), PC (5, 7) - Geocodierung und Prozessierung S. Schuchmann 1993. Seite 13: Foto von Friderun Fuchs; Seite 14: Karte von Ursula Olbrich, Kartographin am Institut für Physische Geographie, Seite 15: Foto von U. Braukämper, Karte von C. Dobe, Seite 16: Foto (oben) von U. Braukämper, Foto (unten) von Detlev Gronenborn; Seite 17: Foto von Peter Steigerwald, Photograph am Frobenius-Institut; Seite 18: Fotos (oben) von F. Fuchs; Foto (unten) von U. Braukämper, Seite 19: Foto von U. Braukämper. Seite 22-23: Fotos und Karte von Peter Breunig; Seite 26: Foto von Hermann Jungraithmayr; Seite 27: Foto von Raimund Vogels; Seite 28 und 29: Fotos von H. Jungraithmayr; Seite 31: Abbildung Barth vom Institut für Ur- und Frühgeschichte, Universität zu Köln, Foto (rechts) von H. Jungraithmayr, Foto (rechts) von Norbert Cyffer, Seite 32 und 33: Fotos von E. Platte; Seite 34 und 35: Fotos von R. Vogels; Seite 36-43: Fotos und Grafik von Hans Peter Hahn;
Zellbiologie: Seite 46 und 47: Konzeption und Umsetzung von Ewald Müller, Art Direction, Budapest Str. 12, 60437 Frankfurt; Seite 48-52: alle Abbildungen von Jürgen Bereiter-Hahn; Seite 52: Foto von Ulrich Thimm;
Reptilienforschung: Seite 54-56: Fotos von Gunther Köhler;
Nuklearmedizin Seite 57-61: alle Abbildungen von Richard Baum;
Rückkopplung: Seite 64: Reproduktion der Bilder von P. Steigerwald, Frobenius-Institut.

Auf dem Niger und Benue, eine afrikanische Stromfahrt

Reiseskizzen der „Vierten Deutschen Innerafrikanischen Forschungs Expedition“

1910 starteten der Ethnologe Leo Frobenius, der Kunstmaler Carl Arriens und der Ingenieur Albrecht Martius zu der Vierten Deutschen Innerafrikanischen Forschungs Expedition, die sie über Nigeria bis nach Nord-Kamerun führte. Weltweites Aufsehen gewann diese zweijährige „Frobenius-Expedition“ vor allem, weil die Forscher bisher unbekannte Kunsterzeugnisse, Terrakotten und Bronzen, des Yoruba-Volkes auffanden. In einer Zeit, als die Fotografie von ihrer heutigen Perfektion noch weit entfernt war, hat Arriens Lebensverhältnisse und Kulturobjekte der Afrikaner meisterhaft mit Aquarellen und Strichzeichnungen dokumentiert, deren Originale sich im Frankfurter Frobenius-Institut befinden. Zwei Darstellungen aus dem Flußgebiet des oberen Benue gewähren Einblick in eine Art des Reisens und Expeditionslebens, wie sie für den heutigen Betrachter beschwerlich und romantisch, aber auch vergnüglich und nahezu kurios wirken mögen. Die Atmosphäre läßt sich am ehesten mit



Worten schildern, die Arriens selbst in dem Kapitel „Auf dem Niger und Binue, eine afrikanische Stromfahrt“ seines Buches „Mosaik des Völkerlebens“ (Jena 1924, S.108-111) geschrieben hat. Darin heißt es:

„Abends teilt man sich nach Möglichkeit in den kargen Platz. Einer läßt neben dem anderen sein Feldbett mit Moskitonetz aufschlagen, gelegentlich nächtigt man auch auf dem Deck der seitlich angebundenen und so mitgeschleppten kleineren Fahrzeuge oder gar

auf Sandbänken. Dort lagert es sich gar lustig, wenn ringsumher die Kochfeuer aufflammen und fern in der Steppe die Löwen brüllen; die Passagiere bilden schnell eine Familie. ... So geht es tagaus, tagein weiter im Zickzack-Kurs, der Strom wird bald zum engen Kanal, bald verbreitert er sich zu weiten lagunenartigen Becken mit vielen Inseln. ... In respektvoller Entfernung schlummern mächtige gelbgrüne Krokodile mit weit aufgesperrem Rachen auf den Bänken, zuweilen taucht auch der Rachen eines solchen Untiers ganz nah dem Schiff aus dem Wasser. ... Wir sind inzwischen im Bereich der Nacktvölker angekommen. Dorf an Dorf reiht sich hier. Überall sind riesige Fischreusen aufgestellt. Unter schattigen Bäumen vor den Rundhütten und hohen Sekkograszäunen stehen und hocken die kraftvollen braunen Gestalten der Wilden. Die meisten schleppen Speer und Bogen mit sich herum, machen im übrigen aber zwischen ihren wohlbestellten Feldern und sorgfältig gedeckten Kornscheunen einen recht friedlichen Eindruck. ... Originell ist die Bezahlung der Träger, die große Schalen Holz auf den Köpfen an Bord bringen. Zwei Kerle liegen auf einer Matte und zählen mit behenden Griffen Kaurimuscheln, die im Sudan die Stelle von Kleingeld vertreten, ab.“ (Kauri-Schnecken dienten auch zur Bezahlung der Kanu-Besatzungen, die den Transport der Forschungs Expedition auf den Nebenflüssen des Benue besorgten.)

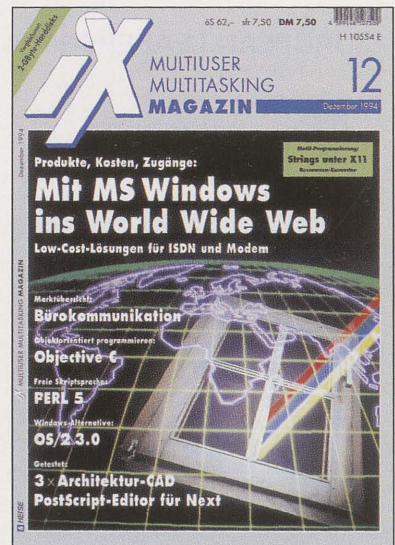


Know How

Vier Computer- und Elektronik-Titel, die zeigen wo es lang geht. Jeden Monat neu.

Fordern Sie ein kostenloses Magazin an.

Fax: 0511/5352-289
Tel.: 0511/5352-157



ct ist systemübergreifend und unabhängig: Tests mit Trennschärfe, fundierte Tips für die Praxis, unentbehrliches Grundlagenwissen für anspruchsvolle Anwender und Entwickler.

x berichtet Monat für Monat alles über Unix, Netzwerke, Systemintegration und aktuelle Desktop-Betriebssysteme von OS/2 bis Windows NT.

ELRAD, das Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen mit dem konsequenten Praxisbezug – für Entwickler, Anwender und Ausbildung. Gateway zur Hardware.

GATEWAY wendet sich an die Anwender von Netzwerk- und Telekommunikationssystemen im professionellen Umfeld.

Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG, Helstorfer Straße 7, 30625 Hannover

Effizienter Flugbetrieb beginnt bereits am Boden



Internationale Erfahrung, zukunfts-sichere Systeme, bedarfsorientierte Konzepte und ein umfassendes Dienstleistungsangebot. Das sind die wesentlichen Voraussetzungen, die AEG Daimler-Benz Industrie für den effizienten Betrieb eines Flughafens bietet. Ein gutes Beispiel dafür ist der People Mover in Frankfurt.

Weitere Schwerpunkte sind:

- Energieversorgung und -verteilung
- USV und Notstromanlagen
- Bodenstromversorgung und Beleuchtung
- Automatische Gepäckförderanlagen
- Luftfracht-Handling
- Kommunikation/Netzwerke
- Integrierte Informations- und Management Systeme

AEG Aktiengesellschaft
Flughafensysteme
Postfach 71 01 51
D-60491 Frankfurt/Main

Daimler-Benz
Industrie

AEG